



Original Paper

<http://indexmedicus.afro.who.int>

## Stratégies et potentiel d'invasion des massifs forestiers par *Hopea odorata* Roxb. (Dipterocarpaceae) : cas du Parc National du Banco en Côte d'Ivoire

Marie-Solange TIEBRE<sup>1,2,\*</sup>, Djaha KOUAME<sup>3</sup>, Aimé Tra Bi VROH<sup>1,2</sup>,  
Dégrâce Kognan N'DA<sup>1</sup> et Yves-Constant Yao ADOU<sup>1,2</sup>

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

<sup>2</sup> Centre National de Floristique, 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.

\* Auteur correspondant ; E-mail : [tiebre.ms@skynet.be](mailto:tiebre.ms@skynet.be) ; Tél : 0022546415181

### RESUME

Le caractère envahissant et la germination de l'espèce *Hopea odorata* Roxb. (Dipterocarpaceae) ont été étudiés dans la forêt de l'Anguédédou et dans la périphérie du Parc National du Banco en Côte d'Ivoire. Le but est de démontrer le potentiel d'invasion et la capacité de reproduction de cette espèce exotique. Les résultats obtenus dans la forêt d'Anguédédou indiquent que *Hopea odorata* présente un taux de germination de 30%. Cette plante présente un fort taux de recouvrement (65%), une densité élevée (12 292,31 individus/ha) avec un nombre considérable de jeunes plants qui totalisent 97,62% du nombre d'individus recensés de l'espèce. C'est une espèce très régulière et agressive dans la zone où elle est plantée. A la périphérie du Parc National du Banco, *Hopea odorata* présente un recouvrement moyen de 10,17%, une densité de 6 480 individus/ha constitués essentiellement de jeunes plants. Les résultats démontrent la capacité de cet arbre à se disperser et à coloniser la périphérie du Parc National du Banco et pourrait contribuer à son caractère envahissant.

© 2014 International Formulae Group. All rights reserved.

**Mots clés** : Arbre non-indigène invasif, biologie des populations, écologie de l'invasion, invasion biologique, invasion par les arbres.

### INTRODUCTION

Les introductions d'espèces sont, à ce jour, considérées comme une composante importante des changements globaux liés aux activités humaines (Simberloff, 2014). Elles représentent une des plus grandes causes d'érosion de la biodiversité qui aboutit dans certains cas à des extinctions d'espèces (Lefeuvre, 2013). Actuellement parmi les espèces introduites, existe un grand nombre d'espèces d'arbre (Wilson et al., 2014). Ces plantations d'arbres exotiques se sont

développées comme une partie intégrante et indispensable de nombreuses économies nationales et de programmes de reboisement (Haysom et Murphy, 2003). Certains arbres introduits ont pris solidement pied en tant qu'espèces envahissantes dans des écosystèmes naturels (Richardson, 1998). Il importe d'étudier ces espèces pour comprendre leur potentiel d'invasion et les stratégies qu'elles développent pour coloniser les milieux dans les nouvelles aires d'introduction.

© 2014 International Formulae Group. All rights reserved.

DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v8i2.23>

L'espèce *Hopea odorata* Roxb. (Dipterocarpaceae) offre une excellente opportunité pour comprendre et analyser les stratégies d'invasion des arbres non-indigènes. Cette espèce originaire de l'Asie du Sud-est a été introduite en Côte d'Ivoire dans les années 70 pour des programmes de reboisement, notamment dans le Parc National du Banco. Appréciée pour son bois, elle est une espèce menacée dans son habitat naturel (Phon, 2000). En Côte d'Ivoire, les études préliminaires démontrent que *Hopea odorata* se régénère abondamment et pourrait constituer un danger pour la survie des autres espèces (Béligné, 1994 ; Kouakou, 2009). Des études quantitatives sont nécessaires pour estimer le potentiel d'invasion de l'espèce en analysant les stratégies qu'elle développe pour assurer sa survie dans de nouveaux habitats.

Dans cette étude, nous nous intéressons au succès de reproduction de *Hopea odorata*, son potentiel de dispersion et surtout, à la pression de concurrence qu'elle exerce sur les autres espèces d'arbre présentes dans un écosystème donné. Combinant des paramètres individuels, la contribution spécifique et la fréquence relative avec la densité, l'aire basale et l'abondance-dominance, nous répondons aux questions suivantes : (i) *Hopea odorata* est-elle confinée dans sa superficie plantée, la forêt de l'Anguédedou ou s'est-elle étendue de la zone plantée vers la périphérie du Parc National du Banco ? (ii) *Hopea odorata* est-elle envahissante au Parc National du Banco ? Un test de germination des graines a été conduit pour connaître le potentiel de germination des semences produites.

## MATERIEL ET METHODES

### Site d'étude

L'étude s'est déroulée dans la forêt de l'Anguédedou (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 (Eldin, 1971). 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'Anguédedou est constituée de cultures vivrières et pérennes, de défrichements et de rares îlots de forêts ouvertes (DCGTx, 1993). 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).

### 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 carrées 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'Anguédedou 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 numéros de récoltes des espèces présentes, leur indice d'abondance-dominance. Outre, ces informations, la mesure des hauteurs des arbres ayant une circonférence supérieure ou égale à 3,14 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 (Aké-Assi, 1984, 2001, 2002). Les espèces non identifiées sur le terrain ont été récoltées et identifiées par comparaison à l'Herbier National du Centre National de Floristique (CNF).

## Analyse des données

### Richesse floristique

La richesse floristique est définie comme étant le nombre d'espèces recensées sur un territoire donné (Aké-Assi, 1984). Cette mesure permettra d'effectuer des comparaisons entre les deux zones.

### Composition floristique

L'analyse de la composition floristique a consisté à relever pour chaque espèce identifiée, le type biologique et l'affinité chorologique. Lebrun (1947) décrit divers types biologiques qui se répartissent comme suit : MP : Mégaphanérophytes (arbres de plus de 30 m de hauteur) ; mP : Mésophanérophytes (arbres de 8 à 30 m de hauteur) ; mp : Microphanérophytes (arbustes de 2 à 8 m de hauteur) ; np : Nanophanérophytes (arbrisseaux de 0,25 à 2 m de hauteur) ; Ch : Chaméphytes (plantes vivaces de 0 à 0,25 m de hauteur) ; Th : Thérophytes ; Gr : Géophytes rhizomateux ; H : Hémicryptophytes

L'affinité chorologique quant à elle, renseigne sur l'origine des espèces.

### Contribution floristique

La contribution floristique exprime la place qu'occupe une espèce sur un site. Elle permet de mettre en évidence l'importance de chaque espèce recensée dans l'ensemble des relevés. Elle s'exprime par la formule suivante :

$$C.F. = \frac{1}{n} \times 100 \quad \text{Avec, } n :$$

nombre d'espèces observées dans une parcelle.

### Contribution spécifique des espèces

La contribution spécifique C.s. (e) est l'expression de l'apport de chacune de ces espèces à la végétation d'une station inventoriée. Cette classification a été utilisée pour mettre en évidence le dynamisme et l'agressivité des espèces. Elle s'obtient à partir de la formule proposée par Daget et Poissonet (1969) :

$$C.S.(e) = \frac{FS(e)}{\sum FS(e)}$$

Où -  $FS(e)$  : fréquence absolue de l'espèce considérée.

Daget et Poissonet (1969) ont adopté la classification suivante :

-  $Cs(e) < 1$  : espèces non productrices ; ce sont des espèces dont l'effet dépressif sur les plantes est plus ou moins négligeable ;

-  $1 \leq Cs(e) < 4$  : espèces peu productrices ; dont l'effet dépressif sur les plantes est relativement élevé, elles sont dites agressives ;

-  $Cs(e) \geq 4$  : espèces très productrices ; elles ont un effet dépressif particulièrement élevé sur les autres espèces. Elles sont par conséquent considérées comme très agressives vis-à-vis des autres plantes.

### Fréquence relative des espèces

La fréquence relative est calculée afin d'estimer l'importance de chacune des espèces par rapport aux autres (Daget et Poissonet, 1969). Elle est calculée selon la formule suivante :

$$F.r. = \frac{Fa}{N} \quad \text{Où} \quad - \quad Fa :$$

Fréquence absolue - N : nombre d'échantillon élémentaire.

Pour traduire la régularité de la distribution des espèces, Raunkiaer (1905) définit 5 classes de fréquence relative : La classe I regroupe toutes les espèces dont la fréquence relative est comprise entre 0 et 20% : espèces très peu régulières ; La classe II, les espèces dont la fréquence relative est comprise entre 21 et 40% : espèces peu régulières ; Les classes III, IV, et V regroupent respectivement les espèces dont les fréquences sont comprises entre 41 et 60% : espèces régulières ; entre 61 et 80% : espèces très régulières et entre 81 et 100% : espèces particulièrement régulières.

### Paramètres individuels

Ces paramètres indiquent pour chacune des espèces, le nombre de jeunes plants et d'individus adultes ainsi que la taille

des individus qui ont un DBH  $\geq 10$  cm. Nous avons estimé le nombre de jeunes plants pour mettre en évidence la capacité reproductive qui est un caractère important des espèces non-indigènes envahissantes.

#### **Densité des espèces inventoriées**

La densité est le nombre d'individus par unité de surface. Elle se traduit par la formule suivante :

$$D = \frac{N}{S}$$

Avec N comme le nombre d'individus recensés et S la surface observée. Elle exprime la dominance ou prépondérance des espèces dans le milieu et leur grande capacité de propagation.

#### **Aire basale**

L'aire basale ou surface terrière est la somme des sections transversales de tous les arbres à DBH  $\geq 10$  cm. Elle se calcule par la formule suivante :

$$S = \pi \times \frac{d^2}{4}$$

Où S est la surface en coupe transversale à 1,30 m du sol ( $m^2/ha$ ), d le diamètre mesuré à 1,30 m du sol (m) et  $\pi = 3,14159$ .

L'aire basale des taxons nous renseigne sur leur dominance. Cette dernière tient compte de la taille des individus et permet de mettre en évidence les taxons qui occupent le plus de place dans la végétation. L'aire basale rend donc compte de la pression de concurrence dans le peuplement.

#### **Abondance-dominance**

C'est une expression de l'espace relatif occupé par les individus d'une même espèce dans une station donnée. Nous avons utilisé l'abondance-dominance pour établir une distinction entre les espèces dominantes ou abondantes et celles dont les individus sont dispersés ou rares dans la zone d'étude. A chacune des espèces est attribué un coefficient d'abondance-dominance. Ces coefficients

suivent les critères établis par Braun-Blanquet (1932) : 5 : nombre quelconque d'individus recouvrant de plus de 3/4 de la surface ; 4 : nombre quelconque d'individus recouvrant 1/2 à 3/4 de la surface ; 3 : nombre quelconque d'individus recouvrant de 1/4 à 1/2 ; 2 : individus très abondants ou recouvrement au moins 1/20 de la surface étudiée ; 1 : individus assez abondants mais degré de recouvrement faible ; + : individus rares ou très rares, recouvrement très faibles.

#### **Coefficient de similitude de Sørensen**

Le degré de ressemblance quantitatif de deux listes d'espèces peut être mesuré par des coefficients de similitude. Nous avons utilisé le coefficient de similitude de Sørensen (1948).

$$C_s = \frac{2 \times c \times 100}{(a + b)}$$

Où  $C_s$  est le coefficient de similitude de Sørensen ; a le nombre d'espèces d'un relevé A ; b le nombre d'espèces d'un relevé B ; c le nombre d'espèces communes aux relevés A et B. Les valeurs de ce coefficient varient de 0 à 100. Plus les deux listes floristiques ont des espèces en commun, plus  $C_s$  tend vers 100. Plus les deux listes floristiques sont différentes, plus  $C_s$  tend vers 0.

#### **Indice de diversité ( $H'$ ) de Shannon**

Pour apprécier l'hétérogénéité et la diversité de nos deux zones d'étude, en tenant compte à la fois du nombre d'espèces et de leur abondance, nous avons calculé l'indice de diversité de Shannon (1948). Cet indice a été calculé selon la formule suivante :

$$H' = - \sum (n_i/N) \times \ln (n_i/N)$$

Où  $n_i$  est le nombre d'individus d'une espèce i et N le nombre total des individus de toutes les espèces de la parcelle considérée.

### Test de germination

Un test de germination *ex-situ* a été réalisé. Pour la réalisation de ce test, des graines d'*Hopea odorata* à maturité ont été ramassées en dessous des plantes mères. Ces graines sont mises sur une couche de coton hydrophile dans les boîtes de Pétri. De l'eau distillée y est ajoutée. Du fait qu'elles sont des graines récalcitrantes, elles ont été immédiatement semées dans les boîtes de Pétri à raison de 4 lots de 50 graines. Les boîtes de Pétri sont conservées à température ambiante et les graines sont arrosées le matin et le soir. Chaque graine qui émet une radicule est notée et elle est sortie de la boîte. L'expérience a duré 1 mois.

Un test de germination *in-situ* a aussi été réalisé. Ce test a été réalisé dans 4 sachets de polyéthylène sous abri pendant 1 mois. Les sachets ont été remplis de terre puis les graines de *Hopea odorata* ont été semées à raison de 50 graines par sachets.

### Analyse statistique des données

Pour la comparaison des moyennes des paramètres structuraux entre les deux zones, 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  $p = 0,05$ . Son degré de liberté est  $n_1+n_2-2$ . La normalité a été testée grâce au test de *Shapiro-Wilk* dans chaque cas avant l'utilisation.

Pour vérifier l'existence d'éventuelles relations entre certains paramètres structuraux comme la densité et l'aire basale 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.

## RESULTATS

### Richesse floristique

Les travaux de terrain nous ont permis d'effectuer au total 18 relevés dont 13 relevés pour la forêt de l'Anguédédou et 5 relevés dans la zone d'influence au Parc National du Banco. Au total, 186 espèces ont été recensées ; 150 espèces dans la forêt de l'Anguédédou et 96 espèces dans la zone d'influence. Les dicotylédones avec 43 familles représentent 90,86% de la flore inventoriée. Les monocotylédones avec 10 familles représentent 8,06% des espèces recensées.

Dans la forêt de l'Anguédédou, ces espèces se répartissent entre 118 genres au sein de 49 familles. Les Euphorbiaceae et les Apocynaceae sont les familles les mieux représentées avec respectivement 14 et 12 espèces soit respectivement 9 et 8%. Elles sont suivies des Rubiaceae et des Papilionaceae qui y sont également représentées. Dans la zone d'influence, les espèces se répartissent entre 84 genres et 44 familles. Les Apocynaceae et les Euphorbiaceae sont également les familles les mieux représentées avec 7 espèces chacune soit 7%. Elles sont suivies des Sapindaceae, des Papilionaceae et des Rubiaceae.

La richesse spécifique ou floristique des parcelles inventoriée varie de 13 à 38 espèces avec une moyenne de  $27 \pm 8,16$  pour la forêt de l'Anguédédou. Elle varie de 27 à 40 espèces avec une moyenne de  $34 \pm 4,90$  espèces pour la zone d'influence. 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 ressemblance floristique entre ces relevés sauf les relevés 5 et 6 qui présentent une ressemblance. 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%. Les différents relevés sont moins semblables les uns des autres. 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.

### Composition floristique

La flore de la forêt de l'Anguédédou est représentée majoritairement par les phanérophytes avec 51% de microphanérophytes, 24% de mésophanérophytes, 11% de nanophanérophytes et 9% de mégaphanérophytes. Les autres types biologiques à savoir les hémicryptophytes, les géophytes et les chaméphytes ne représentent que 3 à 1%. La flore de la zone d'influence est représentée majoritairement par les microphanérophytes 35%, les mésophanérophytes 25%, les nanophanérophytes 21% et les mégaphanérophytes 13 p.c%. Les autres types biologiques à savoir les hémicryptophytes, les géophytes et les chaméphytes ne représentent que 2% chacun.

On note que les espèces africaines sont les plus abondantes. Il s'agit des espèces des régions forestières africaines (A GC) avec 97%, les espèces du bloc forestier à l'Ouest du Togo (A GCW) avec 11, 83% et les espèces de la zone de transition savane - forêt (AGC-SZ) avec 2%.

### Contributions floristique et spécifique des espèces

La contribution floristique varie de 2,67% à 7,69% pour la forêt de l'Anguédédou et de 2,5% à 3,7 pour la zone d'influence.

Dans la forêt de l'Anguédédou, 29 espèces sur l'ensemble des relevés ont leur contribution spécifique comprise entre 4 et 1. *Microdesmis keayana* a la plus forte valeur de contribution spécifique (3,29), suivie de *Craterispermum caudatum*, *Baphia nitida*,

*Dichapetalum dictyospermum*, *Hopea odorata* avec une contribution spécifique de 2,82. Les autres espèces du relevé ont une contribution spécifique inférieure à 1. Dans la zone d'influence, 39 espèces ont leur contribution spécifique comprise entre 4 et 1. Les autres espèces des relevés ont une contribution spécifique inférieure à 1. L'espèce *Hopea odorata* avec une contribution spécifique de 1,76 et vient en 11<sup>ème</sup> position (Tableau 1).

### Fréquence relative des espèces

L'espèce la plus fréquente dans la forêt de l'Anguédédou est *Microdesmis keayana* (92,32%). Elle est suivie par 4 autres espèces dont la fréquence est de 76,92%. Ce sont *Baphia nitida*, *Craterispermum caudatum*, *Dichapetalum dictyospermum* et *Hopea odorata*. Il y a 83 autres espèces qui sont représentées une seule fois (7,69%). Dans la zone d'influence, 6 espèces ont une fréquence de 100%. Il s'agit de : *Microdesmis keayana*, *Craterispermum caudatum*, *Cola heterophylla*, *Baphia nitida*, *Albertia cordifolia* et *Agelaea pentagyna*. *Hopea odorata* vient en 14<sup>ème</sup> position avec une fréquence de 60%. Les espèces uniques sont au nombre de 57. On constate que *Hopea odorata* est régulière dans la forêt de l'Anguédédou et dans la zone d'influence.

### Paramètres individuels

Dans la forêt de l'Anguédédou, les hauteurs des espèces qui ont un DBH  $\geq$  10 cm varient de 35 m à 5 m. Les espèces dominantes, sont dans l'ordre décroissant de leur hauteur moyenne, *Terminalia ivorensis*, *Cleistophilis patens*, *Acacia mangium*, *Hopea odorata* et *Manotes longiflora*. L'espèce *Hopea odorata* atteint des hauteurs variant de 35 m à 6 m. Dans la zone d'influence du parc, les hauteurs des espèces qui ont un DBH  $\geq$  10 cm varient de 30 m à 5 m. C'est *Piptadeniastrum africanum* et *Elaeis guineensis* qui dominent en terme d'hauteur moyenne (30 m chacune).

Sur l'ensemble des parcelles inventoriées dans la forêt de l'Anguédédou, *Hopea odorata* a la grande capacité reproductive avec 1598 individus dont 38 adultes et 1560 jeunes plants, soit 97,62%. Dans la zone d'influence, *Hopea odorata* possède également la plus grande capacité reproductive avec 324 individus dont 324 jeunes plants et 0 individu adulte (Tableau 2).

#### Densité des espèces

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 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,  $t = 2,12$  ;  $p = 0,085$ ). Il existe par contre une corrélation significative au seuil  $\alpha = 0,05$  entre la densité des individus (DBH  $\geq 10$  cm) de *Hopea odorata* et la densité des individus (DBH  $\geq 10$  cm) des autres espèces (Test de Pearson,  $r = -0,6$  ;  $p = 0,029$ ) dans la forêt de l'Anguédédou. Il n'existe par contre pas de différence significative entre les densités moyennes d'*Hopea odorata* des deux zones d'études (Test *t* de Student,  $t = 2,12$  ;  $p = 0,466$ ).

Dans la forêt de l'Anguédédou, *Hopea odorata* a la plus forte densité avec 12 292,31 individus/ha. Les espèces telles que *Microdesmis keayana* et *Chrysophyllum albidum* suivent avec respectivement 2130,77 individus/ha et 1992,31 individus/ha. Dans la zone d'influence, *Hopea odorata* vient en deuxième position (6480 individus/ha) après *Xylopiya quintasii* (6680 individus/ha) (Tableau 3).

#### Aire basale des espèces

L'aire basale moyenne de toutes les espèces qui ont un DBH  $\geq 10$  cm est de  $38,74 \pm 25,79$  m<sup>2</sup>/ha pour la forêt de l'Anguédédou et de  $18,04 \pm 21,62$  m<sup>2</sup>/ha pour la zone d'influence. La différence entre ces deux moyennes n'est pas significative (Test *t* de Student ;  $t = 2,120$ ,  $p = 0,133$ ). Il n'y a pas de relation entre l'aire basale de *Hopea odorata* et l'aire basale des autres espèces (Test *r* de Pearson ;  $r = -0,511$  ;  $p = 0,074$ ).

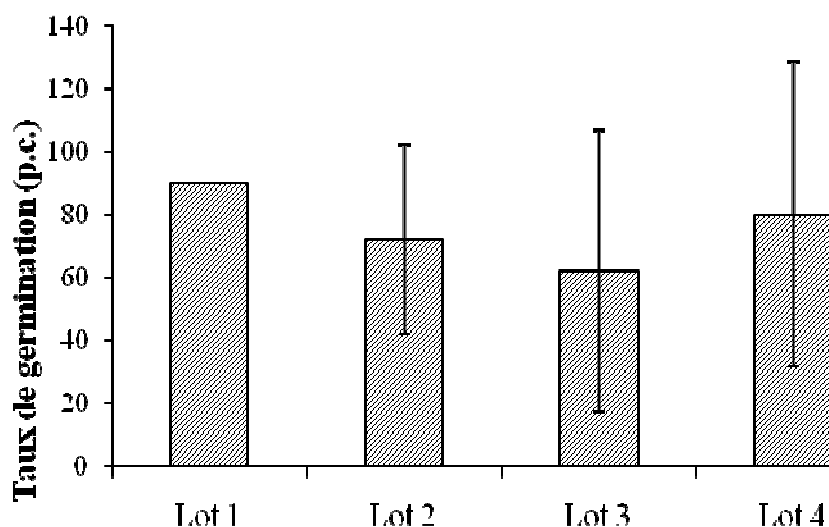
Dans les parcelles de la forêt de l'Anguédédou inventoriées, *Hopea odorata* a la plus forte valeur d'aire basale (28,139 m<sup>2</sup>/ha) suivie de *Terminalia ivorensis* (7,79 m<sup>2</sup>/ha) et de *Acacia mangium* (1,3 m<sup>2</sup>/ha). Dans la zone d'influence, *Piptadeniastrum africanum* a la plus forte valeur d'aire basale (10,05 m<sup>2</sup>/ha). Elle est suivie de *Elaeis guineensis* et *Turraenthus africana* (2,27 m<sup>2</sup>/ha chacune) (Tableau 4).

#### Abondance-dominance

Dans la forêt de l'Anguédédou, *Hopea odorata* a la plus forte valeur de recouvrement moyen (65%). Elle est suivie de *Palisota hirsuta* (7,49%) et de *Microdesmis Keayana*. Dans la zone d'influence, les espèces qui ont les plus fortes valeurs de recouvrement moyen dans l'ordre décroissant sont *Cola heterophylla* (16,7%), *Culcasia parvifolia* (11,88%), *Hopea odorata* (10,17%), *Piptadeniastrum africanum* (9,45%) et *Baphia nitida* (7,2%) (Tableau 5).

#### Germination des graines

Le taux de germination dans les boîtes de Pétri varie de 62 à 90% avec une moyenne de  $76 \pm 18,90\%$  (Figure 1). Le taux moyen de germination dans les sachets de polyéthylène varie de 10 à 50% avec une moyenne de  $30 \pm 28,93\%$  (Figure 2).



**Figure 1 :** Taux de germination des graines de *Hopea odorata* ex-situ.

**Tableau 1 :** Contribution spécifique des espèces de la forêt de l'Anguédédou (FA) et de la périphérie de Parc National du Banco (ZI).

FA		ZI	
Espèces	C <sub>s</sub>	Espèces	C <sub>s</sub>
<i>Microdesmis keayana</i>	3,39	<i>Microdesmis keayana</i>	2,94
<i>Baphia nitida</i>	2,82	<i>Craterispermum caudatum</i>	2,94
<i>Craterispermum caudatum</i>	2,82	<i>Cola heterophylla</i>	2,94
<i>Dichapetalum dictyospermum</i>	2,82	<i>Baphia nitida</i>	2,94
<i>Hopea odorata</i>	2,82	<i>Albertisia cordifolia</i>	2,94
<i>Albertisia cordifolia</i>	2,54	<i>Agelaea pentagyna</i>	2,94
<i>Palisota hirsuta</i>	2,26	<i>Piptadeniastrum africanum</i>	2,35
<i>Agelaea pentagyna</i>	1,98	<i>Palisota hirsuta</i>	2,35
<i>Angylocalyx oligophyllus</i>	1,98	<i>Culcasia parvifolia</i>	2,35
<i>Anthonotha macrophylla</i>	1,98	<i>Angylocalyx oligophyllus</i>	2,35
		<i>Hopea odorata</i>	1,76



**Tableau 2 :** Nombre d'individus d'espèces recensées dans la forêt de l'Anguédedou (FA) et dans la périphérie du Parc National du Banco (ZI).

Espèces	FA			Espèces	ZI		
	Total individus	Individus adultes	Jeunes plants		Total individus	Individus adultes	Jeunes plants
<i>Hopea odorata</i>	1598	38	1560	<i>Pteris atrovirens</i>	4	3	1
<i>Terminalia ivorensis</i>	7	7	0	<i>Antiaris toxicaria</i>	68	2	66
<i>Myrianthus arboreus</i>	13	5	8	<i>Klainedoxa gabonensis</i>	2	2	0
<i>Acacia mangium</i>	3	3	0	<i>Geophila obvallata</i>	2	1	1
<i>Albizia adianthifolia</i>	49	2	47	<i>Anthonotha macrophylla</i>	1	1	0
<i>Funtumia elastica</i>	7	2	5	<i>Diospyros canaliculata</i>	20	1	19
<i>Griffonia simplicifolia</i>	6	2	4	<i>Alchornea cordifolia</i>	4	1	3
<i>Manotes longiflora</i>	4	2	2	<i>Placodiscus oblongifolus</i>	16	1	15
<i>Clerodendrum splendens</i>	3	2	1	<i>Grewia malacocarpa</i>	6	1	5
<i>Dalbergia oblongifolia</i>	5	1	4	<i>Hopea odorata</i>	324	0	324
<i>Diospyros canaliculata</i>	5	1	4				
<i>Ficus exasperata</i>	1	1	0				

**Tableau 3:** Densité moyenne de quelques espèces de la forêt de l'Anguédédou (FA) et dans la périphérie du Parc National du Banco (ZI).

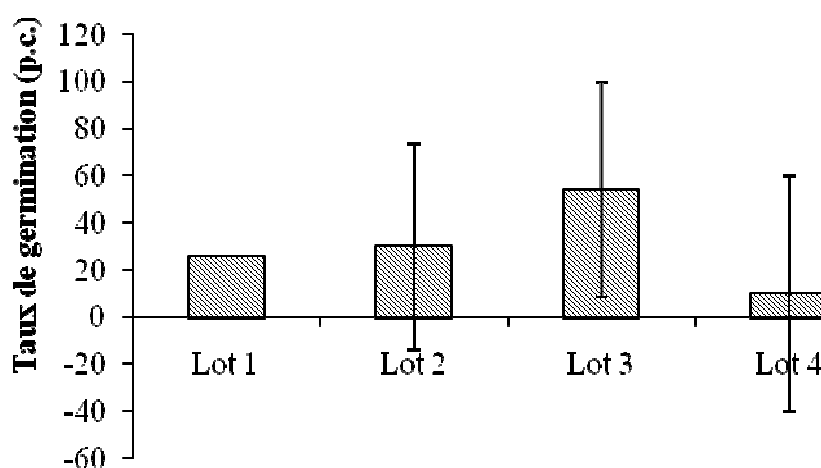
FA		ZI	
Espèces	Densité (ind/ha)	Espèces	Densité
<i>Hopea odorata</i>	12292,31	<i>Xylopi quintasii</i>	6680
<i>Microdesmis keayana</i>	2130,77	<i>Hopea odorata</i>	6480
<i>Chrysophyllum albidum</i>	1992,31	<i>Culcassia parvifolia</i>	5760
<i>Craterispermum caudatum</i>	1692,31	<i>Cola heterophylla</i>	3380
<i>Geophila obvallata</i>	1569,23	<i>Geophila obvallata</i>	2860
<i>Dichapetalum dictyospermum</i>	1523,08	<i>Agelaea pentagyna</i>	2060
<i>Palisota hirsuta</i>	1476,92	<i>Albertisia cordifolia</i>	1760
<i>Albertisia cordifolia</i>	946,15	<i>Baphia nitida</i>	1700
<i>Anthonotha macrophylla</i>	730,77	<i>Terminalia ivorensis</i>	1540
<i>Drypetes ivorensis</i>	638,46	<i>Craterispermum caudatum</i>	1360

**Tableau 4 :** Aire basale des espèces de la forêt de l'Anguédédou (FA) et de la périphérie du Parc National du Banco (ZI).

FA		ZI	
Espèces	Aire basale (m <sup>2</sup> /ha)	Espèces	Aire basale (m <sup>2</sup> /ha)
<i>Hopea odorata</i>	28,139	<i>Piptadeniastrum</i>	10,05
<i>Terminalia</i>	7,76	<i>Alaeis guineensis</i>	2,27
<i>Acacia mangium</i>	1,310	<i>Turraenthus africana</i>	2,27
<i>Cleistopholis</i>	0,510	<i>Uapaca heudelotii</i>	0,81
<i>Manotes longiflora</i>	0,262	<i>Pterygota macrocarpa</i>	0,77
<i>Myrianthus</i>	0,233	<i>Funtumia elastica</i>	0,51
<i>Funtumia elastica</i>	0,204	<i>Allamblakia floribuda</i>	0,27
<i>Albizia adiantifolia</i>	0,147	<i>Heisteria parvifolia</i>	0,27
<i>Dalbergia</i>	0,102	<i>Craterispermum</i>	0,19
<i>Diospyros</i>	0,102		
<i>Ficus exasperata</i>	0,06		

**Tableau 5** : Recouvrement moyen des espèces de la forêt de l'Anguédédou (FA) et de la périphérie du Parc National du Banco (ZI).

FA		ZI	
Espèces	recouvrement moyen (p.c.)	Espèces	recouvrement moyen (p.c.)
<i>Hopea odorata</i>	65	<i>Cola heterophylla</i>	16,7
<i>Palisota hirsuta</i>	7,85	<i>Culcasia parvifolia</i>	11,88
<i>Microdesmis keayana</i>	4	<i>Hopea odorata</i>	10,17
<i>Craterispermum caudatum</i>	3,6	<i>Piptadeniastrum africanum</i>	9,75
<i>Albertisia cordifolia</i>	2,77	<i>Baphia nitida</i>	7,2
<i>Dichapetalum dictyospermum</i>	2,75	<i>Angylocalyx oligophyllus</i>	4,63
<i>Baphia nitida</i>	2,35	<i>Albertisia cordifolia</i>	4,2
<i>Anthonotha macrophylla</i>	1	<i>Microdesmis keayana</i>	3,8
<i>Icacina mannii</i>	1	<i>Agelaea pentagyna</i>	2
<i>Agelaea pentagyna</i>	0,5	<i>Craterispermum caudatum</i>	1,3

**Figure 2** : Taux de germination des graines de *Hopea odorata* in situ.

## DISCUSSION

Cette étude nous a permis d'acquérir des données quantitatives sur les stratégies et le potentiel d'invasion des massifs forestiers par *Hopea odorata*. En Côte d'Ivoire, des observations préliminaires avaient montré le potentiel de régénération rapide de cet arbre non-indigène introduit à des fins

commerciales et de reboisement (Béliné, 1984 ; Kouakou, 2009). Mais à ce jour, aucune étude n'a permis d'estimer réellement le potentiel d'envahissement de *Hopea odorata*. Nous manquons notamment de renseignements sur son succès de reproduction sexuée, sa capacité de dispersion dans le paysage et surtout la pression de

concurrence qu'elle exerce sur les autres espèces végétales dans un écosystème donné. Des études quantitatives sont nécessaires pour comprendre les mécanismes mis en place par cet arbre exotique pour coloniser de nouveaux habitats (Rigot et al., 2014). Ces informations peuvent servir de levier pour les mesures à prendre dans le contrôle de l'invasion de cette plante non-indigène (Pyšek et al., 2014). Dans notre étude, le potentiel d'invasion de *Hopea odorata* a été estimé en comparant les paramètres individuels et structuraux de cette plante avec ceux des autres espèces végétales présentes dans la forêt de l'Anguédédou et du Parc National du Banco.

Il ressort de l'analyse des paramètres individuels, dans la forêt de l'Anguédédou, que *Hopea odorata* présente une très grande capacité reproductive avec 1598 individus dont 38 adultes et 1560 jeunes plants. Selon Richardson et al. (1994), le caractère invasif chez les taxons introduits est souvent favorisé par une grande capacité à produire des graines. En effet, les graines d'*Hopea odorata* sont polyembryonnées et chaque graine peut produire en moyenne 3 à 4 embryons (Données non présentées). Cet arbre possède aussi une très forte densité (12 292,31 individus/ha) et un grand potentiel d'occupation du sol avec une aire basale moyenne de 28, 139 m<sup>2</sup>/ha. En effet, la densité constitue un indicateur important de l'état d'une espèce donnée car elle permet de définir les tendances à l'installation ou à la raréfaction et ainsi d'évaluer les tendances évolutives (régénération, dégradation). Le potentiel d'occupation du sol d'*Hopea odorata* est donc élevé par rapport aux autres espèces. Cette valeur montre la pression de la concurrence qu'elle exerce dans le peuplement. En effet, 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.

Kouakou (2009) a trouvé, lors d'une étude menée sur les espèces envahissantes du jardin botanique de l'Université Félix

Houphouët-Boigny, une densité moyenne de 32 700 individus/ha pour *Hopea odorata*. Cette différence peut s'expliquer par le fait que dans le jardin botanique, l'écartement entre les différents taxons plantés a pu favoriser la germination des plantules en l'absence de pression de sélection. Toutefois, bien que nos valeurs de densité soient inférieures à celles obtenues par Kouakou (2009), notre étude corrobore les remarques de Béligné (1994) qui signalait déjà le danger que pourrait constituer l'abondante régénération de *Hopea odorata* dans la forêt de l'Anguédédou. Dans la périphérie du Parc National du Banco, la valeur de la densité d'*Hopea odorata* est de 6 480 individus/ha avec une absence notable d'individus adultes. Cette densité individuelle représente environ la moitié de celle obtenue dans la forêt voisine de l'Anguédédou. Cependant, les analyses statistiques n'ont pas montré de différence significative entre ces deux zones. Ce résultat traduit donc la capacité de cette espèce à s'étendre d'une zone d'introduction vers une zone d'influence. Certains auteurs comme Tixier (1973) ont montré que les graines d'*Hopea odorata* sont légères et peuvent aller jusqu'à 100 m sous l'action du vent. Pour notre part, nous n'avons pas étudié la capacité de dispersion spatiale de ce taxon. Cependant, nous pouvons argumenter que malgré la présence d'un massif forestier qui peut constituer un brise-vent naturel (Rigot et al., 2014), l'espèce *Hopea odorata* arrive à implanter de nouveaux individus dans la périphérie du Parc National du Banco. Cela démontre sa capacité à coloniser de nouveaux territoires et ceci pourrait contribuer à son caractère envahissant dans le Parc National du Banco.

En termes d'abondance-dominance, *Hopea odorata* dans la forêt de l'Anguédédou occupe 65% de l'espace comparativement aux autres espèces. Dans la zone d'influence, elle occupe 10% de l'espace. Ces résultats montrent que *Hopea odorata* en tant qu'espèce exotique est très abondante dans la forêt de l'Anguédédou et régulière dans la périphérie

du Parc National du Banco. Ce taxon a une contribution spécifique comprise entre 1 et 4. C'est une espèce peu productrice qui a un effet dépressif relativement élevé sur les autres plantes. Elle est dite agressive. Ces résultats sont en accord avec ceux de Kouakou (2009). En effet, dans le jardin botanique de l'Université Félix Houphouët-Boigny où cet auteur a travaillé, *Hopea odorata* a une contribution spécifique supérieure à 4. Elle est par conséquent considérée comme très agressive vis-à-vis des autres plantes.

Les semences de *Hopea odorata* sont récalcitrantes c'est-à-dire qu'elles n'ont pas de dormance. Nous avons obtenu dans les boîtes de Pétri des taux de germination variant de 62 à 90% et de lors de 30% en conditions naturelles. Les observations faites par Corbineau et Come (1988) montrent que les graines peuvent germer jusqu'à 100% avec un taux d'humidité de 50%. Ce taux de germination peut varier de 86 à 100% avec un taux d'humidité de 44% et 74% avec un taux d'humidité de 31%. Toutes les graines ne sont pas viables avec un taux d'humidité de 23%. Les résultats obtenus pendant cette étude peuvent s'expliquer par la dessiccation des semences car la chute des graines a coïncidé avec la période de l'Harmattan.

### Conclusion

La présente étude nous a permis de donner une première approche des stratégies et du potentiel d'invasion des massifs forestiers par *Hopea odorata*. L'inventaire de la forêt de l'Anguédédou et de la périphérie du Parc National du Banco nous a permis de dénombrer 186 espèces de plantes réparties en 133 genres et 55 familles. Les familles les plus importantes sont les Euphorbiaceae et les Annonaceae. Les résultats ont montré que *Hopea odorata* présente un fort taux de recouvrement (65%) par rapport aux autres espèces. Aussi, cet arbre exotique a une densité élevée de même que l'aire basale. C'est un taxon peu productif et agressif en termes de contribution spécifique et de fréquence relative. Son pourcentage de

germination est relativement élevé et il se régénère énormément dans le sous-bois. Au terme de cette étude, nous pouvons dire que *Hopea odorata*, plantée dans la forêt de l'Anguédédou, a commencé à se disperser et à coloniser la périphérie du Parc National du Banco. Cette extension pourrait s'accélérer avec le temps en fonction des perturbations du milieu. Cet arbre non-indigène possède une bonne qualité technologique en termes d'utilisation mais il faudrait le contrôler et interdire son introduction dans les programmes de reboisement.

### REMERCIEMENTS

Nous remercions feu le Professeur Laurent Aké-Assi pour sa collaboration scientifique qui a permis l'identification des espèces végétales ; le Centre National de Floristique de Côte d'Ivoire pour avoir servi de cadre à la détermination des spécimens d'herbier et Monsieur Assi Jean pour l'appui technique.

### REFERENCES

- 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.
- Aké-Assi L. 2001. Flore de la Côte d'Ivoire : catalogue systématique, biogéographique et écologie (vol 1) Mémoire de Botanique systématique. Conservatoire et Jardin Botanique de Genève, Boissieria 57, p.396.
- Aké-Assi L. 2002. Flore de la Côte d'Ivoire : catalogue systématique, biogéographique et écologie (vol 2), Mémoire de Botanique systématique. Conservatoire et Jardin Botanique de Genève. Boissieria 58, p.441.
- Béliné V. 1994. *Etude de l'Etat du Milieu Naturel du Parc National du Banco : Recommandations pour sa Sauvegarde et son Aménagement*. WWF: Abidjan.

- Braun-Blanquet J. 1932. *Plant Sociology. The Study of Plant Communities*. Université de Chicago : Chicago; 439.
- Corbineau F, Come D. 1988. Storage of recalcitrant seeds of four tropical species. *Seed. Sci. Technol.*, **16**: 87-103.
- Daget P, Poissonnet J. 1969. Analyse phycologique des prairies : applications agronomiques, Docum. C.N.R.S.-C.E.P.E., Montpellier.
- DCGTx. 1993. Couverture cartographique au 200000<sup>e</sup> du sud forestier. Centre de Cartographie et de télédétection, DCGTx, Abidjan.
- Eldin M. 1971. Le climat in le milieu naturel de Côte d'Ivoire. *Mémoire O.R.S.T.O.M*, **50**: 75-108.
- Haysom KA, Murphy ST. 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.
- Kouakou NJ. 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.
- Lebrun JP. 1947. La végétation de la plaine alluviale au Sud du Lac Edouard. Mission Lebrun J. 1937 – 1938, Inst. Parcs Nat. Congo Belge, Expl, Parc Nat : Albert.
- Lefeuvre JC. 2013. *Les Invasions Biologiques*. Buchet Chastel: Paris.
- Phon D. 2000. *Dictionnaire des plantes Utilisées au Cambodge* : Cambodge.
- Pyšek P, Jarošík V, Pergl J, Moravcová L, Chytrý M, Kühn I. 2014. Temperate trees and shrubs as global invaders : the relationship between invasiveness and native distribution depends on biological traits. *Biological Invasions*, **16**(3): 577-589.
- Raunkiaer S. 1905. Types biologiques pour la géographie botanique. *Bull. Acad. R. Sc. Danemark*, **5**: 347-437.
- Richardson DM, Williams PA, Hobbs RJ. 1994. Pine invasions in the Southern Hemisphere : determinants of spread and invadability. *Journal of Biogeography*, **21**: 511-527.
- Richardson DM. 1998. Arbres exotiques envahissants : le prix de la sylviculture. Planète conservation. *UICN* (4/97-1/98), 14-15.
- Rigot T, van Halder I, Jactel H. 2014. Landscape diversity slows the spread of an invasive forest pest species. *Ecography*, In press.
- Shannon CE. 1948. A mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal*, **27**: 379-423.
- Simberloff D. 2014. Les invasions biologiques : un danger pour la biodiversité. *Biological Invasions*, **16**: 469-471.
- 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.
- Tixier P. 1973. Contribution à l'étude de la biologie des Diptérocarpacées. *Bois et Forêts des Tropiques*, **148** : 47-52.
- Wilson JRU, Caplat P, Dickie IA, Hui C, Maxwell BD, Nuñez MA, Pauchard A, Rejmánek M, Richardson DM, Robertson MP, Spear D, Webber BL, van Wilgen BW, Zenni RD. 2014. A standardized set of metrics to assess and monitor tree invasions. *Biological Invasions*, **16**(3): 535-551.