



Original Paper

Régénération naturelle des végétaux : cas de *Cedrela odorata* L. (Meliaceae) dans la forêt dense semi-décidue de Sangoué (Centre-Sud, Côte d'Ivoire)

Dawa COULIBALY^{1*}, Venance-Pacôme Gniayou KOUADIO¹, Kouassi Achi EDI³,
Kanga Anatole N'GUESSAN² et N'Tapké Kama Maxime BORAUD¹

¹Laboratoire des Milieux Naturels et Conservation de la Biodiversité, Université Felix Houphouët Boigny
Cocody, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire.

²Centre National De Recherche Agronomique (CNRA), 08BP33 Abidjan 08, Côte d'Ivoire.

³Science des Technologies et Industries du Bois, Côte d'Ivoire.

*Auteur correspondant ; E-mail : kouldawa@gmail.com

Received: 17-06-2022

Accepted: 29-09-2022

Published: 31-10-2022

RESUME

L'Afrique de l'ouest en général et la Côte d'Ivoire en particulier étaient des zones fortement boisées dont les espaces forestiers ont été fortement réduits ces dernières décennies. Cette réduction est l'effet conjugué de la forte démographie, de l'agriculture et de l'exploitation des massifs forestiers en bois d'œuvre. Tout cela a conduit à un appauvrissement du couvert forestier en essences commercialisables. La reconstitution du couvert forestier ivoirien et son enrichissement en essences commercialisables ont consisté à d'introduire de essences exotiques telles que le *Cedrela odorata* L., (Meliaceae) et le *Tectona grandis* L. f (Verbenaceae). La plupart des méthodes de reboisement appliquées en Côte d'Ivoire, sont basées sur la futaie. *Cedrela odorata* a une forte production et de dissémination des graines conduisant à un peuplement de semis naturels non aménagé. L'objectif général de cette étude a été d'aménager les semis naturels de *Cedrela* pour la reconstitution des parcelles de *Cedrela odorata*. Les travaux ont été conduits dans la forêt classée de la Sangoué située majoritairement dans la région du Goh. Plusieurs paramètres (quantitatifs et qualitatifs) ont été évalués suivant les types d'essais. Des différents dispositifs, il ressort que les traitements affectent l'évolution des peuplements. Ainsi, nous avons enregistré une valeur moyenne de 18 cm pour les diamètres pour les placettes traitées contre 15 cm pour la placette témoin. Quant aux hauteurs totale (HT) et hauteurs de fût (HF), nous avons enregistré respectivement la hauteur moyenne de 16 m et 11 m pour la placette PL2 (ombragée) contre 12 m et 8 m pour les placettes PL1 (ensoleillée) et PL3 (placette témoin). L'espacement est donc un des facteurs qui exerce la plus forte l'influence sur la croissance en diamètre des arbres. En effet, l'espacement à consister à effectuer des éclaircies sur les placettes PL1 et PL2 Ce même facteur, associé à la lumière pénétrant profondément par les canopées stimule la croissance en longueur utile. Dans ce travail, le comportement de chaque type de placettes est observé afin de connaître l'effet de la densité, des éclaircies, de l'ombrage et de la lumière sur les tiges de *Cedrela odorata*. Pour les paramètres qualitatifs, les meilleures rectitudes, élagages et états sanitaires observés sur les placettes traitées sont l'effet des éclaircies éliminant les individus dépréciés.

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Régénération, semis naturels, éclaircie, reconstitution.

Natural plant regeneration: the case of *Cedrela odorata* L. (Meliaceae) in the dense semi-deciduous forest of Sangoué (Centre-South, Côte d'Ivoire)

ABSTRACT

West Africa in general and Côte d'Ivoire in particular were heavily forested areas whose forest areas have been greatly reduced in recent decades. This reduction is the combined effect of strong demography, agriculture and the exploitation of forests for timber. All this has led to a depletion of the forest cover in marketable species. The reconstitution of the Ivorian forest cover and its enrichment in marketable species consisted of introducing exotic species such as *Cedrela odorata* L. (Meliaceae) and *Tectona grandis* L. f (Verbenaceae). Most of the reforestation methods applied in Côte d'Ivoire are based on high forest. *Cedrela odorata* has high seed production and dispersal leading to an unmanaged natural seedling stand. The general objective of this study was to develop the natural seedlings of *Cedrela* for the reconstitution of the plots of *Cedrela odorata*. The work was carried out in the Sangoué classified forest located mainly in the Goh region. Several parameters (quantitative and qualitative) were evaluated according to the types of test. From the various devices, it appears that the treatments affect the evolution of the stands. Thus, we recorded an average value of 18 cm for the diameters for the treated plots against 15 cm for the control plot. As for the total heights (HT) and bole heights (HF), we recorded respectively the average height of 16 m and 11 m for plot PL2 (shaded) against 12 m and 8 m for plots PL1 (sunny) and PL3 (control plot). Spacing is therefore one of the factors that exerts the strongest influence on the diameter growth of trees. Indeed, the spacing to consist in carrying out thinning on the plots PL1 and PL2. This same factor, associated with the light penetrating deeply by the canopies stimulates the growth in useful length. In this work, the behavior of each type of plot is observed in order to know the effect of density, thinning, shade and light on the stems of *Cedrela odorata*. For the qualitative parameters, the best straightness, pruning and health conditions observed on the treated plots are the effect of the thinning eliminating the depreciated individuals.

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Regeneration, natural seedlings, thinning, reconstitution.

INTRODUCTION

L'Afrique de l'ouest en général et la Côte d'Ivoire en particulier, est une zone comportant plusieurs types de forêts (WWF, 1992). En effet, de seize millions d'hectares de forêt à la veille de l'indépendance (1960), la forêt ivoirienne est passée à environ deux millions d'hectares en 2015 (FAO, 2015). Cette régression est imputable aux activités d'anthropiques (Silué, 2018).

Si l'agriculture constitue aujourd'hui la principale cause de déforestation en Afrique, l'exploitation forestière, même légale, menace les espèces ligneuses (Jennings et al., 2003, Damette et al., 2011). En effet, sa pratique sans actions de reconstitution des parcelles déboisées entraîne la dégradation des forêts à une allure vertigineuse (FAO, 1981 ; Bertrand, 1983 ; FAO, 1996).

Les exploitants décapitalisent les peuplements et modifient profondément la composition et la structure de ceux-ci. Le

rythme de la déforestation qui se situait entre 2,66 et 3,04% vers les années 2002 reste largement supérieur aux capacités de régénération naturelle des forêts (Yedmel, 2004). Cela cause un appauvrissement par écrémage lorsque la décapitalisation continue à un rythme infreignable. Aujourd'hui, les tiges à diamètres minimum d'exploitabilité (DME) sont devenues rares dans les forêts (Kouadio, 2013). Les données sur l'évolution du couvert forestier tropical, bien que contestées par certains auteurs ont eu le mérite d'attirer l'attention des autorités nationales de nombreux pays sur le problème de la déforestation et surtout sur appauvrissement en essences commercialisables (Fairhead et al., 1998 ; N'guessan et Kouassi, 2005).

La reconstitution du couvert forestier et des ressources en bois constitue un défi majeur pour la recherche et le développement forestier en Côte d'Ivoire (Coulibaly, 2004). C'est dans ce contexte et cet

objectif que la Côte d'Ivoire a entrepris l'alternative de la création des plantations forestières. Ces plantations représentent des sources d'approvisionnement en ressources ligneuses des industries de bois, et à terme, une substitution de bois de forêts naturelles. Elles comportent généralement des espèces à vocation bois d'œuvre qui doivent suppléer à l'insuffisance de régénération naturelle, en quantité et en qualité, pour pouvoir être utilisés pleinement dans la production ligneuse. En plus, ces plantations forestières offrent diverses prestations de services écosystémiques comme la fourniture de bois d'œuvre, le stockage du carbone et la facilitation de la régénération des espèces indigènes d'arbres (Tibré et al., 2015). La gestion de ces zones a été confiée à la Société de Développement de Forêts (SODEFOR) qui contribue à la gestion durable avec ses nombreuses plantations forestières valorisant aussi les essences indigènes du pays.

Outre les espèces locales pionnières dans les plantations forestières (Acajou, Niangon, Makoré...), certaines espèces exotiques forestières telles que le Teck (*Tectona grandis* L.f., Verbenaceae), le Gméline (*Gmelina arborea* Roxb, Verbenaceae) et l'Acajou rouge (*Cedrela odorata* L., Meliaceae) dont l'adaptabilité ainsi que les usages spécifiques et généraux mis en œuvre en Côte d'Ivoire, ont été introduites (N'guessan et al., 2016). Ces essences ont été introduites en 1929 (Teck) dans la zone de Bouaké, en 1922 *Cedrela* à Soubré et en 1934 (Gmelina) dans la forêt du Banco (Behaghel et Adou, 1998, Ouattara, 2009, Bakayoko et Coulibaly, 2012).

Ces espèces sont utilisées pour leurs fûts droits qui en font du bon bois d'œuvre pour certaines, leur croissance rapide et leur grande capacité d'occupation du sol pour d'autres (Tibré et al., 2015). Cependant, la plupart des méthodes de reboisement utilisées par la SODEFOR sont encore basées sur la futaie qui est le régime dans lequel les peuplements sont régénérés par reproduction sexuée (Ouattara, 2009). Dans ce cas, les arbres que l'on veut régénérer doivent atteindre le stade de fructification régulière

pour que les graines soient utilisées pour réaliser des pépinières avant de faire le planting (Ouattara, 2009). Les résultats des travaux de recherche d'Ettien (2005) et de Kouadio et al. (2007) ont montré la faible possibilité de régénération naturelle par les graines des essences forestières couramment exploitées en Côte d'Ivoire. Encore, le manque de terres arables et les coûts de production, très onéreux ne permettent pas d'atteindre les résultats escomptés (Voui et al., 2015). Aussi, malgré l'importance du bois les services de la forêt, (services écosystémiques, bois d'œuvres, d'énergie...), la culture du reboisement n'est toujours pas ancrée dans le quotidien des ivoiriens, à part celle des arbres fruitiers. La régénération des peuplements forestiers à partir du matériel végétal existant peut-être une alternative intéressante et prometteuse pour obtenir des reboisements d'avenir sans replantation, d'où la voie végétative pour obtenir une production rapide et importante de bois de plantation pour le *Cedrela* (Voui et al., 2015). Les individus issus des semis spontanés peuvent être aménagés pour devenir des sujets exploitables et commercialisables dans ce cas, on parle de semis naturels. En Côte d'Ivoire, les travaux sur ce type de régénération naturelle ont été réalisés sur plusieurs essences dont le Teck une essence très utilisée ou reboisée pour son utilisation et sa résistance aux feux de forêts (Ouattara, 2009). Il en est de même pour le Gmelina, ou *l'Acacia magium* Willd. (Fabaceae) (N'guessan et al., 2016). Mais, des études similaires sur l'itinéraire technique de la régénération par les semis spontanés n'existent pas encore sur le *Cedrela* en Côte d'Ivoire (N'guessan et al., 2016). Alors que les conditions écologiques en Côte d'Ivoire sont propices à la croissance extensive de *Cedrela odorata* qui a rapidement gagné en popularité dans la réalisation d'initiatives de reboisement industriel et de s'étendre hors des zones plantées modifiant abondamment les flores environnantes existantes au point d'être citée comme espèce invasive dans les plantations forestières (Zo Bi et al., 2020).

L'objectif de cette étude est d'étudier la capacité de régénération naturelle de

Cedrela odorata. En effet, il est nécessaire d'accroître la productivité des peuplements de *Cedrela* issus de semis naturels pour qu'elle soit équivalente en qualité et en valeur marchande à celle des peuplements des parcelles reboisées. Quels sont les travaux sylvicoles nécessaires pour que les semis naturels deviennent des sujets commercialisables au même titre que les plantations ? Le travail vise globalement à étudier la régénération naturelle des parcelles de *Cedrela odorata*, particulièrement à relever les activités sylvicoles à mener afin de transformer le peuplement issu de semis naturels en peuplements d'avenir.

MATERIEL ET METHODES

Présentation du site d'étude

La forêt classée de la Sangoué (Figure 1), avec une superficie de 36200 ha tire son nom de la rivière « Sangoué » qui le traverse du Nord-Ouest au Sud-Est. Cette aire protégée a été érigée en forêt classée par l'arrêté N° 1023 /SE/5 du 27 mars 1939 (SODEFOR, 2020). Elle est située au Centre-Sud de la Côte d'Ivoire entre 6°07'26" et 6°20'08" de latitude Nord et de 5022'03" et 5037'03" de longitude Ouest. Cette forêt classée est à cheval sur les Régions du Gôh et du Loh-Djiboua et s'étend sur les Départements d'Oumé (70%) précisément dans les Sous-préfectures d'Oumé et de Diégonéfla, de Divo (10%) avec les Sous-préfectures d'Hiré et de Nébo enfin de Lakota (20%) avec les Sous-préfectures de Kadeko et de Didi (SODEFOR, 2020). C'est une région qui est classée dans la forêt dense humide semi-décidue ou forêt à *Celtis*, caractérisée par une physionomie d'architecture pluristratifiée et la chute quasi simultanée des feuilles des grands arbres pendant les saisons arides (Kpangui et Adou, 2015). Cette région est de la zone de transition climatique avec les influences humides du Sud et la moyenne Côte d'Ivoire (Guéi, 2013). Dans le Département d'Oumé, on note une pluviométrie bimodale qui permet classiquement de distinguer 4 saisons au cours de l'année (Kassin et al., 2008). L'hydrographie est dominée par le fleuve Bandaman (Soro et al., 2010). Le principal

affluent de ce fleuve dans la région d'Oumé est la Téné qui se trouve sur la rive droite du cours d'eau (Soro et al., 2010). La Sangoué, une rivière du Département, qui coule au Sud. Le Département d'Oumé présente un relief peu accidenté dans l'ensemble. Le granite qui constitue son socle, fait apparaître des reliefs peu marqués qui s'abaissent du Nord au Sud dans sa partie Nord et du Sud au Nord dans sa partie Sud (Kassin et al., 2008).

Collecte des données

Afin de déterminer la potentialité de régénération d'une espèce cible, la conduite d'un inventaire floristique est indispensable. L'inventaire comprenait deux méthodes de relevés floristiques complémentaires : les relevés de surface et les relevés itinérants. Le dispositif comprenait trois placettes de 2500 m² (50 m × 50 m) soit ¼ ha chacune Ouattara (2009), PL1 (placette, ensoleillée) PL2 (peu ombragée) et PL3 (placette témoin non éclaircie). Les travaux ont été effectués de février 2020 à janvier 2021, soit une période de douze mois. Chacune de ces placettes a été divisée en quatre sous-placettes de 625 m² (25 m × 25 m) soit 1/16 ha. Les deux premières placettes ont subi deux éclaircies : une éclaircie sanitaire (Figure 2 B) et une éclaircie de densité (Figure 2) qui sont des opérations sylvicoles consistant à supprimer certains sujets jugés malsains ou trop serrés d'un peuplement de façon à favoriser ceux qui restent. Ces activités ont été précédées d'une analyse préalable et détaillée afin d'évaluer la présence et la séparation correcte des tiges d'avenir sur l'ensemble de la placette.

En effet, la première éclaircie dite sanitaire a été réalisée. Elle a consisté à éliminer les pieds mal formés, attaqués et les bas branchus. La seconde éclaircie nommée éclaircie de densité a été appliquée pour ramener la placette à l'écartement normal (3 m × 3 m). Au terme de ces inventaires, a été faite la cotation des individus afin que chacun ait un numéro lors de la collecte des données dendrométriques (Tableau 1) (Ouattara, 2009). Les cotations ont été faites chaque deux mois pour une meilleure appréciation des valeurs.

Les différents paramètres qualitatifs ont été cotés au *in visu*.

Analyses des données

Détermination de la structure horizontale

L'analyse sylvicole de la régénération a été axée sur la structure horizontale. Elle a permis d'avoir une idée sur l'histoire des populations et ainsi de prévoir leur évolution dans le futur (Lantovolona, 2010). En effet, les inventaires floristiques se sont déroulés et un dispositif a été mis en place évaluant certains paramètres qualitatifs tels que la circonférence et le DBH (Dimeter at Breast Height). Pour l'analyse de la distribution des individus, un pas de cinq centimètres a été adopté pour les classes de diamètre (Koulibaly, 2008). Ainsi, les individus ont été regroupés dans les classes suivantes : classe 1 = [0 ; 5 cm[; classe 2 = [5 ; 10 cm[; classe 3 = [10 ; 15 cm[; classe 4 = [15 ; 20 cm[; classe 5 = [20 ; 25 cm[; classe 6 = [25 ; 30 cm[; classe 7 = [30 ; 35 cm[; classe 8 = [35 ; 40 cm[; classe 9 = [40 ; 45 cm[; classe 10 = [45 cm ; →[.

Cette analyse diamétrique, nous a permis de déterminer la stabilité écologique et l'effet de la densité et de l'espacement sur les tiges. Les moyennes des paramètres ont été

comparées entre elles à l'aide du test t de Student (cas de normalité) et celui de Mann-Withney (absence de normalité). Ces deux tests ont été appliqués en présence de deux échantillons. En présence de plus de deux échantillons, le test d'ANOVA (cas de normalité) a été utilisé et celui de Kruskal-Wallis (absence de normalité) a été appliqué et celui de kruskal-Wallis a été appliqué (cas d'absence de normalité) a été appliqué. Tous ces tests ont été réalisés sur le logiciel STATISTICA.

Détermination de la structure verticale

La structure verticale d'un peuplement est la distribution des individus de ce peuplement par la classe de hauteur (Silué et al., 2018). Elle permet de rendre compte de la stabilité des populations d'une espèce. La structure verticale des peuplements de *Cedrela odorata* a été décrite. La distribution a été faite en cinq classes de hauteur : classe 1 = [0 ; 4 m[; classe 2 = [4 m ; 8 m[; classe 3 = [8 ; 12 m[; classe 4 = [12 ; 20 m[; classe 5 = [20 ; →[(Koulibaly, 2008). Elle permet d'étudier la démographie du peuplement de *Cedrela odorata*, et d'apprécier la capacité de l'espèce à pouvoir se développer naturellement.

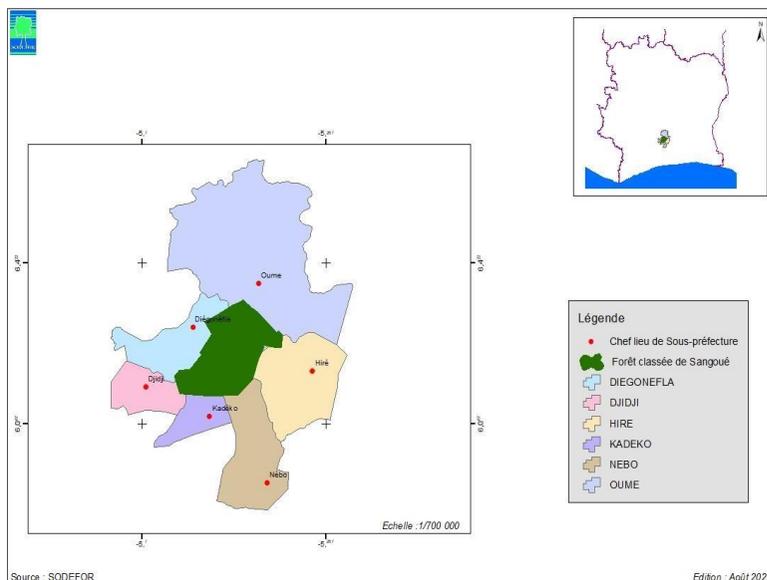


Figure 1 : Carte de localisation et présentation de la forêt classée de Sangoué.

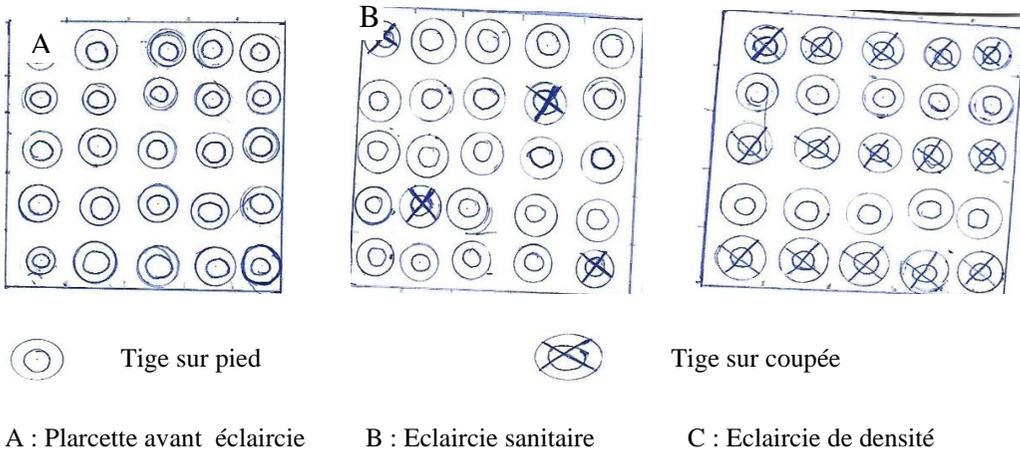


Figure 2: Dispositif expérimental des éclaircies.

Tableau 1 : Cotation des paramètres qualitatifs.

PARAMETRES	COTATION		
	1	2	3
Cylindricité	Arbre parfaitement circulaire, absence de méplats	Arbre avec un méplat	Arbre avec deux méplats et plus
Rectitude	Arbre droit sans courbure	Arbre présentant une courbure	Arbre présentant deux courbures et plus
Elagage	Arbre présentant des branches basses très fines	Arbre présentant une grosse branche basse	Arbre présentant plus de deux grosses branches basses
Etat sanitaire	Arbre vivant et non attaqué	Arbre vivant mais attaqué	Arbre mort

Source : Ouattara, 2009.

RESULTATS

Paramètres dendrométriques des populations

Structure horizontale

Les résultats sur les valeurs des DBH (Dimeter at Breast Height) des individus de *Cedrela odorata* selon le traitement sont représentés dans la Figure 3 et le Tableau 2. La placette PL1 (ensoleillée) présente la meilleure valeur moyenne de DBH qui est de $17,37 \pm 0,32$ cm. Elle est suivie par la placette PL2 avec une valeur moyenne de DBH de $16,93 \pm 0,27$ cm. Enfin, vient la valeur

moyenne des DBH de la placette PL3 (placette témoin) qui est égale à $14,72 \pm 0,12$ cm. La différence entre les valeurs moyennes des DBH est significative ($F= 73,77$; $p = 0,00$). Les valeurs basses des écarts -types traduisent une faible variabilité entre les DBH des placettes en régénération.

Quant à l'évolution diamétrique en fonction du temps, au 1^{er} mois, la valeur moyenne de DBH des individus de la PL2 est $14,67 \pm 4,78$ cm. Cette valeur augmente régulièrement et lentement jusqu'au 6^e comptage pour atteindre $16,27 \pm 5,97$ cm.

Celle de la PL2 commence avec $15,97 \pm 4,79$ cm au 1^{er} comptage et évolue plus rapidement pour atteindre une valeur maximale de $18,56 \pm 5,01$ cm au 6^e comptage. Enfin la PL3 qui a les plus faibles valeurs commence avec $14,81 \pm 5,99$ cm mais légèrement au-dessus de la valeur initiale de PL1 et atteint sa valeur maximale (15 cm) au 4^e comptage. Au-delà, du 14^e comptage correspondant au 8^e mois, on observe avant de se stabiliser jusqu'au 6^e comptage (Figure 4).

Structure verticale

La répartition des tiges des semis naturels de *Cedrela odorata* en fonction de la hauteur totale (HT) présente une distribution en cloche sur les placettes avec une classe nodale de PL2 ($14,90 \pm 0,19$ m), ensuite les placettes PL3 et PL1 présentent respectivement $12,34 \pm 0,09$ m et $11,82 \pm 0,21$ m (Figure 5) et (Tableau 2).

La Figure 6 présente les courbes d'évolution de la hauteur totale (H_T) des individus par placette sur une année. En effet, du 1^{er} comptage au 2^e, la hauteur moyenne de la PL3 augmente peu rapidement pour atteindre $15,57 \pm 6,04$ m. Au-delà du 2^e comptage, cette hauteur se stabilise. Quant à la PL2, elle commence avec une valeur moyenne de $15,97 \pm 4,79$ m pour atteindre $18,56 \pm 5,01$ au dernier comptage. La valeur moyenne sur cette placette croît très rapidement.

Il ressort de cette figure qu'au 2^e comptage, les individus de la PL1 marquent une croissance remarquable allant de $14,67 \pm 4,78$ m à $15,14 \pm 5,63$ m. Du 2^e au 6^e comptage cette croissance est très lente et n'atteint $16,27 \pm 5,97$ m à la fin.

L'analyse de la répartition des tiges de semis naturels de *Cedrela odorata* en fonction de la valeur moyenne des hauteurs fût (H_F) (Figure 7) et (Tableau) montre que la placette PL1 a une valeur moyenne de $8,94 \pm 3,21$ m. La placette PL2 a une valeur de $9,32 \pm 3,24$ m. Enfin, la placette PL3 a une valeur moyenne de $8,36 \pm 3,20$ m. Les courbes d'évolution présentent la hauteur de fût des individus par placette en fonction du temps. Il ressort de la figure qu'au premier comptage, la valeur moyenne initiale de la hauteur fût de la placette PL1 est de $7,72 \pm 3,35$ m. Elle croît

lentement pour atteindre une valeur moyenne de $8,63 \pm 3,58$ m. La placette PL2 enregistre une valeur initiale de $10,78 \pm 3,39$ m. Les hauteurs de fût croissent faiblement sur cette placette et atteignent une valeur maximale de $11,27 \pm 3,34$ m au 6^e comptage. Enfin, la placette PL3 démarre avec une valeur moyenne des hauteurs de fût qui est $8,24 \pm 2,44$ m. Elle augmente avec l'année pour atteindre la valeur maximale de $8,28 \pm 2,71$ m (Figure 8).

Paramètres qualitatifs

Rectitude

La distribution des valeurs moyennes de rectitude des tiges de *Cedrela odorata* sur les placettes en fonction des rectitudes présente une allure en « J » (Figure 9). L'analyse du Tableau 2 montre que la placette PL3 concentre les valeurs de cotation les plus élevées ($1,16 \pm 0,21$). Elle est suivie de la placette PL1 qui a une valeur moyenne de $1,09 \pm 0,36$. Enfin, la placette PL2 enregistre une valeur moyenne de $1,02 \pm 0,31$. La différence entre les valeurs de la cotation de rectitude entre les différentes placettes est significative ($F = 26,27$; $P = 0,000000$).

L'évolution de la rectitude sur les différentes placettes en fonction du temps est représentée par la Figure 10. La placette PL1 enregistre une moyenne de $1,08 \pm 0,28$ au 1^{er} comptage et reste presque stable jusqu'au 2^e comptage. Au-delà du 2^e comptage on observe, une évolution rapide pour atteindre $1,11 \pm 0,32$ avant de se stabiliser jusqu'au dernier comptage. Quant à la placette PL2, elle enregistre une valeur initiale de $1,08 \pm 0,27$ restant presque stable jusqu'au dernier comptage avec une valeur finale de $1,11 \pm 0,31$ qui représente la valeur maximale. Enfin, la placette PL3 a une valeur initiale de $1,21 \pm 0,43$ et enregistre les plus grandes valeurs. Du premier comptage au 2^e, cette valeur augmente rapidement et se stabilise jusqu'au dernier comptage.

Elagage

La répartition des valeurs moyennes de l'élagage des tiges de *Cedrela odorata* présente une allure en donnant des moyennes qui évoluent de la première placette (Figure 11). La placette PL3 concentre la moyenne de

cotation la plus élevée ($1,22 \pm 0,47$). Elle est suivie de de placette PL2 qui a une valeur moyenne de $1,09 \pm 0,36$. Enfin, la placette PL1 enregistre une valeur moyenne de $1,02 \pm 0,31$ (Tableau 2).

Concernant l'évolution des valeurs de ce paramètre, est représentée par les courbes de la Figure 12. En effet, la placette PL3 qui enregistre les valeurs les plus élevées, a une moyenne initiale de $1,22 \pm 0,46$. Cette valeur baisse nettement pour atteindre $1,19 \pm 0,47$ au dernier mois.

Ensuite, la placette PL2 présente une moyenne initiale de $1,13 \pm 0,32$ qui reste presque constante toute l'année. Enfin, la placette PL1 avec les plus faibles valeurs de cotation, a une valeur initiale de $1,02 \pm 0,15$ qui diminue au cours de l'année jusqu'à une valeur finale de $1,00 \pm 0,11$ 12^e mois.

Etat sanitaire

Cedrela odorata n'est pas trop attaqué par les pathologies en Côte d'Ivoire. Cependant, certains champignons et bactéries ainsi qu'insectes soient hélophiles soient sciaphiles engendrant quelques maladies (Figure 13). Le graphique de l'état sanitaire

des tiges de *Cedrela odorata* présente une allure en « J » dont l'état sanitaire nodal est celui de la placette PL3 ($1,18 \pm 0,21$). Cette placette enregistre le taux le plus élevé d'individus malades ou morts. Les Placettes PL1 et PL2 moins attaquées ont des valeurs respectives de cotation qui sont de 1,06 et 1,02 (Figure 14) et (Tableau 2).

En ce qui concerne les courbes d'évolution de l'état sanitaire des peuplements de *Cedrela odorata* à régénérer, on enregistre une valeur initiale de $1,16 \pm 0,37$ au niveau de la placette PL3 non éclaircie. Elle augmente légèrement et atteint sa valeur maximale au 3^e comptage $1,19 \pm 0,42$. Au-dessus du 3^e, cette valeur diminue pour être au dernier mois $1,16 \pm 0,40$. La moyenne initiale de ce paramètre sur la placette PL2 ($1,01 \pm 0,11$) évolue jusqu'au 2^e comptage ($1,03 \pm 0,16$). Il conserve cette valeur jusqu'au dernier mois. Enfin, sur la placette PL1, la valeur initiale est de $1,00 \pm 0,00$ et reste stable jusqu'au 8^e mois. Après le 4^e comptage, la moyenne augmente pour atteindre $1,02 \pm 0,16$ au dernier comptage (Figure 15).

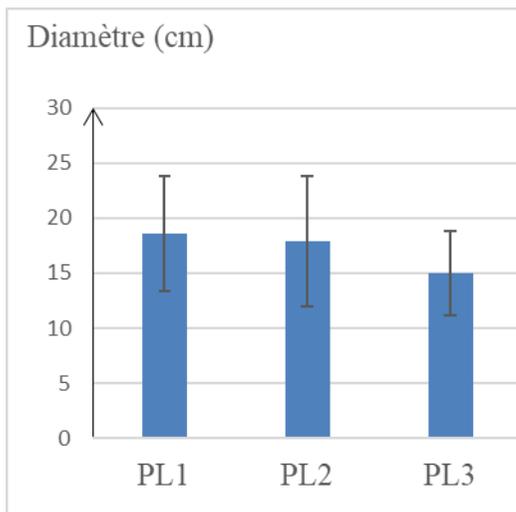


Figure 3 : Distribution des tiges par DBH.

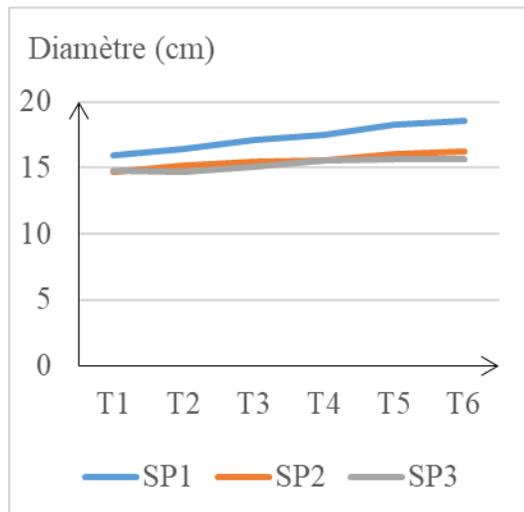


Figure 4 : Evolution des diamètres de par placettes.

Tableau 2 : Valeurs moyennes des principaux paramètres dendrométriques de *Cedrela odorata*.

Paramètres	PL1	PL2	PL3
DBH (Cm)	17,36678 ± 0,324730	16,93397±0,271714	14,71891 ±0,124409
H Totale (Cm)	11,82133 ± 0,206670	14,90467 ± 0,191536	12,34042 ± 0,090799
H fût(Cm)	8,24793 ± 0,156682	11,02956 ±0,157805	8,27604 ±0,084309
Rectitude	1,107660 ± 0,014118	1,086667± 0,013278	1,255026 ± 0,014729
Etat de santé	1,006211 ± 0,003579	1,024444 ± 0,007288	1,176720 ± 0,013202
Elagage	1,016563 ± 0,005813	1,024444 ± 0,007288	1,212698 ± 0,015205

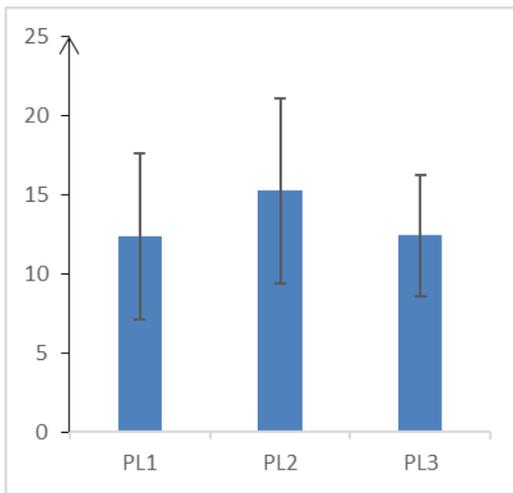


Figure 5 : Distribution des hauteurs.

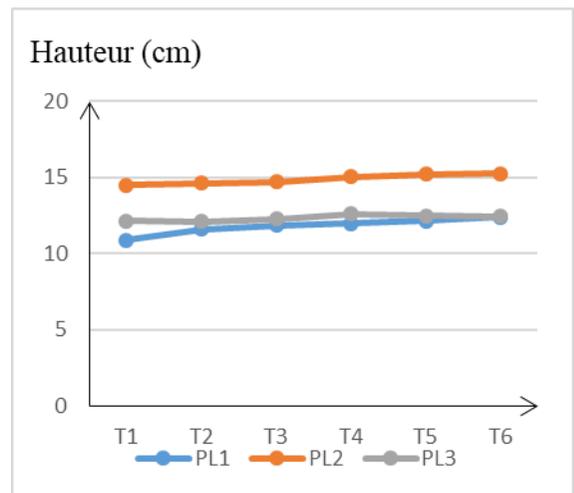


Figure 6 : Evolution des hauteurs totales.

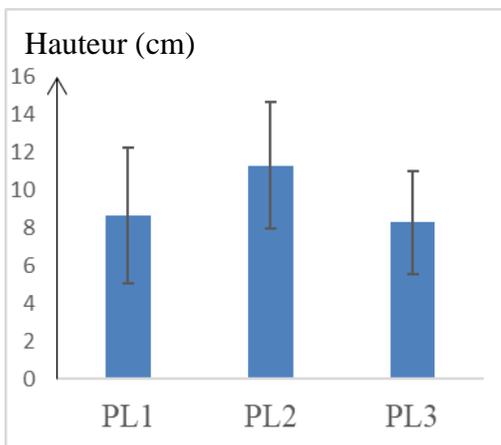


Figure 7 : Répartition des Hauteurs fûts.

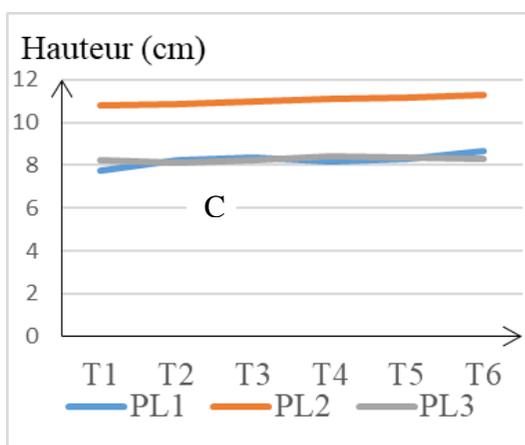


Figure 8 : Evolution des Hauteurs fûts.

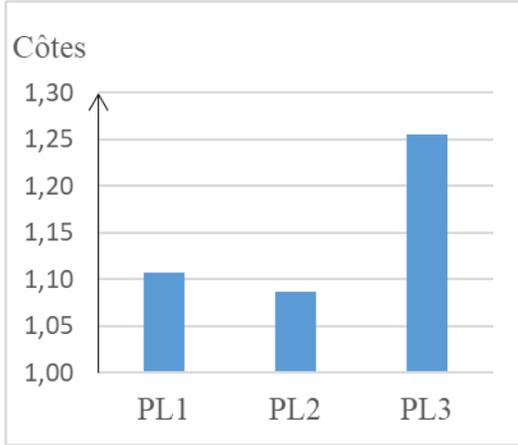


Figure 9 : Répartition des rectitudes.

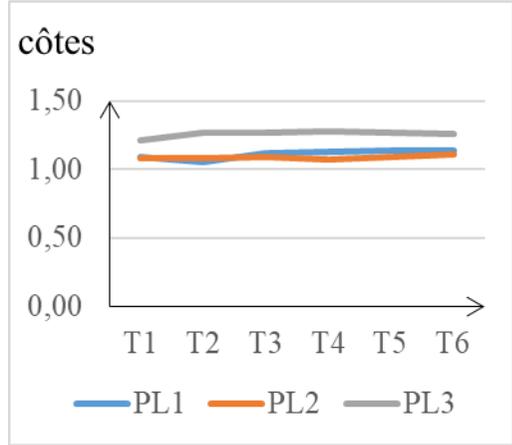


Figure 10 : Evolution des rectitudes.

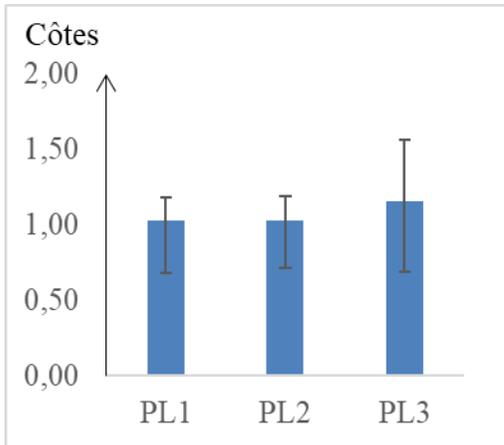


Figure 11 : Répartition des tiges selon l'élagage.

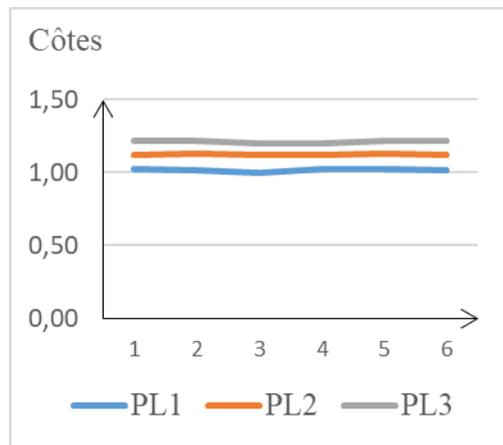


Figure 12 : Evolution de l'élagage.



Figure 13 : Tige de *Cedrela odorata* atteint de coulé de gomme (Photo Coulibaly, 2020).

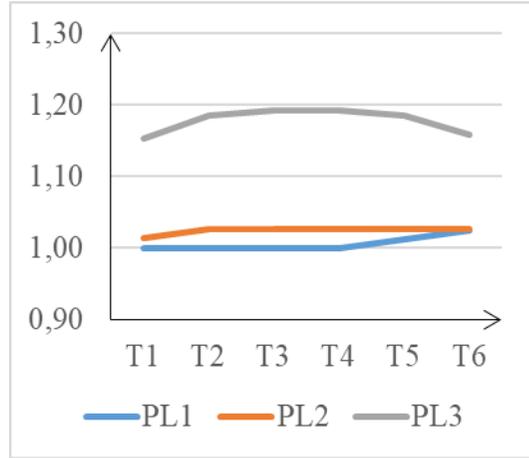
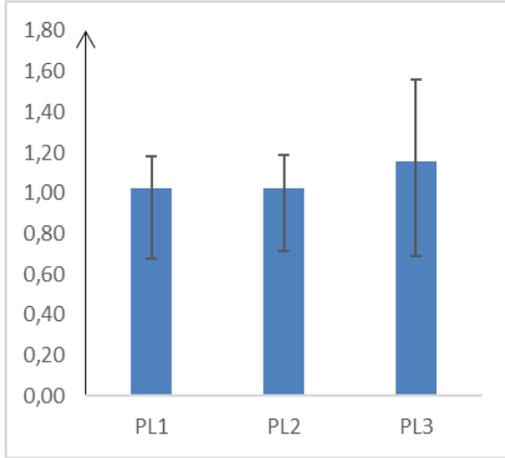


Figure 14: Répartition des tiges selon état sanitaire. **Figure 15:** Evolution de l'état sanitaire.

DISCUSSION

Cedrela odorata est une espèce qui produit abondamment de graines qui sont de petite taille avec des appendices. Elle a également une croissance rapide lui permettant de gagner en hauteur 1 à 2 m/an dans les premiers stades avec une croissance annuelle de 2 à 3 cm en diamètre à 1,30 m (Pennington, 2006). Cela est un avantage pour l'installation de l'espèce (Douma et al., 2019). De ce fait *Cedrela odorata* a bonne capacité de régénération dans les forêts denses semi-décidue (Zobi et al., 2021). Ces semis naturels peuvent être entretenus pour devenir des essences commercialisables.

La croissance diamétrique des individus sur les placettes ayant subi un traitement est due à l'espacement. Les plants éclaircis croissent plus vite au plan diamétrique que ceux de la placette témoin. L'espacement est un des facteurs qui exerce la plus forte influence sur la croissance des diamètres. Le phototropisme dépend largement de l'espacement (Akouhou, 2009). Lorsque des plants subissent une éclaircie, l'effet de la concurrence est réduit et ceux-ci étendent leur diamètre. Ces résultats sont conformes à ceux de Kouadio et al. (2005), pour qui les éclaircies provoquent un meilleur accroissement sur le diamètre par des interactions inter et intra-spécifiques. Ces

mêmes observations sont faites par Kouadio et al. (2007) qui ont affirmé que les traitements sylvicoles avaient un effet de croissance en épaisseur sur les tiges. Cela a permis aux diamètres des arbres sur pied d'évoluer rapidement au fur et à mesure de la sélection. Les plants éclaircis croissent plus vite que ceux non éclaircis. Selon Vannière (1981), le facteur le plus influent sur l'accroissement diamétrique est la concurrence interspécifique ; plus les tiges sont serrées, moins le diamètre évolue. Vouli et al. (2021) ont obtenu ces mêmes résultats sur le Teck (*Tectona grandis*) dans la forêt classée de Bouflé. Lorsque des plants subissent une éclaircie, la lumière pénètre profondément par les canopées et stimule la croissance diamétrique. L'effet de la concurrence est réduit et ceux-ci étendent leur diamètre ainsi que leur surface terrière. L'ensoleillement est donc un paramètre dans l'évolution diamétrique les plantes.

Pour ce qui est de la croissance verticale (Hauteur totale, Hauteur fût), les meilleurs résultats observés sur la placette PL2 (peu ombragée) s'expliquent par l'effet de l'ombrage qui emmène les plantes à filer en hauteur à la recherche de la lumière pour l'activité photosynthétique. Le *Cedrela* étant une essence héliophile a toujours tendance à aller à la recherche de la lumière solaire ; c'est

ce qui traduit les meilleurs résultats de la PL2. Zobi (2007) affirme que lorsque l'espacement est très réduit, les tiges sont tournées vers la lumière. Aussi les grandes hauteurs totales et de fûts des PL2 par rapport PL1 et PL3 sont l'effet de l'ombrage sur cette placette. Le phototropisme dépend largement de l'espacement (Akouehou, 2009). Dans les peuplements ouverts, les arbres conservent plus longtemps leurs houppiers vivants du sommet jusqu'à la base. Dans ces conditions, les hormones (auxines : déclencheurs de l'activité cambiale) produites par les bourgeons après la phase de dormance sont réparties de façon égale le long de la tige, réduisant ainsi le décalage dans le déclenchement de l'activité cambiale entre le sommet et la base de la tige. Du point de vue physiologique, les coupes d'éclaircie se révèlent efficaces lorsqu'elles stimulent le processus de croissance. Pour cet auteur, il est donc particulièrement important de favoriser le meilleur développement de la cime par les coupes. Cependant, les grandes valeurs

Les fûts de bonne rectitude, bien élagués ainsi que le meilleur état sanitaire évoluent de la placette PL3 à la placette PL1 en qualité industrielle. L'absence des éclaircies sanitaires et systémiques et d'élagage sur la placette PL3 a donc accru le nombre de individus malades, de fûts mal conformes et bas branchus sur cette placette. L'élagage permet d'éliminer les bas branchus. En revanche, sur l'ensemble des placettes la bonne cotation d'élagage est due à la bonne capacité du *Cedrela odorata* à s'auto élaguer. L'élagage influence la qualité du fût si bien qu'il existe une forte concurrence entre le développement de l'axe principal et celui des branches latérales chez de nombreuses espèces. Lorsqu'elles ne sont pas éliminées, les branches latérales se développent considérablement et donnent aux arbres un port irrégulier déprécié par les commerciaux (Zobi, 2007).

Le taux élevé d'individus morts ou malades sur la Placette PL3 est imputable d'abord à l'effet de la compétition

interspécifique entre les individus. Certains individus dominés manquent de lumière au profit des individus dominants pour l'activité photosynthétique et finissent par céder au dépérissement. Aussi, l'absence des éclaircies a permis d'obtenir le taux d'individus malades sur la placette PL3 n'ayant pas subi de traitement sylvicole car c'est l'éclaircie sanitaire qui élimine les sujets attaqués ou morts (Akouehou et al., 2012). En effet, certains champignons et bactéries ainsi qu'insectes soient héliophiles soient sciaphiles sont responsables de ces attaques par l'action des pourritures des dépérissements. Les quelques cas d'individus malades ou morts signalés sur les placettes éclaircies seraient liés d'abord, aux actions des champignons ou bactéries qui se signalent plus tard ou aux insectes héliophiles (PL1) ou encore sciaphiles (PL2) qui sont fréquemment des fourreurs de bois. Ces cas d'individus malades ou morts sont aussi dus aux précautions contre les aléas climatiques surtout la protection contre les vents qui pourraient éliminer des individus bien conformés et aussi par l'action des chutes de certaines tiges qui pourraient détruire d'autres appréciées (Akouehou et al., 2012). Ces auteurs affirmaient que quand on n'a que des arbres de peu de valeur à un endroit, on en garde pour occuper le terrain et éviter la végétation adventice et les trouées.

Conclusion

La production de bois est un impératif pour un meilleur approvisionnement de nos marchés locaux et internationaux. Le reboisement comme moyen de reconstitution affiche ses limites. Cette étude a montré que l'application sylvicole par des éclaircies permet de garantir un accroissement régulier et optimal en diamètre, de maintenir un peuplement sain, d'améliorer la qualité du peuplement qui sera récolté en fin de révolution. Il est urgent que des études ultérieures à la présente y soient conduites pour évaluer les caractéristiques anatomiques et technologiques des bois issus de cette forme

de production de bois et celles des bois issus de reboisement.

CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'ils n'ont aucun conflit d'intérêt relatif à cet article.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

CD a réalisé le dispositif expérimental de suivi des semis de *Cedrela odorata* et a contribué à la rédaction du manuscrit ; KV-PG a analysé les données de terrain et a participé à l'amélioration du manuscrit ; EKA et NGKA ont contribué à la lecture et à l'amélioration du document ; BNKM a contribué à la lecture, à l'amélioration, à la supervision générale des travaux effectués et à la validation du manuscrit.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier les lecteurs anonymes qui ont contribué à l'amélioration de cet article.

REFERENCES

- Akouehou AG, Djogbenou CP, Koutchade AC, Hounsounou LC, Goussanou ACA, GBOZO E, Mensah GA, Ganglo CJ. 2012. Fiche Technique : Pratiques des éclaircies dans les peuplements de teck de la Lama au Sud-Bénin. *Bibliothèque National (BN) du Bénin*, **6186** : 13P.
- Akouehou SG. 2009. Manuel de l'agent forestier. *Bibliothèque National (BN) du Bénin*, **4067** : 97 p.
- Bakayoko O, Assa AM, Coulibaly B, N'guessan KE. 2012. Stockage de Carbone dans des Peuplements de *Cedrela Odorata* et de *Gmelina Arborea* en Côte D'ivoire. *European Journal of Scientific Research*, **75(4)**: 490-501.
- Beheaghel I, Adou K. 1998. Essai " type de boutures" sur 4 clones de *Gmelina arborae*, parcelle Idefor Mopri 95/2 (Côte d'Ivoire). Rapport de CIRAD, Côte d'Ivoire, 17p.
- Bertand A. 1983. La déforestation en zone de forêt en Côte d'Ivoire. *Bois et Forêts des*

Tropiques, **202** : 3-17. DOI : <http://dx.doi.org/10.19182/bft1983.202.a.19450>.

- Coulibaly Z. 2004. Processus de réhabilitation des forêts classées : Cas de la SODEFOR de Tiassalé. Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Brevet de Technicien Agricole option Eaux et Forêts, INFPA/EFAP, Bingerville, 42p.
- Damette O, Delacote P. 2011. Unsustainable timber harvesting, deforestation and the role of certification. *Ecol. Econ.*, **70** :1211-1219. DOI : 10.1016/j.ecolecon.2011.01.025
- Dibi N, Edouard KN, Mathieu EW, Kouadio A, Affian K. 2008. Apport de la télédétection au suivi de la déforestation dans le Parc National de la Marahoué (Côte d'Ivoire). Mémoire de fin d'étude, Université de Cocody - Abidjan 12p.
- Douma S, Adamou MM, Aboubacar K, Alleidi I, Bouabacar AN. 2019. Effet du régime d'irrigation sur la germination et la croissance en pépinière de *Parkia biglobosa* (Jacq.) G. Don. *Journal of Animal & Plant Sciences*, **40(1)**: 6573-6583.
- Fairhead J, Leach M. 1998. Réexamen de l'étude de la déforestation en Afrique de l'Ouest au xxème siècle. *Unasylva*, **192(49)**: 39-44.
- FAO. 2015. Evaluation des ressources forestières mondiales. Rapport national FAO, Côte d'Ivoire.
- Guele GP. 2017. Activités économiques et structuration de l'espace dans le Département d'Oumé centre-ouest de la cote d'ivoire. Thèse de Doctorat, Université de Cocody-Abidjan, 332 P.
- Havyarimana F. 2009. Impact de la distribution spatiale des espèces arborescentes sur la diversité végétale dans la réserve naturelle forestière de Bururi (Burundi). Mémoire, Université Libre de Bruxelles, Belgique, 55p.
- Jennings S, Nussbaum R, Judd J, Evans T. 2003. *The High Conservation Value*

- Forest Toolkit* (1st Edn). ProForest: Royaume-Uni.
- Kassin KE, Doffangui K, Kouamé B, Yoro RG, Assa A. 2008. Variabilité pluviométrique et perspectives pour la replantation cacaoyère dans le Centre Ouest de la Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*, **12**: 633 -641. DOI: 10.4314/acsj.v23i4.6
- Konaté S, Linsenmair D. 2010. *Atlas de la Biodiversité de l'Ouest*. Biodiversity Monitoring Transect Analysis in Africa: Tome III, Côte d'Ivoire.
- Kouadio KE, Kouassi NF, Kouamé, Traoré D. 2007. Effets de l'éclaircie sélective, par dévitalisation, sur la croissance en épaisseur des essences principales dans la forêt classée de Bossematie (Côte d'Ivoire). *Sciences & Nature*, **4**(1): 27-35.
- Kouadio K, Koné M, Dibi NH, Bomosso L, Ettien KBR. 2013. Influence de l'ensoleillement sur la croissance initiale en pépinière de *Guibourtia ehie* (A/ Chev.) Leonard (Caesalpiniaceae), espèce couramment exploitée et menacée d'extinction, dans Unité de Gestion Forestière de Bossematié (Côte d'Ivoire). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **7**(6): 2292-2300. DOI : 10.4314/ijbcs.v7i6.10
- Kouamé F, Traoré D. 2007. Effets de l'éclaircie sélective, par dévitalisation, sur la croissance en épaisseur des essences principales dans la forêt classée de Bossematie (Côte d'Ivoire). Mémoire de fin de cycle, UFR Biosciences, Université de Cocody-Abidjan, Côte d'Ivoire, 86p.
- Kouamé NMT. 2000. Contribution à l'étude des plantes spontanées alimentaires du Département d'Oumé (Côte d'Ivoire). Mémoire de DEA d'Ecologie Tropicale, Université de Cocody- Abidjan, Côte d'Ivoire, 122 p.
- Koulibaly AV. 2008. Caractérisation de la végétation et dynamique de la régénération, sous l'influence de l'utilisation des terres, dans des mosaïques forêts -savanes, des Régions de la Réserve de Lamto et du Parc National de la Comoé, en Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat, UFR Biosciences, Université de Cocody -Abidjan, Côte d'Ivoire, 137p.
- Kpangui KB, Adou YCY, Vroh BTA, Goné BZB. 2015. Diversité floristique et structurale des cacaoyères du « V Baoulé »: cas de la Sous-préfecture de Kokumbo (Centre de la Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat, UFR Biosciences, Université de Cocody-Abidjan, Côte d'Ivoire, 20p.
- Lantovololona F. 2010. Inventaire floristique et caractérisation des usages des ressources végétales dans la zone d'extension de la Réserve Spéciale de Bezà Mahafaly. Mémoire de fin d'études, ESSA-Forêts, Antanarivo-Madagascar, 94p.
- N'Guessan KA, Dupuy B, Assa A, N'Goran A. 2006. Légumineuses arborescentes pour la gestion durable des terroirs agricoles en Basse Côte d'Ivoire. *Agronomie Africaine*, **18**(3): 267-283.
- N'Guessan KA, Ahoba A, Issali AE, Akanvou R, Sékou D, Ouattara N'K, Louppe D. 2016. Comment régénérer naturellement une forêt en Côte d'Ivoire ? Fiche technique. 7 p.
- Ouattara DS. 2009. Analyse des données d'intensification de la sylviculture pour la reconstitution des parcelles de Teck (*Tectona grandis* L.f Verbenaceae) après coupe rase : cas des forêts classées de Séguié et Mopri (Côte d'Ivoire). Mémoire de fin de cycle d'Ecole Supérieure d'Agronomie, Côte d'Ivoire, 100 p.
- Pennington TD. 2006. Comments on draft proposal to include *Cedrela odorata* in Appendix II, provided as Annex to email from Noel McGough (UK CITES Scientific Authority) to Harriet Gillett (UNEP-WCMC) 11 December 2006.

- Dix-huitième session du Comité pour les plantes, Buenos Aires, Argentine.
- Silué PA. 2018. Diversité végétale de deux forêts classées dans la région de la Bagoué (Nord de la Côte d'Ivoire). Structure et essai de régénération artificielle de trois espèces couramment exploitées : *Pterocarpus erinaceus*, *Khaya senegalensis* et *Isobertinia Spp.* Thèse de Doctorat, UFR Biosciences, Université de Cocody-Abidjan, Côte d'Ivoire, 201p.
- SODEFOR. 2020. Rapport de mission dans la forêt classée de la Sangoué (Côte d'Ivoire). SODEFOR, Côte d'Ivoire.
- Soro K. 2010. Les Loranthaceae (guis) des agroécosystèmes dans l'Ouest de la Côte d'Ivoire : flore, parasitisme et usages dans les Départements de Oumé, de Gagnoa et de Soubré (Sud-ouest de la Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat, UFR Biosciences, Université de Cocody-Abidjan, Côte d'Ivoire, 204p.
- Tiébré MS, Vroh Bi TA, Kouame D, N'da K D, Adou Yao CY. 2015. Effets d'un arbre exotique envahissant *Hopea odorata* Roxb. (Dipterocarpaceae) sur la diversité floristique et le stockage de carbone du Parc National du Banco en Côte d'Ivoire. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, **10**(3): 207-216.
- Voui BBNB, Kouamé D, 2021. Impact des coupes d'exploitation et de gestion sur La diversité végétale des parcelles reboisées de *Tectona grandis* L. (Verbenaceae) de la forêt classée De Bouaflé (Centre-Ouest, Cote D'ivoire). Mémoire de fin d'études, UFR Agroforesterie, Université Jean Lorougnon Guédé, Cote D'ivoire.
- Yedmel SC. 2004. Contribution à l'amélioration de la culture du Teck (*Tectona grandis*,) en Côte d'Ivoire par l'évaluation d'un essai de descendance et par la reproduction végétative de clones. Mémoire DEA, Université de Cocody – Abidjan, 40p.
- Zo-bi IC, Amani BHK, Kassi DJ, Anny EN. 2021. Cause and consequences of *Cedrela odorata* invasion in West African semi deciduous tropical forests. *Biological Invasion*, **23**(2): 537-552. DOI: 10.1007/s10530-020-02381-8
- Zo-bi IC, Chessel D. 2007. Analyse des processus d'apparition et de disparition des espèces commerciales dans deux types de forêts humides de Côte d'Ivoire. *Agronomie Africaine XIX*, **3**: 233 - 249.