

## 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

### [ Effects of exotic invasive tree *Hopea odorata* Roxb. (Dipterocarpaceae) on plant diversity and carbon storage of the Banco National Park in Côte d'Ivoire ]

TIÉBRÉ Marie-Solange<sup>1-2</sup>, VROH Bi Tra Aimé<sup>1-2</sup>, KOUAME Djaha<sup>3</sup>, N'DA Kognan Dégrâce<sup>1</sup>, and ADOU YAO Constant-Yves<sup>1-2</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de Botanique, UFR Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

<sup>2</sup>Centre National de Floristique, UFR Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

<sup>3</sup>UFR Environnement, Université Jean Lorougnon Guédé, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

---

Copyright © 2015 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**ABSTRACT:** Tropical forests contain large amounts of carbon. Facing the intensive deforestation and degradation of remaining forests, policies developed reforestation programs often including invasive alien species. We analyzed the diversity of plant species in the forest of Anguédédou attached to the Banco National Park and assessed aboveground biomass of trees encountered and their ability to store carbon. We tested the hypothesis that *Hopea odorata* does not affect plant diversity in its area of introduction and does not store more carbon compared to other species and therefore could be eliminated. 100 m<sup>2</sup> plots were set up in the area of introduction of the species and the immediate surrounding areas to identify all plant species. The circumference of the stems with dbh  $\geq$  10 cm was measured. Plant diversity is estimated at 186 plant species. Total aboveground biomass was estimated at 295,9 t/ha. Carbon stock for the entire forest is 147,9 t/ha. The CO<sub>2</sub> equivalent is 39,9 t/ha. *Hopea odorata* has significant important aboveground biomass (187,4 t/ha) and the largest storage capacity of carbon (93,7 t/ha). This invasive tree contributes effectively to the aboveground biomass and carbon storage in the Banco National Park (Pearson test,  $r = -0,81$  ;  $p < 0,0001$ ). Therefore, we can conclude that any management activity of this invasive species will require a clear analysis of gains and losses of carbon.

**KEYWORDS:** invasive tree, aboveground biomass, floristic diversity, rainforest, *Hopea odorata*, biological invasion, the Banco National Park, carbon storage.

**RESUME:** Les forêts tropicales renferment de grandes quantités de carbone. Face à la déforestation intensive et la dégradation des forêts résiduelles, les politiques ont développé des programmes de reboisement incluant souvent des espèces exotiques invasives. Nous avons analysé la diversité des espèces végétales dans la forêt de l'Anguédédou rattachée au Parc National du Banco et avons évalué la biomasse aérienne des arbres rencontrés et leur capacité de stockage du carbone. Nous avons testé l'hypothèse selon laquelle *Hopea odorata* n'influence pas la diversité floristique dans son aire d'introduction et ne stocke pas plus de carbone comparé aux autres espèces et donc pourrait être éliminée. Des parcelles de 100 m<sup>2</sup> ont été mises en place dans l'espace d'introduction de l'espèce et les zones environnantes immédiates pour recenser toutes les espèces végétales. La circonférence des tiges dont le dbh  $\geq$  10 cm, a été mesurée. La diversité floristique est estimée à 186 espèces végétales. La biomasse aérienne totale est évaluée à 295,9 t/ha. Le stock de carbone pour l'ensemble de la forêt est de 147,9 t/ha. L'équivalent CO<sub>2</sub> est de 39,9 t/ha. *Hopea odorata* possède une importante biomasse aérienne importante (187,4 t/ha) et la plus grande capacité de stockage du carbone (93,7 t/ha). Cet arbre invasif contribue

efficacement à la biomasse végétale aérienne et au stockage du carbone dans le Parc National du Banco (Test de Pearson,  $r = -0,81$  ;  $p < 0,0001$ ). De ce fait, nous pouvons conclure que toute activité de gestion de cette espèce envahissante va nécessiter une analyse claire des gains et des pertes en carbone.

**MOTS-CLEFS:** Arbre invasif, biomasse aérienne, diversité floristique, forêt tropicale, *Hopea odorata*, invasion biologique, Parc National du Banco, stockage du carbone.

## 1 INTRODUCTION

Les forêts tropicales constituent une composante clé dans le cycle du carbone global [1], [2]. L'Afrique possède le deuxième plus grand bloc forestier tropical après celui du bassin Amazonien, mais c'est aussi l'un des moins connus en terme d'estimation de biomasse aérienne et de stockage de carbone [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9]. Les estimations sont surtout disponibles pour les continents américain et asiatique [1], [10].

En Afrique de l'Ouest où le manque de données disponibles sur la biomasse des forêts et le stock de carbone est plus accentué, les forêts denses ont quasi disparues et ont laissé place à des zones profondément dégradées dues à une déforestation intensive au profit de l'agriculture et au déboisement [1]. La priorité pour l'Afrique en général et l'Afrique de l'Ouest en particulier, reste donc, en conformité avec la Convention des Nations Unies sur les Changements Climatiques, d'éviter la déforestation, et surtout d'élargir le couvert forestier [4]. C'est dans ce cadre que les plantations d'arbres exotiques et indigènes se sont développées comme une partie intégrante et indispensable à de nombreuses économies nationales et dans de vastes programmes environnementaux [11]. Ces plantations 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 [12]. Ils contribuent également à la stabilisation des sols et à la fourniture de bois de chauffe pour les communautés rurales.

Malheureusement, certains espèces introduits ont pris solidement pied en tant qu'envahissantes dans de nombreux écosystèmes naturels [13], [14], [15], [16]. En Afrique du Sud par exemple, le nombre d'espèces d'arbres et arbustes classées comme invasives est estimé à 443. Parmi eux, 203 sont utilisés en foresterie et 292 comme plants d'agrément [11].

En Côte d'Ivoire, les taxons exotiques communément utilisés dans les programmes de reboisement sont entre autres, *Acacia mangium* Willd (Mimosaceae), *Okoumea klaineana* Pierre (Burseraceae), *Tectona grandis* L.f. (Verbenaceae) et *Cedrela odorata* L. (Meliaceae) et *Hopea odorata* Roxb. (Dipterocarpaceae). Ces espèces sont utilisées à cause de leur fût droit qui en fait du bon bois d'œuvre pour certains, leur croissance rapide et leur grande capacité d'occupation du sol pour d'autres. Parmi ces espèces forestières, *Hopea odorata* a démontré une grande capacité à être envahissante [17], [18], [16]. Cette espèce originaire d'Asie du Sud-est, a été introduite en Côte d'Ivoire dans les années 70 dans la forêt classée de l'Anguédédou. Sous l'effet de l'urbanisation galopante de la ville d'Abidjan et pour d'autres raisons diverses, une bonne partie de cette forêt classée a disparue. Seul 130 ha restent aujourd'hui rattachés au Parc National du Banco. Bien qu'étant une espèce menacée dans son habitat naturel [19], les études complémentaires ont démontré que *Hopea odorata* régénère abondamment dans le sous-bois et constitue un danger pour la survie des espèces natives [17], [18], [16].

Les récentes études ont démontré que les plantes exotiques invasives peuvent altérer les processus écosystémiques comme la photosynthèse, la respiration et la séquestration du carbone [20], [21]. Il est reconnu de façon générale que ces plantes ont une croissance rapide et sont plus productives que les espèces indigènes [22]. Les plantes envahissantes possèdent souvent une biomasse aérienne plus importante et stockent plus de carbone que les espèces natives [23]. Avec l'augmentation croissante du nombre, de la répartition et de l'abondance de ces invasives, il devient urgent de comprendre comment les invasions biologiques peuvent influencer la séquestration du carbone à moyen et long terme [21].

L'objectif de cette étude est d'estimer la diversité des espèces végétales dans l'aire d'introduction de *Hopea odorata* et d'évaluer la biomasse aérienne des arbres rencontrés et leur capacité de stockage du carbone. Il s'est agi aussi d'évaluer l'influence de l'espèce sur les indices floristiques et les paramètres structuraux dans la zone d'introduction et les environs immédiats. Nous testons l'hypothèse selon laquelle *Hopea odorata* ne stocke pas plus de carbone que les autres arbres présents dans le Parc et donc peut être éliminé de la liste des taxons de reboisement. Nous nous sommes intéressés à la biomasse aérienne des arbres car ils contiennent la majorité de biomasse [2]. Nous nous posons les questions suivantes : (1) Quelle quantité de biomasse aérienne est générée par les arbres du Parc National du Banco et quelle est leur capacité de stockage du carbone ? (2) Est-ce que *Hopea odorata* présente une plus grande capacité de stockage du carbone que les autres espèces exotiques et natives ? (3) Est-ce que *Hopea odorata* peut être retiré de la liste des taxons de reboisement ?

## 2 MATÉRIELS ET MÉTHODES

### 2.1 SITE D'ÉTUDE

L'étude s'est déroulée dans la forêt de l'Anguédédou (130 ha) dénommée zone de plantation et dans la périphérie immédiate et contiguë du Parc national du Banco (50 ha) dénommée zone d'influence dans notre étude. Le Parc National du Banco est situé dans le district d'Abidjan entre 5°21' et 5° 25' de latitude nord et entre 4° 1' et 4° 5' de longitude ouest. Le climat est de type équatorial caractérisé par l'alternance de quatre saisons [24]. Les précipitations moyennes annuelles, enregistrées par l'exploitation météorologique de la SODEXAM pour la période de 2000 à 2009, sont de 1733 mm. La température moyenne est de 27,4 °C avec une amplitude de 4,3°C.

La forêt de l'Anguédédou est constituée de cultures vivrières et pérennes, de défrichements et de rares îlots de forêts ouvertes [25]. Elle a été plantée avec diverses espèces de plantes exotiques telles que *Hopea odorata* Roxb. (Dipterocarpaceae), *Acacia mangium* Willd (Mimosaceae), *Okoumea klaineana* Pierre (Burseraceae), *Tectona grandis* L.f. (Verbenaceae), *Cedrela odorata* L. (Meliaceae). L'on y retrouve des espèces locales telles que *Terminalia ivorensis* A. Chev (Combretaceae), *Terminalia superba* Engl. & Diels (Combretaceae) et *Entandrophragma angolense* C.DC. (Meliaceae).

### 2.2 COLLECTE DES DONNÉES

La méthode de relevé de surface a été utilisée pour la collecte des données. Pour l'inventaire de la flore, nous avons utilisé des placettes de 100 m<sup>2</sup> (10 m x 10 m). Dix-huit (18) relevés ont été mis en place dans la forêt de l'Anguédédou et dans la zone d'influence. Dans chaque relevé, ont été prises en compte toutes les espèces végétales présentes. Pour chaque relevé, les informations suivantes sont notées : date et numéro de récolte, le nombre d'individus adultes, l'indice d'abondance-dominance. Outre, ces informations, la mesure des hauteurs des arbres ayant une circonférence supérieure ou égale à 3,2 cm soit 10 cm de diamètre a été effectuée. La nomenclature des espèces est conforme aux différentes flores d'Afrique et de la Côte d'Ivoire [26], [27], [28], [29]. Les espèces non identifiées sur le terrain ont été récoltées et identifiées par comparaison à l'Herbier National du Centre National de Floristique (CNF) de l'Université Félix Houphouët-Boigny

### 2.3 ANALYSE DE DONNÉES FLORISTIQUES

Les données recueillies ont fait l'objet d'une analyse qualitative afin d'évaluer la richesse, la composition et la diversité au niveau de la flore. Les paramètres usuels de la diversité végétale ont été calculés dans le but d'apprécier l'hétérogénéité des espaces. Il s'est agi du coefficient de similitude de [30] et l'indice de diversité H de [31] et la fréquence relative [32].

### 2.4 ESTIMATION DE LA BIOMASSE AÉRIENNE ET DU TAUX DE CARBONE SÉQUESTRE

Les quantités de biomasse aérienne des différents individus ayant une circonférence supérieure ou égale à 3,2 cm soit 10 cm de diamètre, ont été déterminées dans les différentes parcelles. Pour cela, nous avons utilisé l'équation allométrique développée par [10] pour les forêts tropicales humides. Cette équation a prouvé son efficacité pour estimer la biomasse aérienne des arbres au Ghana [5], en République Démocratique du Congo [6], au Cameroun [2], au Bénin [8] et en Côte d'Ivoire [3], [7], [9]. Il s'est agi du modèle d'équation allométrique incluant la densité spécifique et le diamètre (dbh) mesuré. La formule mathématique se définit comme suit :

$$Ba = \rho \exp[-1.499 + 2.148\ln(\text{dbh}) + 0.207\ln(\text{dbh})^2 - 0.0281\ln(\text{dbh})^3].$$

Dans cette formule, Ba est la biomasse aérienne exprimée en Kg / tige et dbh, le diamètre mesuré en cm ;  $\rho$  est la densité spécifique d'une espèce exprimée en g/cm<sup>3</sup>.

Nous avons utilisé le diamètre des tiges pour le calcul de la biomasse car la hauteur des arbres est rarement disponible dans les inventaires forestiers. Pour les espèces dont il n'existe pas une littérature disponible sur la densité, la valeur par défaut ( $\rho$  défaut = 0,58 g/cm<sup>3</sup>) pour les forêts tropicales d'Afrique, a été utilisée comme le recommandent [33].

Le taux de carbone séquestré est estimé à 50% de la biomasse (Recommandations de [34]. Enfin, la masse de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) est obtenue en multipliant celle du carbone par 0,27.

## 2.5 ANALYSE STATISTIQUE DES DONNÉES

Pour la comparaison des moyennes des paramètres structuraux entre la forêt de l'Anguédédou et la zone d'influence, nous avons utilisé le test paramétrique  $t$  de Student. Les deux zones ont été considérées comme des échantillons indépendants. Ce test est valable uniquement pour les populations à distribution normale et à variances égales. Le test de signification est réalisé à  $p = 0,05$ . Pour vérifier l'existence d'éventuelles relations entre certains paramètres structuraux de *Hopea odorata* et ceux des autres espèces, nous avons utilisé la corrélation  $r$  de Pearson. Le test de signification est réalisé à  $p = 0,05$ . Le coefficient de corrélation  $r$  indique le sens (négatif ou positif) et le degré de la relation (nulle, négligeable, faible, modérée, forte, très forte) entre les deux variables; alors que  $r^2$  désigne le pourcentage des valeurs de la variable dépendante exprimée par la variable quantitative. Ces tests ont été réalisés à l'aide du logiciel XLSTAT 2013 pour Windows.

## 3 RÉSULTATS

### 3.1 RICHESSE, COMPOSITION ET DIVERSITÉ FLORISTIQUES

L'inventaire a permis de recenser 186 espèces végétales. Les dicotylédones avec 43 familles représentent 90,86% des espèces. Les autres espèces sont des monocotylédones représentées au sein de 10 familles. Les Euphorbiaceae et les Apocynaceae sont les familles les mieux représentées avec des proportions qui varient de 7 à 9 % des espèces.

L'espèce la plus fréquente dans la forêt de l'Anguédédou est *Microdesmis keayana* avec 92,3% des occurrences. Elle est suivie par 4 autres espèces ayant chacune une fréquence de 76,9%. Ce sont *Baphia nitida*, *Craterispermum caudatum*, *Dichapetalum dictyospermum* et *Hopea odorata*. Dans la zone d'influence, 6 espèces ont une fréquence de 100 %. Il s'agit de *Microdesmis keayana*, *Craterispermum caudatum*, *Cola heterophylla*, *Baphia nitida*, *Albertisia cordifolia* et *Agelaea pentagyna*. Dans cette zone, *Hopea odorata* a une fréquence de 60%. Pour la forêt de l'Anguédédou, le nombre d'espèces par parcelles de 100 m<sup>2</sup>, varie de 13 à 38 espèces avec une moyenne de  $27 \pm 8,16$ . Dans la zone d'influence, le nombre d'espèces varie de 27 à 40 espèces avec une moyenne de  $34 \pm 4,90$  espèces par 100 m<sup>2</sup>. La différence entre ces moyennes n'est pas significative (Test  $t$  de Student,  $t = 2,120$ ,  $p = 0,105$ ).

Les coefficients de similitude de Sørensen calculés pour les parcelles de la forêt de l'Anguédédou varient de 6,45 à 52,05%. Il y a une faible homogénéité floristique entre ces relevés. En ce qui concerne les parcelles de la zone d'influence, les coefficients de similitude de Sørensen calculés varient de 32,87 à 46% avec une moyenne de 38%. Le coefficient de similitude de Sørensen calculé entre la forêt de l'Anguédédou et la zone d'influence est de 48,8%. Les indices de Shannon calculés pour les deux zones sont assez faibles. Ces indices varient de 1,03 à 2,72 pour la forêt de l'Anguédédou et de 1,99 à 3,06 en ce qui concerne la zone d'influence.

La flore de la forêt de l'Anguédédou et sa zone d'influence est représentée majoritairement de microphanérophytes (51 et 34%), 24 à 25% de mésophanérophytes, 11 à 21% de nanophanérophytes et 9 à 13% de mégaphanérophytes, respectivement. Les espèces des régions forestières africaines (A GC) avec 97 % sont les plus nombreuses sur l'ensemble du site d'étude. Elles sont suivies des espèces endémiques aux blocs forestiers à l'Ouest du Togo (A GCW) avec 11,83% et des espèces qui se rencontrent naturellement dans la zone de transition savane - forêt (AGC-SZ) avec 2%.

### 3.2 PARAMETRES STRUCTURAUX, BIOMASSE LIGNEUSE AERIENNE ET ESTIMATION DU TAUX DE CARBONE

La densité moyenne de toutes les espèces est de  $33515,3 \pm 8131,3$  individus/ha pour la forêt de l'Anguédédou et de  $44420,0 \pm 23342,8$  individus/ha pour la zone d'influence. La différence entre ces deux densités n'est pas significative (Test  $t$  de Student,  $t = 2,12$  ;  $p = 0,305$ ). Il n'y a pas de différence significative entre les densités moyennes des espèces qui ont un DBH  $\geq 10$  cm (Test  $t$  de Student,  $t = 2,12$  ;  $p = 0,085$ ). Dans la forêt de l'Anguédédou par contre, il existe une corrélation significative au seuil  $\alpha = 0,05$  entre la densité des individus (DBH  $\geq 10$  cm) de *Hopea odorata* et la densité des autres espèces (DBH  $\geq 10$  cm) (Test de Pearson,  $r = -0,6$  ;  $p = 0,029$ ).

Dans la forêt de l'Anguédédou, *Hopea odorata* a la plus forte densité avec 12 292,31 individus/ha. Elle est suivie par *Microdesmis keayana* et *Chrysophyllum albidum* avec respectivement 2130,77 individus/ha et 1992,31 individus/ha. Dans la zone d'influence, *Hopea odorata* présente une densité de 6480 individus/ha. La différence n'est pas significative entre les densités moyennes d'*Hopea odorata* des deux zones d'études (Test  $t$  de Student,  $t = 2,12$  ;  $p = 0,466$ ).

La biomasse aérienne totale pour l'ensemble des deux zones, est estimée à 295,9 t/ha ; ce qui correspond à un stock de carbone séquestré de 147,9 t/ha. L'équivalent CO<sub>2</sub> est de 39,9 t/ha. Cette biomasse aérienne par arbre varie de 0,2 t/ha pour

l'espèce *Ficus exasperata* à 187,4 t/ha pour *Hopea odorata*. Ce qui correspond à un stock individuel de carbone qui varie de 0,1 à 93,7 t/ha (Tableau 1). Les espèces natives comme *Terminalia ivorensis* et *Piptadenistrum africanum* ont des biomasses inférieures à celles de *Hopea odorata* (43,9 et 38,2 t/ha, respectivement). Une autre espèce exotique, *Acacia mangium* séquestre une très faible quantité de carbone (3,7 t/ha). Il existe une corrélation négative significative entre la biomasse aérienne de *Hopea odorata* et celle des autres espèces végétales présentes dans les parcelles (Test de Pearson,  $r = -0,81$  ;  $p < 0,0001$ ).

#### 4 DISCUSSION

Les forêts tropicales renferment de grandes quantités de carbone [35], [4]. La majorité de ce carbone organique est stockée dans le bois. Face à la déforestation intensive et la dégradation des forêts résiduelles, les politiques ont mené des programmes de reboisement incluant souvent malheureusement, des espèces exotiques envahissantes [36], [37], [38], [39], [15]. Bien que la distribution et les traits d'histoire de vie de ces espèces aient été abondamment documentés dans la littérature, très peu d'études se sont intéressées aux conséquences des invasions biologiques pour certaines fonctions écologiques comme la production de biomasse et la séquestration du carbone dans les écosystèmes forestiers.

Dans cette étude, la diversité floristique, la biomasse aérienne végétale et la capacité de stockage du carbone de la forêt de l'Anguédédou rattachée au Parc National du Banco ont été évaluées. De par sa nature de forêt mixte, semi-naturelle plantée, la forêt de l'Anguédédou constitue un excellent modèle pour comprendre les effets de l'introduction des espèces exotiques envahissantes et les répercussions pour la diversité biologique et le stockage du carbone à long terme. Nous démontrons ainsi que *Hopea odorata*, une espèce exotique envahissante en Côte d'Ivoire, possède une importante biomasse aérienne et la plus grande capacité de stockage de carbone comparée à toutes les autres espèces présentes dans la forêt de l'Anguédédou. Cette étude constitue une première du genre à évaluer la biomasse aérienne et la capacité de stockage du carbone d'une espèce exotique envahissante comparée aux espèces indigènes.

Notre étude a permis de recenser 186 espèces végétales. Dans une étude récente réalisée dans le Parc National du Banco, la référence [40] a répertorié 258 espèces végétales. La référence [41] a inventorié 750 espèces végétales dans l'arboretum du Parc National du Banco. La référence [42] a quant à elle mentionné 24 espèces de Phanérogames dans le Parc National du Banco. La faible diversité floristique observée dans notre étude pourrait s'expliquer par le fait que la forêt de l'Anguédédou est une forêt plantée d'espèces indigènes et exotiques présentant une diversité floristique assez faible. Nos résultats sont toutefois en accord avec ces différents auteurs qui ont souligné que les familles les mieux représentées sont celles des Euphorbiaceae et des Apocynaceae [40]. Cette étude a aussi montré que *Hopea odorata* est présent en forte densité comparé aux autres espèces plantées et natives. Dans une étude sur la stratégie et le potentiel d'invasion d'*Hopea odorata*, la référence [16] ont montré que cette espèce présente un grand potentiel d'occupation du sol avec une aire basale moyenne de 28, 139 m<sup>2</sup>/ha. Cette valeur montre la pression de la concurrence qu'elle exerce dans le peuplement. Ce taxon se régénère énormément dans le sous-bois comparé aux autres plantes. A côté des individus adultes, on trouve des individus de tailles diverses [16].

La biomasse aérienne végétale estimée lors de cette étude est de 295,9 t/ha. Le stock de carbone pour l'ensemble des deux zones étudiées est estimé à 147,9 t/ha. L'équivalent CO<sub>2</sub> est de 39,9 t/ha. Nos résultats sont semblables aux évaluations de la référence [43]. En effet, ces deux auteurs ont évalué le stock de carbone dans les forêts tropicales à environ 140 t/ha. La différence peut s'expliquer par le fait qu'au sein des forêts tropicales la capacité de stockage du carbone peut varier entre les différents types de forêts et leur structure. De plus, certains auteurs ont critiqué la variabilité des données concernant la superficie des forêts et les méthodes d'évaluation du carbone. Les principaux inventaires effectués aboutissent à des résultats souvent divergents tant au niveau national qu'international. Des données d'inventaires forestiers menées à l'échelle nationale permettront de disposer de données précises sur la distribution spatiale du carbone [4]. La mise à disposition de cartes de distribution de la biomasse et du carbone permettra de connaître les flux de carbone et de prédire l'impact des choix de développement économique sur ces flux [1].

Notre étude a mis en évidence que *Hopea odorata* possède la biomasse aérienne la plus importante et, de ce fait, la plus grande capacité de stockage du carbone. Ce taxon contribue efficacement à la séquestration du carbone dans le Parc National du Banco. Il est suivi par *Terminalia ivorensis* et *Piptadenistrum africanum*, des espèces indigènes. Malheureusement, des études récentes ont démontré que les espèces invasives peuvent avoir des effets indirects sur la production de la biomasse et donc le fonctionnement des forêts [21]. Leur pouvoir d'invasion altère la dominance des espèces indicatrices changeant ainsi la structure des communautés, la biomasse et donc le stock de carbone [44]. Avec l'avènement des changements globaux, les effets de *Hopea odorata* sur la structure des communautés végétales pourraient s'accélérer avec le temps et en fonction des perturbations du milieu. Des études complémentaires incluant d'autres

écosystèmes forestiers envahis et non envahis permettront de mieux comprendre les conséquences de l'invasion de *Hopea odorata* sur la séquestration du carbone.

De ce fait, nous pouvons conclure que toute activité de gestion de cette espèce envahissante va nécessiter une analyse claire des gains et des pertes en carbone. Cette gestion peut ne pas nécessairement résulter en un gain de carbone sur le court terme. En effet, il a été démontré que si une espèce invasive cause un gain de carbone, ces gains peuvent être perdus lors de la gestion de l'espèce [21]. Seuls des études comparatives basées sur le long terme permettront de démontrer l'efficacité de la gestion de cette espèce envahissante pour la séquestration du carbone.

## **5 CONCLUSION ET PERSPECTIVES**

Il ressort de cette étude que la diversité floristique dans la forêt de l'Anguédedou rattachée au Parc National du Banco est estimée à 186 espèces végétales. La biomasse aérienne végétale estimée lors de cette étude est de 295,9 t/ha. Le stock de carbone pour l'ensemble de la forêt est estimé à 147,9 t/ha. L'équivalent CO<sub>2</sub> est de 39,9 t/ha. L'espèce exotique invasive *Hopea odorata* possède une biomasse aérienne importante (187,4 t/ha) et la plus grande capacité de stockage de carbone (93,7 t/ha). Cette espèce envahissante contribue donc efficacement à la séquestration du carbone dans le Parc National du Banco comparé aux autres espèces en présence. Des études supplémentaires menées sur le long terme et prenant en compte des écosystèmes forestiers envahis et non envahis permettront de mieux comprendre les conséquences de l'invasion de *Hopea odorata* et surtout de démontrer l'efficacité de la gestion de cette espèce envahissante pour la séquestration du carbone dans les forêts tropicales.

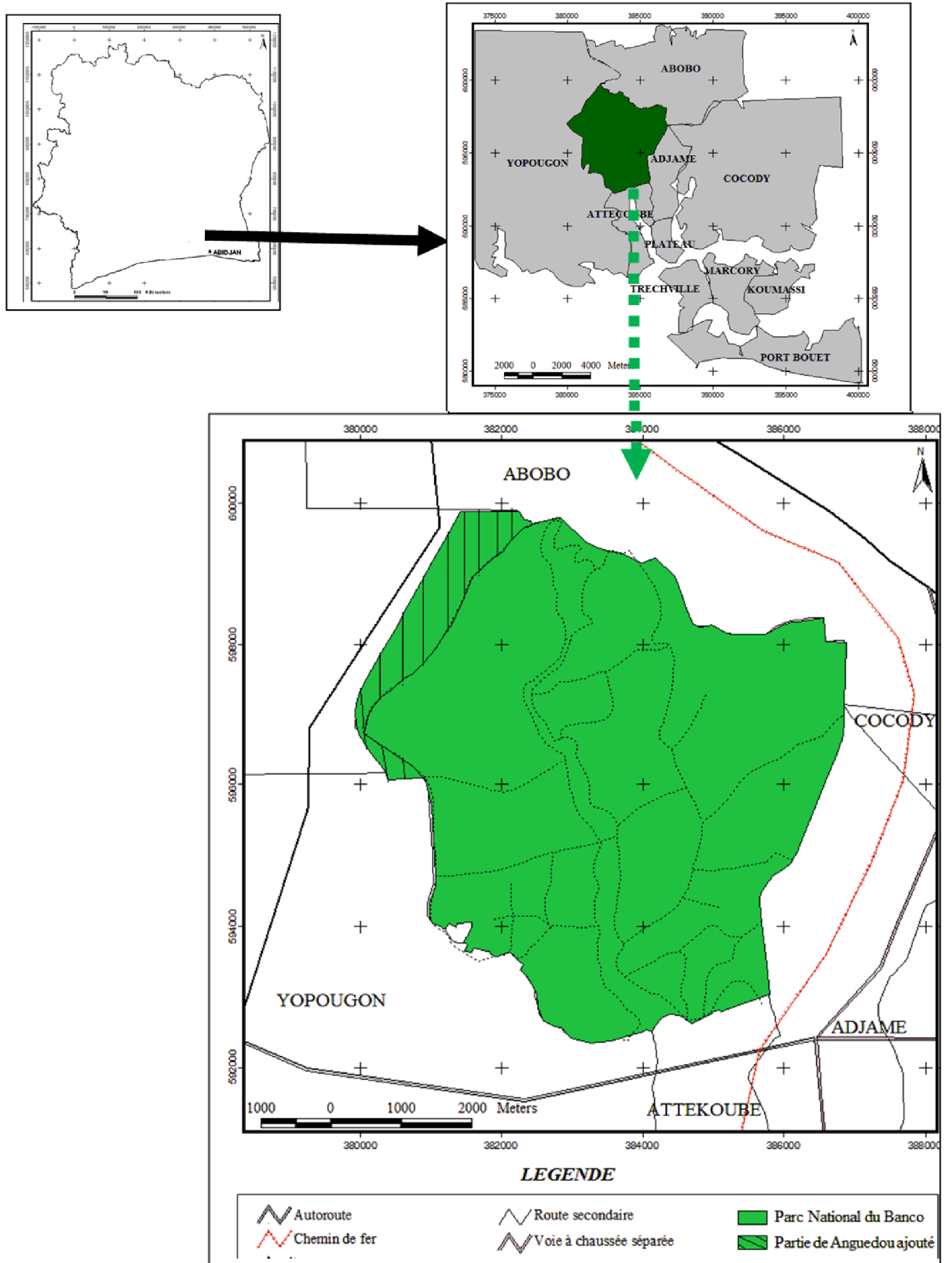


Fig. 1. Localisation de la forêt de l'Anguédedou et du Parc National du Banco en Côte d'Ivoire

Tableau 1: Biomasse aérienne végétale, carbone séquestré et masse de CO<sub>2</sub> équivalent calculés en tonne par hectare dans la forêt de l'Anguédédou rattachée au Parc National du Banco en Côte d'Ivoire.

Espèces végétales	Biomasse aérienne (t/ha)	Stock de carbone (t/ha)	CO <sub>2</sub> équivalent (t/ha)
<i>Acacia mangium</i>	7,5	3,7	1,0
<i>Allanblackia floribunda</i>	0,5	0,2	0,1
<i>Cleistopholis patens</i>	2,0	1,0	0,3
<i>Craterispermum caudatum</i>	0,3	0,1	0,0
<i>Dalbergia oblongifolia</i>	0,4	0,2	0,1
<i>Elaeis guineensis</i>	1,1	0,5	0,1
<i>Ficus exasperata</i>	0,2	0,1	0,0
<i>Funtumia elastica</i>	1,4	0,7	0,2
<i>Heisteria parvifolia</i>	0,7	0,4	0,1
<i>Hopea odorata</i>	187,4	93,7	25,3
<i>Manotes longiflora</i>	1,2	0,6	0,2
<i>Myrianthus arboreus</i>	1,1	0,5	0,1
<i>Piptadenistrum africanum</i>	38,2	19,1	5,2
<i>Pterygota macrocarpa</i>	1,8	0,9	0,2
<i>Strephonema pseudocola</i>	0,4	0,2	0,1
<i>Terminalia ivorensis</i>	43,9	21,9	5,9
<i>Turraeanthus africanus</i>	6,3	3,1	0,8
<i>Uapaca heudelotii</i>	1,6	0,8	0,2
<b>Total</b>	<b>295,9</b>	<b>147,9</b>	<b>39,9</b>

## REMERCIEMENTS

Nous remercions Monsieur Assi Yapo Jean pour l'appui technique qui a permis l'identification des espèces végétales et le Centre National de Floristique de Côte d'Ivoire pour avoir servi de cadre à la détermination des spécimens d'herbier.

## REFERENCES

- [1] Cramer W., Bondeau A., Schaphoff S., Lucht W., Smith B. et Sitch S., 2004. Tropical Forests and the global carbon cycle: impacts of atmospheric carbon dioxide, climate change and rate of deforestation. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* 359, 331–343.
- [2] Fayolle A., Doucet J-L., Gillet J-F., Bourland N., et Lejeune P., 2013. Tree allometry in Central Africa: Testing the validity of pantropical multi-species allometric equations for estimating biomass and carbon stocks. *Forest Ecology and Management Volume 305, Pages 29–37*.
- [3] Oumar B., Mathieu A., Brahim C. et Dossahoua T., 2005. Carbon Storage in Biomass and Soils of Four Australian Acacia Stands of Anguededou Station (South-East of Côte d'Ivoire). *Editorial Advisory Board, 19(1), 25-37*.
- [4] Laporte N., Baccini A., Goetz S., Mekui P. et Bausch A., 2010. Une première estimation de la biomasse ligneuse aérienne d'Afrique sur la base d'images satellites et d'inventaires forestiers. *Proceeding of the conference on carbon stock and fluxes, Comifac, Brazzaville, p. 58-65*.
- [5] Henry M., Besnard A., Asante W.A., Eshun J., Adu-Bredu S., Valentini R., Bernoux M. et Saint-André L., 2010. Wood density, phytomass variations within and among trees, and allometric equations in a tropical rainforest of Africa. *Forest Ecology and Management. Volume 260, Issue 8, Pages 1375–1388*.
- [6] Ebuy J., Lokombe J. P., Ponette Q., Sonwa D. et Picard N., 2011. Allometric equation for predicting aboveground biomass of three tree species. *Journal of Tropical Forest Science Vol. 23, No. 2, pp. 125-132*.
- [7] Bakayoko O., Assa A. M., Coulibaly B. et N'guessan K. E., 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*.



- [8] Aholoukpè H., Dubos B., Flori A., Deleporte P., Amadji G., Chotte J.L. et Blavet D., 2013. Estimating aboveground biomass of oil palm: Allometric equations for estimating frond biomass, *Forest Ecology and Management* 292: 122-129.
- [9] Vroh B. T. A., Tiébré M.-S., Ouattara D. et N'Guessan K. E., 2014. La réserve forestière Dékpa d'Agbaou, un exemple de conservation de la diversité végétale sur les sites miniers de la Côte d'Ivoire. *International Journal of Innovation and Applied Studies* Vol. 6 No. 2, pp. 162 – 171.
- [10] Chave J, Andalo C., Brown S., Cairns M. A., Chambers J. Q., Eamus D., Folster H., Fromard F., Higuchi N., Kira T., Lescure J.-P., Nelson B. W., Ogawa H., Puig H., Riera B., Yamakura T., 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia* 145: 87–99.
- [11] Haysom K.A. et Murphy S.T., 2003. *The status of invasiveness of forest tree species outside their natural habit: a global review and discussion paper*. Forest Health and Biosecurity Working Paper FBS/3E; Forestry Department. FAO: Rome.
- [12] Thijs K. W., Raf A., Pieter V. M., Winfred M., Hubert G. et Bart M., 2014. Contrasting cloud forest restoration potential between plantations of different exotic tree species. *Restoration Ecology*. Volume 22, Issue 4, pages 472–479.
- [13] Richardson D.M., 1998. Arbres exotiques envahissants: le prix de la sylviculture. Planète conservation. *UICN (4/97-1/98): 14-1*.
- [14] Richardson D. M. et Rejmánek M., 2011. Trees and shrubs as invasive alien species – a global review. *Diversity and Distributions*, 17, 788–809.
- [15] Donaldson J. E., Hui C., Richardson D. M., Robertson M. P., Bruce L., Webber B. L. et Wilson J. R. U., 2014. Invasion trajectory of alien trees: the role of introduction pathway and planting history. *Global Change Biology* Volume 20, Issue 5, pages 1527–1537.
- [16] Tiebre M. S., Kouamé D., Vroh B. T. A., N'da D. K. et Adou Yao C. Y., 2014. Stratégies et potentiel d'invasion des massifs forestiers par *Hopea odorata* Roxb. (Dipterocarpaceae) : cas du Parc National du Banco en Côte d'Ivoire. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 8(2): 666-679.
- [17] Béligné V., 1994. *Etude de l'état du milieu naturel du Parc National du Banco: recommandations pour sa sauvegarde et son aménagement*. WWF: Abidjan.
- [18] Kouakou N.J., 2009. *Espèces invasives du jardin botanique de l'Université de Cocody- Abidjan: Cas de *Psydrax subcordata* et *Hopea odorata**. DEA. Université de Cocody: Abidjan, p. 50.
- [19] Phon D., 2000. *Dictionnaire des plantes utilisées au Cambodge* : Cambodge.
- [20] Wardle D. A., Bellingham P. J., Fukami T. et Mulder C. P.H., 2007. Promotion of ecosystem carbon sequestration by invasive predators. *Biol. Lett.* vol. 3 no. 5 479-482.
- [21] Peltzer D. A., Allen R. B., Lovett G. M., Whitehead D. et Wardle D. A., 2010. Effects of biological invasions on forest carbon sequestration. *Global Change Biology* Volume 16, Issue 2, pages 732–746.
- [22] Tiebre M.S., Adou Yao. C.Y., Kassi N.J. et N'guessan K. E., 2013. Synthèse bibliographique sur le rôle de la biologie des populations dans l'étude des invasions végétales. *Journal of Animal & Plant Sciences*, Vol.18, Issue 1: 2682-2710.
- [23] Bradley B. A., Blumenthal D. M., Wilcove D. S. et Ziska L. H., 2010. Predicting plant invasions in an era of global change. *Trends in Ecology & Evolution*, Volume 25, Issue 5, Pages 310–318.
- [24] Eldin M., 1971. Le climat in le milieu naturel de Côte d'Ivoire. *Mémoire O.R.S.T.O.M* 50:75-108.
- [25] DCGTx., 1993. *Couverture cartographique au 200000<sup>e</sup> du sud forestier*. Centre de Cartographie et de télédétection: Abidjan.
- [26] Hutchinson J. et Daziel J.M., 1954-1972. *Flora of West Africa, ed.2, revue par Kea RWJ, Hepper FN*. Crown Agents for oversea government and administrations: London.
- [27] Aké-Assi L., 1984. *Flore de la Côte d'Ivoire. Etude descriptive et biogéographique avec quelques notes ethnobotaniques*. Thèse de Doctorat d'Etat, Université d'Abidjan : Abidjan, p.1206.
- [28] Aké-Assi L., 2001. *Flore de la Côte d'Ivoire : catalogue systématique, biogéographique et écologie. Volume 1 : Mémoire de Botanique systématique*. Conservatoire et Jardin Botanique de Genève. Boisseria 57, p.396.
- [29] Aké-Assi L., 2002. *Flore de la Côte d'Ivoire : catalogue systématique, biogéographique et écologie. Volume 2 : Mémoire de Botanique systématique*. Conservatoire et Jardin Botanique de Genève. Boisseria 58, p.441.
- [30] Sørensen T., 1948. A method of establishing group of equal amplitude in plan sociology based on similarity of species content and its application to analysis of the vegetation on Danish commons. *Biol. Skr.* 5: 1-34.
- [31] Shannon C.E., 1948. A mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal* 27: 379-423.
- [32] Daget P. et Poissonnet J., 1969. *Analyse phycologique des prairies: applications agronomiques*. Docum. C.N.R.S-C.E.P.E.: Montpellier.
- [33] Reyes G., Brown S., Chapman J. et Lugo A. F., 1992. *Wood densities of tropical tree species*. Gen. Tech. Rep. SO-88 New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station 15p.
- [34] IPCC, 2003. *Good practice guidance for land use, land-use change and forestry. Intergovernmental panel on climate change*. National Greenhouse Gas Inventories Programme and Institute for Global Environmental Strategies, Kanagawa, Japan 295p.

- [35] Bouvarel 1991. In Collectif – *La forêt, patrimoine de l'avenir, Actes du Xe congrès forestier mondial*. Revue Forestière française, Nancy.
- [36] De Wit M. P., Crookes D. J. et Wilgen B. W., 2001. Conflicts of interest in environmental management: estimating the costs and benefits of a tree invasion *Biological Invasions* 3: 167–178.
- [37] Adou K., 2003. *Essences forestières de Côte d'Ivoire: quelques caractéristiques des semenciers et des semences*. Sodefor DEP., 26 p.
- [38] Dickie I. A., Bennett B. M., Burrows L. E., Nuñez M. A., Peltzer D. A., Porté A., Richardson D. M., Rejmánek M., Rundel P. W. et Wilgen B. W., 2014. Conflicting values: ecosystem services and invasive tree management. *Biological Invasions. Volume 16, Issue 3, pp 705-719*.
- [39] Richardson D. M., Hui C., Nuñez M. A., et Pauchard A., 2014. Tree invasions: patterns, processes, challenges and opportunities. *Biological Invasions. Volume 16, Issue 3, pp 473-481*.
- [40] N'Guessan K. E., 2013. *Etude d'impact environnemental et social du projet de construction de la clôture du Parc National du Banco, Abidjan*. Rapport d'études floristiques, Centre National de Floristique. 47 p.
- [41] Allou K.(1999). *Identification et systématique de quelques espèces ligneuses exotiques de l'arboretum du Banco, Abidjan Côte d'Ivoire*. Ministère de l'Agriculture et des Eaux et Forêts. Mémoire de fin d'études. Diplôme d'Agronomie Approfondies, 47p.
- [42] De Koning J., 1983. *La forêt du Banco*. Thèse Doctorat, Université Agronomique de Wageningen, 912 p.
- [43] Boulier J. et Simon L., 2010. Les forêts au secours de la planète : quel potentiel de stockage du carbone? *L'espace géographique* 39 (4): 17p.
- [44] Ellison A. M., Bank M. S., Clinton B. D., Colburn E. A., Elliott K., Ford C. R., Foster D. R., Kloeppel B. D. et Knoepp J. D., 2005. "Loss of foundation species: Consequences for the structure and dynamics of forested ecosystems". *Frontiers in Ecology and the Environment* 3 (9): 479-486.