

EVALUATION DES PARAMÈTRES DE CROISSANCE DES ESSENCES FORESTIÈRES LOCALES EN PLANTATION AU TOGO : CAS DE *TERMINALIA SUPERBA* ENGL. & DIELS ET *TERMINALIA IVORENSIS* A. CHEV

Kossi Afedo Tagbi
Raoufou Radji
Kossi Adjonou
Adzo Dzifa Kokutse
Kouami Kokou

Université de Lomé, Faculté des Sciences, Département de Botanique,
Laboratoire de Botanique et Ecologie Végétale, Lomé, Togo

Abstract

Description: In the Missahoe's classified forest in the southwest of Togo, the area of *Terminalia superba* and *Terminalia ivorensis* plantations installed between 2000 and 2002, stands at 596.37 ha. More than a decade after their introduction, these plantations have had no growth assessment or receive any silvicultural treatment.

Outcomes: The present study aims to characterize the structure of local populations of the two species to identify and plan silvicultural treatments necessary for the evolution of their stands.

Methods: The evaluation of the growth parameters of both species was carried out in 80 plots of 20 m side, installed in managed strata of the forest reserve. The effect of density on the increments of the trees was appreciated. Dendrometric statements concerning the diameter at breast height (DBH) were performed.

Results: For the two parameters studied, *T. superba* records a top height of 16.92 ± 3.04 m and an average diameter of 27.22 ± 9.51 cm after 12 years of growth, *T. ivorensis* reached a dominant amount of 17.40 ± 2.66 m, and an average diameter of 33.40 ± 4.10 cm for the same period. The annual diametric growth of both species was evaluated at 3.52 ± 0.2 cm / year.

Conclusion: The different curves of heights obtained on different plots characterize even-aged stands in the seedling stage and fast growing to submit to regular treatment regime.

Keywords: Diametric growth, enrichment, forestry, gazetted forest, Togo

Résumé

Description du sujet: Dans la forêt classée de Missahoé au Sud-ouest du Togo, la superficie des plantations de *Terminalia superba* et de *Terminalia ivorensis* installées entre 2000 et 2002 s'élève à 596,37 ha. Plus d'une dizaine d'années après leur mise en place, ces plantations n'ont suivi aucune évaluation de croissance ni bénéficié d'aucun traitement sylvicole.

Objectifs: La présente étude a pour objectif de caractériser la structure des peuplements des deux espèces locales en vue d'identifier et de planifier les traitements sylvicoles indispensables à l'évolution de leurs peuplements.

Méthodes: L'évaluation des paramètres de croissance des deux espèces a été réalisée dans 80 sous parcelles de 20 m de côté, installées dans les strates aménagées de la forêt classée. L'effet de la densité sur les accroissements des arbres a été apprécié et des relevés dendrométriques portant sur le diamètre à hauteur de poitrine (DHP) ont été réalisés.

Résultats: Pour les deux paramètres étudiés, *T. superba* enregistre une hauteur dominante de $16,92 \text{ m} \pm 3,04$ et un diamètre moyen de $27,22 \text{ cm} \pm 9,51$ tandis que *T. ivorensis* atteint une hauteur dominante de $17,40 \text{ m} \pm 2,66$ et un diamètre moyen de $33,40 \text{ cm} \pm 4,10$ pour des parcelles mises en place en 2000, 2001 et 2002. L'accroissement diamétrique annuel des deux espèces a été évalué à $3,52 \text{ cm/an} \pm 0,2$.

Conclusion: Les différentes courbes d'évolution de croissance en hauteurs obtenues sur les différentes parcelles, caractérisent des peuplements équiennes au stade jeune et à croissance rapide à soumettre à un régime de traitement régulier.

Mots-clés: Accroissement diamétrique, enrichissement, forêt classée, sylviculture, Togo

Introduction

La superficie forestière en Afrique avoisine 675 millions d'hectares soit 17 % de la superficie forestière mondiale dont 95% représentent des formations naturelles et 5% des plantations forestières (FAO, 2011 ; Kokutse, 2002). L'augmentation sans cesse croissante des besoins en bois des populations africaines entraîne une pression de plus en plus forte sur les ressources ligneuses. Au Togo, cette situation se traduit par une fragmentation des formations naturelles (Adjossou, 2009). L'écrémage des forêts naturelles, la rareté et la disparition des essences de valeur ont dès lors entraîné la réduction de la continuité écologique des grands biomes des forêts semi-décidues de la zone forestière entre le Togo et le Ghana (Kokou,

2005).

Dans ce contexte de dégradation des terres et des écosystèmes forestiers, la satisfaction des besoins des populations en produits forestiers ligneux, passe par la restauration des forêts dégradées (Kokutse, 2002) et la mise en place des plantations artificielles (Adjonou, 2007).

Au Togo, les forêts plantées avec des essences locales et exotiques, essentiellement de teck (*Tectona grandis*), couvrent près de 50.000 ha. Elles se répartissent en forêts de l'Etat, forêts contractuelles et forêts privées (MERF, 2011). Parmi les plantations étatiques d'essences locales les mieux réussies, celles mises en œuvre de 2000 à 2002 grâce au projet OIBT PD009/99 Rev.2 (F) ont permis la restauration physique de plus de 596 ha dans la forêt classée de Missahoé (FCM). Les travaux de réhabilitation de ladite forêt ont vu la plantation de nombreuses essences locales notamment *Azelia africana* Smith ex Pers., *Garcinia afzelii* Engl., *Khaya grandifoliola* C. DC., *Terminalia ivorensis* A. Chev., et *Terminalia superba* Engl. & Diels, dont les deux dernières ont permis la reconstitution du couvert végétal très dégradé. Ces deux espèces sont les seules essences ayant constitué un véritable peuplement mélangé pouvant attirer l'attention d'un observateur non averti. En 2014, soit 14 ans en moyenne après la mise en place de ces plantations, aucune évaluation de croissance en hauteur ou en diamètre des arbres, n'y a été réalisée. Il se pose dès lors un problème de manque de données nécessaires à la planification des interventions sylvicoles notamment les éclaircies, leurs cédules et leur rotation.

C'est dans ce contexte que cette étude a été menée pour caractériser la structure des peuplements de *Terminalia superba* et de *T. ivorensis* dans le but d'identifier et de planifier les traitements sylvicoles indispensables à une bonne évolution des peuplements. Cette étude permettra à terme de disposer d'une importante base de données pour le suivi des peuplements et de l'évolution de chaque arbre dans la futaie des parcelles de la forêt classée de Missahoé.

Matériel et méthodes

Zone d'étude

La Forêt Classée de Missahoé est située au sud-ouest du Togo dans la zone forestière ou zone écologique IV. Elle s'étend entre 6°54 et 7°5 de latitude Nord et 0°34 et 0°38 de longitude Est (Figure 1) et couvre une superficie de 1450 ha.

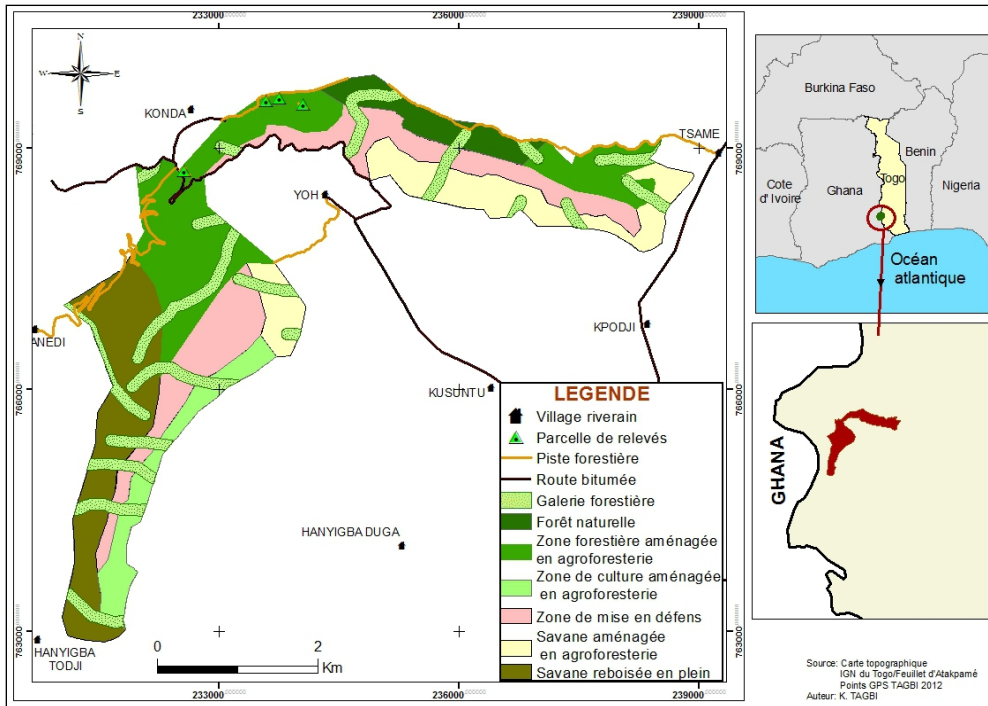


Figure 1: Localisation de la zone d'étude

Cette forêt classée est composée d'une mosaïque de forêts mésophiles ou semi-caducifoliées et de savanes constituées de forêts galeries et de forêts ripicoles, des savanes boisées et arborées et des savanes arbustives plus ou moins dégradées, (MERF, 2003).

Le substrat géologique de la forêt de Missahoé appartient à la chaîne des Dahoméyides. Les principaux faciès rencontrés appartiennent à l'Atakora et à la colline frontale de l'unité structurale de l'Atakora (Sylvain et al., 1986). Lamoureux, (1969), distingue dans la zone 4 types de sols notamment les

- sols peu évolués d'érosion, associés aux sols minéraux bruts rencontrés sur les sommets et sur les fortes pentes des montagnes ;
- sols peu évolués d'apport colluvial, généralement profonds, résultant de l'accumulation en bas de pente, des matériaux provenant de l'érosion des pentes situées en amont ;
- sols ferrallitiques, rencontrés dans les vallées et les bas-fonds non gorgés d'eau en saison des pluies et sur certaines pentes ;
- sols hydro-morphes se développant le long des cours d'eau et des bas-fonds gorgés d'eau en saison des pluies.

Cette zone jouit d'un climat subéquatorial avec une saison sèche (décembre et janvier) ou climat guinéen de montagne avec des altitudes de 800 m par endroit. La pluviométrie moyenne annuelle est de 1750 mm. La

température moyenne annuelle est de 24.3°C. La moyenne mensuelle de la température varie de 22.6°C (en juillet) à 26.3°C (en février). La température moyenne annuelle est de 24.3°C (Figure 2).

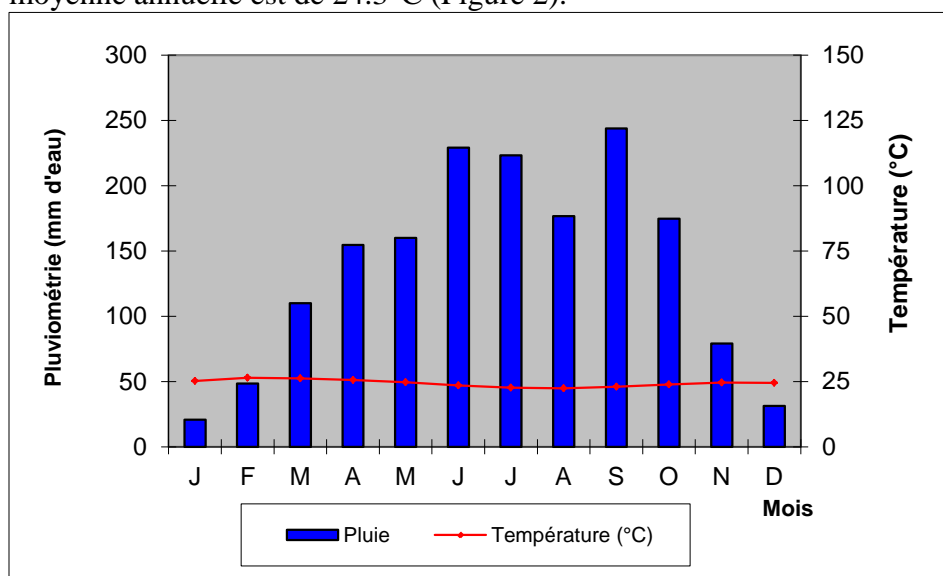


Figure 2 : Courbe ombrothermique de la station de Kuma-Konda (1981 - 2013)
Source : Données de la station météorologique de Kuma Konda

Collecte des données

Les données ont été exclusivement collectées à l'intérieur des parcelles d'inventaire installées dans la zone de culture aménagée en agroforesterie et plantées en plein de *Terminalia superba* et de *T. ivorensis* (Photo 1) à un écartement de 5m entre les plants. La localisation des parcelles est non seulement déterminée par les contraintes du terrain mais également par le besoin d'être situées dans des sites « représentatifs » et pouvant être revisitées à moindre coût. Un autre paramètre très important dans ce choix, est la taille des peuplements qui doit être au minimum de 0,5 ha, pour permettre de définir de possible cédule d'éclaircie pour chaque parcelle. A partir de ces critères et de la carte des strates d'aménagement déjà existante, 4 parcelles (1 et 3 pour l'année 2000, 2 pour 2001 et 4 pour 2002) ont été délimitées et matérialisées (Tableau 1). Chaque parcelle est subdivisée en de sous parcelles de 20 m de côté, soit au total 80 sous parcelles correspondant à un taux de sondage de 0,22% par rapport à la superficie totale de la forêt classée.

Photo 1 : Parcelle plantée en plein de *Terminalia ivorensis*

Tableau 1 : Localisation et superficie des parcelles

Désignation	Composition	Année de mise en place	Coordonnées géographiques (UTM)		Pente (%)	Altitude (m)	Superficie (ha)	Nombre de sous parcelles
			X	Y				
Parcelle 1	<i>T. superba</i> & <i>T. ivorensis</i>	2000	232570	768709	5	717	0,8	20
Parcelle 2	<i>T. superba</i> & <i>T. ivorensis</i>	2001	233588	769582	5	728	0,56	15
Parcelle 3	<i>T. superba</i> & <i>T. ivorensis</i>	2000	233758	769606	40	728	1	25
Parcelle 4	<i>T. ivorensis</i>	2002	234049	769533	5	729	0,8	20
	Total						3,16	80

Les relevés dendrométriques ont porté sur le diamètre à hauteur de poitrine (DHP) mesuré à l'aide du ruban forestier et la hauteur totale (H_T) des arbres prise avec le dendromètre Blum Leiss. Le point de cette première mesure des DHP est marqué d'un "X" où un anneau circulaire est peint pour faciliter le repérage des futures mensurations.

Analyse et traitements des données

Les paramètres dendrométriques ont été obtenus grâce aux relations de Pardé (1954) :

- Hauteur dominante H_0 est obtenue à partir de la moyenne arithmétique des 4 plus gros arbres par sous parcelle de 4 ares.

- Hauteur moyenne H_g a été obtenue à partir de la moyenne arithmétique des hauteurs de tous les arbres échantillonnés par placette.
- Diamètre moyen D_g : il correspond à la moyenne des diamètres à

1,30 m du sol de l'arbre de surface terrière moyenne : $D_g = \sqrt{\frac{\sum_i^n di^2}{n}}$, avec

d_i le diamètre de l'arbre i de la parcelle considérée et n le nombre d'arbres dans la parcelle.

- Diamètre dominant D_d correspond à la moyenne arithmétique des diamètres des 4 plus gros arbres par sous parcelle de 4 ares. Il est calculé comme suit :

$D_d = 1/n \sum_i^n D_i$ avec d_i le diamètre de l'arbre dominant i de la parcelle considérée et n le nombre d'arbre dominant (04) considéré par parcelle.

- Les accroissements moyens en diamètre et en hauteur des arbres : Les accroissements ont été calculés à partir de la différence des moyennes de diamètre ou de hauteur entre les différentes campagnes de plantation (2000 ; 2001 et 2002). La relation suivante en fonction du diamètre moyen a été utilisée :

$$AN_{i-1 \rightarrow i} = (D_{gi} - D_{gi-1} - M_{i-1}), \text{ où}$$

- $AN_{i-1 \rightarrow i}$; est l'accroissement net annuel entre les années (i-1) et (i) ;
- D_{gi} et D_{gi-1} correspondent respectivement au diamètre moyen des arbres du peuplement sur une parcelle, l'année (i) et l'année (i-1) ;
- M_{i-1} est le diamètre moyen des arbres morts entre les années (i-1) et (i) ; ici égale à zéro, aucun arbre mort n'a été considéré et cartographié.
- Les accroissements en hauteur ont également été calculés sur la même base.

La méthode de sélection mixte des variables explicatives (Stepwise) du logiciel MINITAB a permis de tester pour les différents âges, les variables qui donnent le meilleur coefficient de détermination illustrant au mieux la relation entre le diamètre et la hauteur totale des arbres. Pour chacun des âges, les 3 variables testées sont le diamètre à hauteur de poitrine (DBH), \ln_{DBH} et DBH^2 . Les analyses de variance (ANOVA) sur les moyennes des paramètres dendrométriques, ont été réalisées pour comparer les moyennes des résultats obtenus. Ainsi, une comparaison de la croissance des arbres entre les parcelles de même âge a été effectuée.

Résultats

Croissance en hauteur des arbres

Les pieds de *T. ivorensis* des parcelles de 2000 ont atteint une hauteur dominante de $17,407 \pm 2,664$ m sur la parcelle 1 et $15,024 \pm 1,137$ m sur la parcelle 3. Les hauteurs moyennes correspondantes sont de $16,25 \pm 3,39$ m et de $14 \pm 2,19$ m respectivement sur la parcelle 1 et 3. Pour le même âge, *T. superba* connaît une croissance en hauteur dominante de $16,92 \pm 3,04$ m et $14,82 \pm 3,97$ m de hauteur moyenne sur la parcelle 1. La parcelle 3 de 2000 est un peuplement pur de *T. ivorensis*.

Sur la parcelle de 2001, *T. ivorensis* enregistre une croissance en hauteur dominante de $15,25 \pm 1,37$ m pour une hauteur moyenne de $14,22 \pm 2,72$ m. Les pieds de *T. superba* de cette parcelle ont atteint $9,30 \pm 1,70$ m de hauteur dominante et $8,51 \pm 2,62$ m de hauteur moyenne.

Le peuplement pur de *T. ivorensis* de 2002 atteint une hauteur dominante de $14,13 \pm 1,44$ m et une hauteur moyenne de $12,26 \pm 2,73$ m (Figure 3).

L'analyse de la variance sur les valeurs moyennes des hauteurs dominantes des pieds de *T. ivorensis* sur les deux parcelles de 2000 indique des différences significatives ($F_{1,68} = 26,34$; $P = 0,000$) et atteste une bonne croissance en hauteur des arbres de la parcelle 1 par rapport à la parcelle 3.

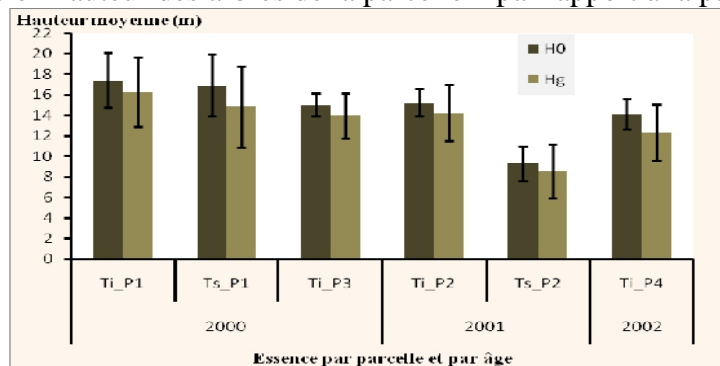


Figure 3 : Hauteurs moyenne et dominante des peuplements

Légende : H₀ = Hauteur dominante moyenne ; H_g = Hauteur totale moyenne ; Ti_P1 = *T. ivorensis* de la parcelle 1 ; Ts_P1 = *T. superba* de la parcelle 1 ; Ti_P3 = *T. ivorensis* de la parcelle 3 ; Ti_P4 = *T. ivorensis* de la parcelle 4

L'analyse de variance de la moyenne des hauteurs totales des pieds de *T. ivorensis* révèle que l'âge a un effet positif sur la croissance en hauteur des arbres. En effet, la hauteur totale des pieds de *T. ivorensis* des parcelles de 2000 est significativement différente de celle de la parcelle de 2001 ($F_{1,304} = 197,57$; $P = 0,000$). La croissance en hauteur totale est également significativement différente entre les parcelles de 2001 et de 2002 ($F_{1,282} = 33,99$; $P = 0,000$). Ces observations permettent de déduire que la croissance

en hauteur des pieds de *T. ivorensis* en plantation à Missahoé est fortement dépendante de l'âge des peuplements.

Pour les parcelles à *T. superba*, l'analyse de variance réalisée sur la moyenne des hauteurs totales des parcelles de 2000 et de 2001, indique que les différences observées sont significativement différentes ($F_{1,58} = 7,03$; $P = 0,010$). Ces résultats montrent que l'âge des peuplements, l'espèce et les sites des parcelles sont les facteurs qui déterminent la croissance en hauteur totale de *T. superba* et de *T. ivorensis* jusqu'au stade de futaie.

L'accroissement moyen en hauteur totale des arbres de *T. ivorensis* est évalué à $1,99 \text{ m/an} \pm 0,035$. Les pieds de *T. superba* ne sont pas représentés au niveau de tous les âges, pour permettre l'estimation des accroissements sur la base des relations utilisées.

Croissance en diamètre des arbres

Le diamètre dominant des pieds de *T. ivorensis* de 2000 est de $31,64 \pm 5,82 \text{ cm}$ et de $33,38 \pm 4,10 \text{ cm}$ respectivement sur la parcelle 1 et 3. Les diamètres moyens correspondant sont de $26,34 \pm 7,81 \text{ cm}$ et de $28,44 \pm 6,43 \text{ cm}$ respectivement sur la parcelle 1 et la parcelle 3. Quant aux pieds de *T. superba* de 2000, le diamètre dominant est évalué à $27,22 \pm 9,51 \text{ cm}$ alors que le diamètre moyen est de $24,71 \pm 10,02 \text{ cm}$ sur la parcelle 1. Les diamètres dominants et moyens des pieds de *T. ivorensis* de 2001, sont respectivement évalués à $29,11 \pm 3,65 \text{ cm}$ et à $23,67 \pm 6,80 \text{ cm}$ tandis que ceux de *T. superba* enregistrent les valeurs de $16,16 \pm 4,92 \text{ cm}$ pour le diamètre dominant et $13,89 \pm 5,60 \text{ m}$ pour le diamètre moyen. Les diamètres dominant et moyen du peuplement pur de *T. ivorensis* de 2002 sont respectivement de $25,15 \pm 3,60 \text{ cm}$ et $20,36 \pm 5,46 \text{ cm}$ (Figure 4). L'accroissement diamétrique annuel des *T. ivorensis* a été évalué à $3,52 \text{ cm/an} \pm 0,21$.

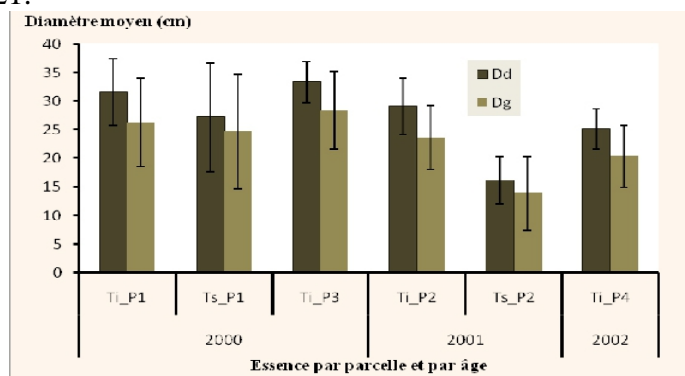


Figure 4 : Diamètre dominant moyen et diamètre moyen des peuplements
 Dd = Diamètre dominant moyen ; Dg = Diamètre moyen ; Ti_P1 = *T. ivorensis* de la parcelle 1 ; Ts_P1 = *T. superba* de la parcelle 1 ; Ti_P3 = *T. ivorensis* de la parcelle N°3 ; Ti_P4 = *T. ivorensis* de la parcelle 4

L’observation de la figure 4, montre que l’âge des peuplements, l’espèce et les parcelles sont les facteurs qui influencent la croissance en diamètre des peuplements étudiés. En effet, l’analyse de variance sur la moyenne des diamètres des pieds de *T. ivorensis* en fonction de l’âge, révèle que les différences observées sont significativement différentes ($F_{1,304} = 303,62$; $P = 0,000$) au seuil de 5% et confirme l’effet de l’âge sur les accroissements en diamètre des parcelles d’observation dans la forêt de Missahoé. L’analyse de variance sur la moyenne des diamètres des pieds de *T. superba* des parcelles de 2000 et de 2001 montre que l’âge influence de façon significative la croissance en diamètre des arbres ($F_{1,58} = 131,97$; $P = 0,000$).

Structure démographique des peuplements de *T. ivorensis* et *T. superba* dans la FCM

Les figures 5, 6 et 7 illustrent la répartition des arbres dans les différentes classes de diamètres. La structure des peuplements de *T. ivorensis* suit l’allure d’une cloche caractéristique d’un peuplement à forte représentativité des individus de la classe intermédiaire, notamment la classe [20 – 30]. Cette structure indique que les arbres des classes de diamètres extrêmes sont peu représentés et donne ainsi une répartition normale dans les classes de diamètre qui caractérise un peuplement équienne. Sur la parcelle 3, la structure est légèrement moins étalée au départ ce qui caractérise un peuplement dont l’effectif des arbres de petit diamètre est moindre par rapport aux arbres de grand diamètre. Cette différence de structure diamétrique indique que la parcelle 3 présente moins de sujets de petit diamètre que la parcelle 1 de même âge. Pour les peuplements de *T. superba*, le graphique obtenu présente plutôt une structure erratique qui illustre une répartition très irrégulière de l’espèce dans les différentes classes de diamètres.

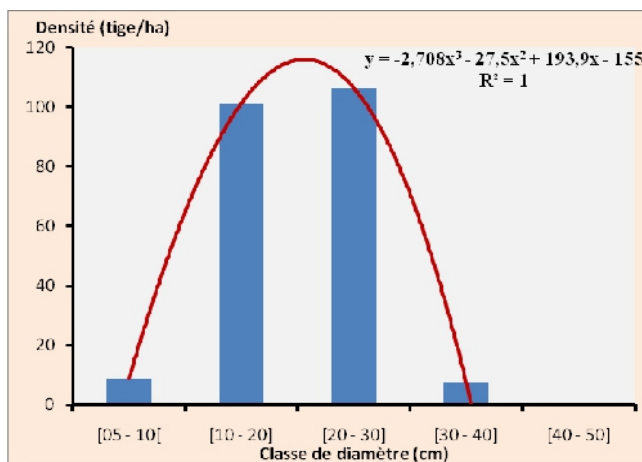


Figure 5 : Structure diamétrique de *Terminalia ivorensis* de 2002

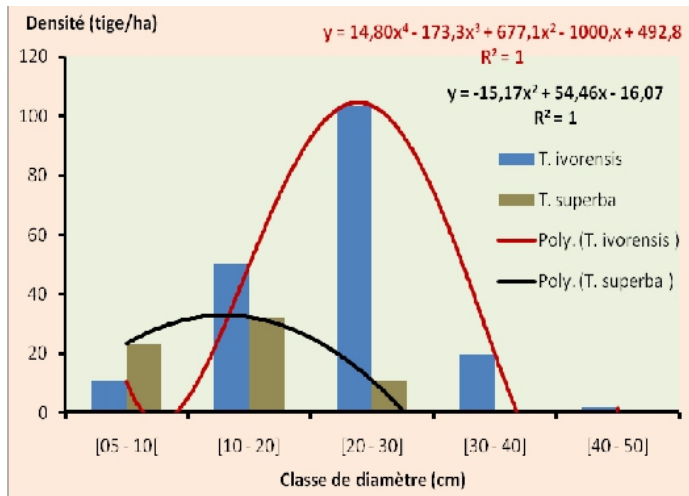


Figure 6 : Structure diamétrique de *Terminalia ivorensis* et *Terminalia superba* de 2001

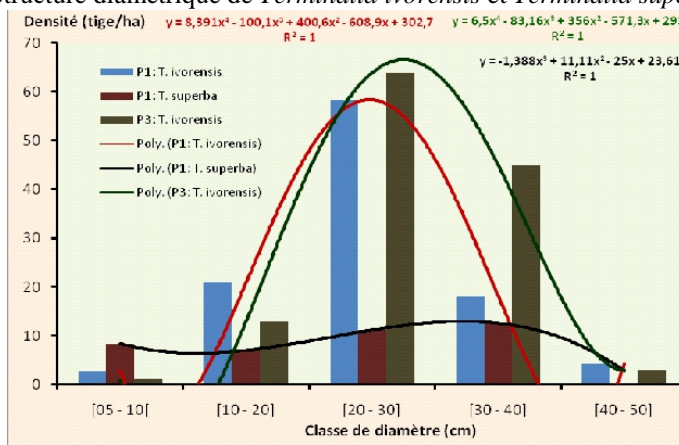


Figure 7 : Structure diamétrique de *Terminalia ivorensis* et *Terminalia superba* de 2000

Relation entre le diamètre à hauteur de poitrine et la hauteur totale

La relation entre la hauteur totale et le diamètre des arbres à 1, 30 m du sol a été appréciée pour chacun des âges considérés. L'équation linéaire polynomiale traduit au mieux, la forme d'équation de régression qui permet le meilleur ajustement aux valeurs observées (Figures, 8, 9 et 10). Cette variable permet d'expliquer en moyenne 50% des variabilités des hauteurs totales par leurs diamètres. Pour ces ajustements R^2 varie de 50 à 70% pour les parcelles de 2000. Pour les parcelles de 2001 et de 2002, R^2 est respectivement égale à 60% et à 64% (Figures, 8, 9 et 10).

Sur les graphiques établis pour la relation entre la hauteur totale et le DBH, on constate sur la figure 9 que la courbe des hauteurs des *T. superba* se retrouve en dessous de celle des *T. ivorensis*. Cette position des deux courbes

atteste une dominance des *T. superba* par les *T. ivorensis* sur la parcelle de 2001. L'intersection constatée entre les courbes des deux essences sur la parcelle de 2000 (Figure 10) dénote d'une codominance des arbres sur ces parcelles.

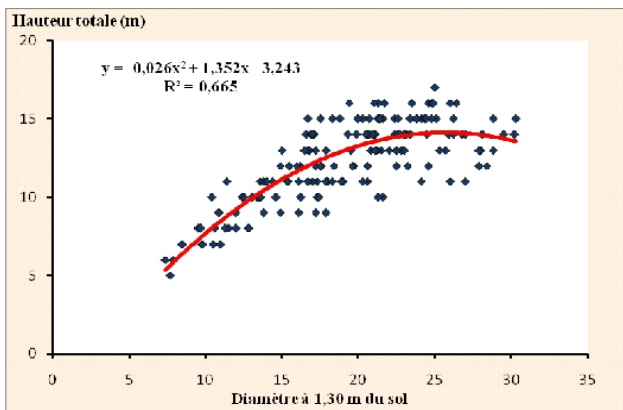


Figure 8 : Évolution des hauteurs totales en fonction des DBH des plantations de 2002

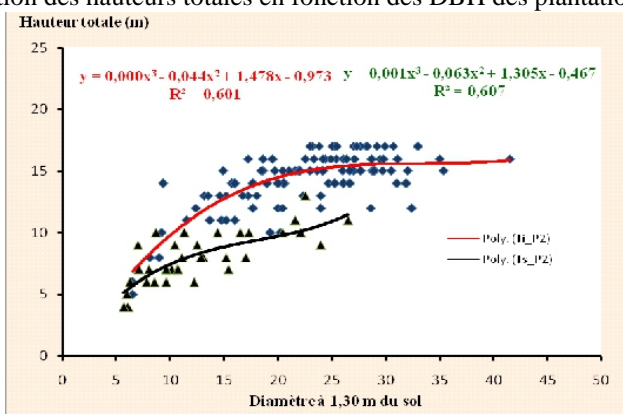


Figure 9 : Évolution des hauteurs totales en fonction des DBH des plantations de 2001

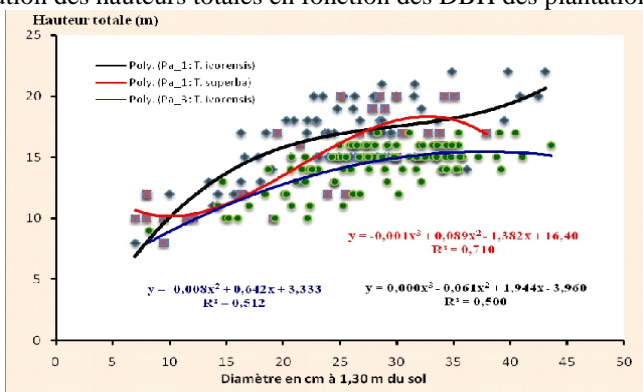


Figure 10 : Évolution des hauteurs totales en fonction des DBH des plantations de 2000

Discussion

Les plantations étudiées, quoi que ignorées depuis leur mise en place, ont cependant bien évolué jusqu'au stade futaie. Les paramètres dendrométriques utilisés pour renseigner la structure des peuplements sont, le diamètre à hauteur de poitrine et la hauteur des arbres, l'espèce et les relations entre ces différents attributs (McElhinny et al., 2005). Les valeurs des diamètres moyens obtenus, caractérisent des peuplements au stade de jeunes futaies n'ayant bénéficiés d'aucun traitement sylvicole et disposant encore de fortes potentialités de croissance en diamètre et en hauteur. En effet, à 11 ans d'âge, ces valeurs sont toutes inférieures à celles trouvées au Ghana par De Ridder (2010), et qui considère comme mature et proche des dimensions d'exploitabilité, tout peuplement dont le diamètre moyen est supérieur à 29 cm. Cependant, l'accroissement moyen annuel sur le diamètre des *Terminalia ivorensis* est proche de celui trouvé par Pangou et al. (2008) et rapproche les arbres de la provenance ivoirienne. Les différences de croissance en diamètre et en hauteur, observées sur les parcelles de même âge, sont liées à l'espèce, l'âge des peuplements et aux parcelles. Ce résultat corrobore ainsi l'assertion de Dupuy, (1999) et de Sokpon et al., (2004, 2006) selon laquelle la productivité des plantations est en premier lieu conditionnée par le niveau de fertilité, la pluviosité, l'hydromorphie et les types de sol des stations concernées.

En dehors de ces paramètres, les résultats de cette étude montrent que l'espèce aussi intervient dans la détermination de la productivité des peuplements. Si l'accroissement moyen en hauteur obtenu pour les arbres de *T. ivorensis* de Missahoe (1,99 m/an \pm 0,035) est identique à celui obtenu au Ghana (1,99 m/an) et rapporté par Pangou et al., (2008) et Bauwens, (2008), la croissance en diamètre des peuplements étudiés par contre est légèrement supérieur aux valeurs signalées par ces auteurs. Cette différence peut s'expliquer par plusieurs facteurs notamment les types de traitement appliqués, la densité du couvert sous lequel les plants ont été introduits, les caractéristiques génétiques de la provenance des semences ou des plants, la fertilité du sol, la pluviométrie et la densité de plantation.

La répartition des arbres dans les différentes classes de diamètre est très irrégulière pour la même espèce installée à la même période. A l'exception de *T. superba*, les structures diamétriques observées sur l'ensemble des parcelles, suivent l'allure d'une cloche unimodale dont le meilleur ajustement est polynomial ($R^2=1$). Pour des parcelles de même âge, les résultats devraient faire observer des structures homogènes. Djodjouwin, (2011), attribue ces différences de structures des plantations d'enrichissement au phénomène de compétition entre sujets. Ce phénomène de compétition entraîne une sélection progressive des sujets vigoureux au détriment des sujets moins vigoureux qui, à la longue disparaissent. Cette

même conclusion a été obtenue par Adou et al., (2011), qui explique cette hétérogénéité sur des parcelles de même âge par une forte mortalité et une recolonisation par d'autres espèces. Pour Bouko et al. (2007), la tendance polynomiale unimodale observée pour les différents peuplements installés la même période serait liée à une forte perturbation du milieu. Pour les mêmes auteurs, quelle que soit le type de forêt et sa superficie, tout peuplement non perturbé montre une distribution de diamètre à tendance exponentielle. Glele et al., (2008) arrivent également à cette conclusion et attribuent la distribution unimodale de peuplement inéquienne aux diverses pressions auxquelles ce peuplement est soumis. Dans les plantations d'enrichissement de Missahoe, la compétition intra spécifique et inter spécifique et les diverses pressions anthropiques sont en toute évidence à l'origine des structures diamétriques à tendance polynomiales unimodales obtenues.

Les plantations de la forêt classée de Missahoe sont restées depuis leur mise en place sans traitements sylvicoles et exposées aux différentes pressions anthropiques notamment des feux de végétation et des coupes illégales. Comparée à *T. ivorensis* installée la même année sur l'ensemble des parcelles, *T. superba* semble être l'espèce la plus perturbée dans les peuplements mélangés. En Côte d'Ivoire, Mallet et al. (1982) ont montré que les racines de *T. ivorensis* ont un effet inhibiteur sur la croissance des plantes qui lui sont associées dans une plantation. Ainsi, tout peuplement mélangé est souvent favorable à *T. ivorensis* qui surcime les autres essences du peuplement, en présentant des dimensions plus grandes que celles des autres essences associées (Dupuy et Koua, 1993). La présente étude confirme ce comportement de *T. ivorensis* qui enregistre les meilleures performances de croissance en diamètre et en hauteur par rapport à *T. superba* sur les différentes parcelles étudiées.

La relation individuelle qui permet d'estimer la hauteur totale de chaque arbre du peuplement en fonction de son diamètre à 1,30 m et des caractéristiques du peuplement, a permis de mieux observer le phénomène de dominance ou de codominance des pieds de *T. ivorensis* sur ceux de *T. superba*. Pour ces plantations de Missahoe, les courbes de hauteur obtenues se traduisent par des fonctions polynomiales et confirment les différences morphologiques entre les deux essences. En effet, il existe un lien entre la morphologie des arbres et des paramètres écologiques tels que le tempérament vis-à-vis de la lumière (Davies et al. 1998 ; Poorter and Werger, 1999 ; Barker et al., 2006 ; Easdale et al., 2007), les préférences pour un micro-habitat et la hauteur maximum potentielle (Kohyama et al, 2003 ; Madelaine–Antin, 2009). Par ailleurs, les conditions environnementales telles que la photopériode et la température, peuvent aussi modifier la croissance de jeunes pieds de *T. superba* installés sous couvert forestier. Ainsi, une diminution de la longueur du jour ralentit-elle fortement

l'allongement des tiges et celui-ci est associé à un ralentissement du dégagement des entre-nœuds qui atteignent alors une longueur finale plus faible (Maillard et al, 1987). Cette caractéristique écologique des arbres de *T. superba* plantés sous couvert forestier peu dégagé, expliquerait aussi leur faible croissance en hauteur ainsi que leur dominance par *T. ivorensis*.

Conclusion

Dans cette étude, les valeurs des paramètres dendrométriques obtenues et les structures observées ont permis d'apprécier la structure et le stade de développement des peuplements étudiés et laissent envisager un régime de traitement de futaie régulière. En dépit de quelques irrégularités dans ces structures, l'évaluation des paramètres de croissance des peuplements mélangés et des peuplements purs de la forêt classée de Missahoe, a permis de mettre en évidence l'importance des traitements sylvicoles et du suivi régulier des plantations forestières. Il ressort de cette étude qu'à un âge avancé de la plantation, les traitements non réalisés peuvent ralentir la croissance des peuplements et compromettre les objectifs des plantations. Les parcelles étudiées ont bénéficié depuis leur mise en place, des entretiens et de la protection des plantations de sous bois (cacaoyers, caféier, bananier) pour croître et se maintenir jusqu'au stade de jeune futaie. A ce stade, il est indispensable de fixer les taux des éclaircies et leur fréquence à l'échelle de toute la plantation ainsi que la rotation et les diamètres minimums d'exploitabilité des deux espèces étudiées dans les conditions pédoclimatiques du Togo. La méthode participative de mise en place des parcelles, implique l'application d'une sylviculture intégrée qui prend en compte les différentes activités des populations riveraines à cette forêt classée.

Remerciements

Les auteurs de cet article adressent leurs sincères remerciements à l'Organisation Internationale des Bois Tropicaux (OIBT), pour son appui financier qui a été d'une grande utilité dans la collecte des données de terrain.

References:

- Adjonou K., Napo A., Kokutse A.D., Segla K.N. & Kokou K. (2010). Étude de la dynamique des peuplements naturels de *Pterocarpus erinaceus* Poir. (Fabaceae) surexploités au Togo. *Bois et Forêts des Tropiques* N° 3 0 6 (4) 12p.
- Adjonou K. (2007). *Influence des facteurs écologiques sur les propriétés biophysiques du bois de teck en plantation au Togo*. Mémoire de DEA, Université de Lomé, 94p

- Adjossou K. (2009). *Diversité, structure et dynamique de la végétation dans les fragments de forêts humide du Togo : les enjeux pour la conservation de biodiversité*. Thèse de Doctorat de l'Université de Lomé, 190 p.
- Adou Yao C.Y., Bakayoko A., Akpatou K.B. & N'Guessan K. (2011). Impacts de pressions anthropiques sur la flore et la structure de la végétation dans la forêt classée de Monogaga, Côte d'Ivoire. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 2011. Vol. 12.,13p.
- Barker M.G., Pinard M.A. & Nilus R. (2006). Allometry and shade tolerance in pole-sized trees of two contrasting dipterocarp species in Sabah, Malaysia. *Biotropica* 38:437-440.
- Bauwens S. (2008). Caractérisation de l'agroforêt Limba-bananier de la Réserve de Biosphère de Luki (Mayumbe, Bas-Congo) : Mémoire du grade de Bio ingénieur en Nature, Eaux et Forêts ; Faculté Universitaire des sciences agronomiques de Gembloux. 109 p.
- Bouko B., Sinsin B. & Goura Soulé B. (2007). Effets de la dynamique d'occupation du sol sur la structure et la diversité floristique des forêts claires et savanes au Bénin. *Tropicultura*, n° 25(4): 221-227.
- Davies S.J., Palmiotto P.A., Ashton P.S., Lee H.S., & Lafrankie J.V., (1998). Comparative ecology of 11 sympatric species of *Macaranga* in Borneo: tree distribution in relation to horizontal and vertical resource heterogeneity. *Journal of Ecology*, 86: 662-673.
- De Ridder M., Hubau W., Van Den Bulcke J., Van Acker J. & Beeckman H. (2010). The potential of plantations of *Terminalia superba* Engl. & Diels for wood and biomass production (Mayombe Forest, Democratic Republic of Congo). *Ann. For. Sci.* 67 (2010) 501.
- Djodjouwin L., Glele Kakaï R. & Sinsin B. (2011). Caractérisation structurale des formations naturelles enrichies en essences forestières locales: cas des vertisols de la Lama (Benin). *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 5(4): 1628-1638.
- Dupuy B., Koua M. (1993). Les plantations d'acajou d'Afrique : leur sylviculture en forêt dense humide ivoirienne. *Bois et Forêts des Tropiques*. 236 : 1-18.
- Dupuy B., Maître H.-F., & Kanga A.N. (1999). Table de production du teck (*Tectona grandis*). L'exemple de la Côte d'Ivoire. *Bois et Forêts des Tropiques*. 261: 5–16.
- Easdale T.A., Healey J.R., Grau H.R., & Malizia A. (2007). Tree life histories in a montane subtropical forest: species differ independently by shade-tolerance, turnover rate and substrate preference. *Journal of Ecology* 95: 1234-1249.
- FAO (2007). La situation des forêts du monde 157 p
- FAO (2007). Gestion responsable des forêts plantées: directives volontaires. Document de travail sur les forêts et arbres plantés 37/E. Rome (Available

- online : www.fao.org/forestry/site/10368/en).
- FAO (2011). La situation des forêts du monde, 193 p
- Glele Kakaï R.L., Sinsin B. & Palm R. (2008). Etude dendrométrique de *Pterocarpus erinaceus* Poir. des formations naturelles de la zone soudanienne au Bénin : *Agronomie Africaine* 20 (3) : 245 – 255.
- Kohyama, T., Suzuki E., Partomihardjo T., Yamada T., & Kubo T. (2003). Tree species differentiation in growth, recruitment and allometry in relation to maximum height in a Bornean mixed dipterocarp forest. *Journal of Ecology* 91:797-806.
- Kokou K. (2005). Les forêts sacrées de l'aire Ouatchi au sud-est du Togo et les contraintes actuelles des modes de gestion locale des ressources forestières : *Vertigo*, 6(3). 10p.
- Kokutse A. (2002). *Analyse de la qualité du bois de teck (Tectona grandis L.f) en plantation au Togo : formation du bois de cœur, propriétés mécaniques et durabilité*. Thèse de Doctorat de l'Université Bordeaux I (France).
- Lamoureux M. (1969) : Notice explicative de la carte pédologique du Togo. ORSTOM, Paris, 86p.
- Madelaine-Antin C. (2009). *Dynamique des peuplements forestiers tropicaux hétérogènes : variabilité inter et intra spécifique de la croissance des arbres et trajectoires de développement en forêt dense humide sempervirente, dans les Ghâts occidentaux de l'Inde*. Thèse de doctorat Université Montpellier 2 – Montpellier SUPAGRO (France).
- Maillard P., Jaques M., Migniniac E. & Jacques R. (1987). Croissance de jeunes *Terminalia superba* en conditions contrôlées. *Ann. Sci. For.* 44(1) : 67–87.
- Mallet B. & Didier de Saint Amand J. (1981). Mise en évidence d'un effet inhibiteur des racines de *Terminalia ivorensis* sur le développement de jeunes plants de la famille des combrétacées. OSTOM Paris, 40p.
- McElhinny C., Gibbons P., Brack C. & Bauhus J. (2005). Forest and woodland stand structural complexity: Its definition and measurement. *Forest Ecology and Management* 218(1-3): 1-24.
- MERF – TOGO. (2003) : Rapport d'achèvement du projet PD 9/99 Rev 2 (F). 7p.
- MERF – TOGO. (2011) : Plan d'aménagement de la Forêt Classée de Missahoé. *Rapport final* 141 p.
- Pangou S., Teillier L., Forni E. & Fargeot C. (2008). Essais de comparaison des provenances de *Terminalia superba* Engler & Diels à Ngoua 2 (Congo). *Ann. Univ. M. Ngouabi*, 9 (N° spéc.).
- Poorter L., and. Werger M.J.A., (1999). Light environment, sapling architecture, and leaf display in six rain forest tree species. *American Journal of Botany*, 86:1464-1473.

Sokpon N. et Ouinsavi C., (2004) : Gestion des plantations de *Khaya senegalensis* au Bénin, *Bois et Forêts des Tropiques*, 279(1) : 37-46.

Sokpon N., Biaou S.H., Ouinsavi C. & Hunhyet O., (2006). Bases techniques pour une gestion durable des forêts claires du Nord-Bénin : rotation, diamètre minimal d'exploitabilité et régénération. *Bois et Forêts des Tropiques*, 287(1) : 45-57.

Sylvain J-P., Collart, J., Aregba, A. & Godonou, S., (1986) : *Notice explicative de la carte géologique au 500 000è du Togo*. Mem. n° 6, Dir. Gén. Min. Géol./Bur. Nat. Rech. Min. Lomé.