



International Journal of Advanced Academic Studies

E-ISSN: 2706-8927

P-ISSN: 2706-8919

www.allstudyjournal.com

IJAAS 2020; 2(3): 364-372

Received: 20-05-2020

Accepted: 26-06-2020

Bley Guy Bitignon

Université Nagui Abrogoua,
UFR Sciences de la Nature
(UFR SN), UFR Sciences et
Gestion de l'Environnement
(UFR SGE), Côte d'Ivoire

Konan Djézou

Centre National de Recherche
Agronomique (CNRA), Côte
d'Ivoire

Piba Serge Cherry

Université de Man, Côte
d'Ivoire

Bakayoko Adama

Université Nagui Abrogoua,
UFR Sciences de la Nature
(UFR SN), UFR Sciences et
Gestion de l'Environnement
(UFR SGE), Côte d'Ivoire

Gone Droh Laniciné

Université Nagui Abrogoua,
UFR Sciences de la Nature
(UFR SN), UFR Sciences et
Gestion de l'Environnement
(UFR SGE), Côte d'Ivoire

TRA Bi Fézan Honora

Université Nagui Abrogoua,
UFR Sciences de la Nature
(UFR SN), UFR Sciences et
Gestion de l'Environnement
(UFR SGE), Côte d'Ivoire

Corresponding Author:

Bley Guy Bitignon

Université Nagui Abrogoua,
UFR Sciences de la Nature
(UFR SN), UFR Sciences et
Gestion de l'Environnement
(UFR SGE), Côte d'Ivoire

Impact de l'exploitation forestière sur la régénération naturelle des espèces principales couramment commercialisées (p1) en Côte d'Ivoire dans la forêt classée de Yapo-Abbé

Bley Guy Bitignon, Konan Djézou, Piba Serge Cherry, Bakayoko Adama, Gone Droh Laniciné and TRA Bi Fézan Honora

Abstract

The present study was conducted in the classified forest of Yapo-Abbé to assess the impact of logging on the natural regeneration of the main species commonly marketed, through their spatial distribution and their natural regeneration potential. The methodology adopted is the surface survey in different biotopes constituting this forest (secondary forest, managed forest, replanted forest and fallow). As well, 200 plots of 10 m side squares have been installed and inventoried through these biotopes. The results showed fairly good natural regeneration for 20 main species commonly marketed in this classified forest: 18 species in the secondary forest, 10 in the managed forest, 11 in the replanted forest and 9 in the fallows. This juvenile flora is dominated by *Heritiera utilis* and *Pycnanthus angolensis*, especially in fallows and the replanted forest. The important natural regeneration of these two species is linked to the high density of their seedlings. It is particularly low for two other species, *Lophira alata* and *Terminalia ivorensis*, thus giving them the status of endangered species in this forest. The study showed that the natural regeneration of the main commonly marketed species is quite good in the Yapo-Abbé classified forest. It will be more so if the exploitation of the main species is carried out in a rational way.

Keywords: Natural regeneration, main species commonly marketed, Yapo-Abbé classified forest, Côte d'Ivoire

Introduction

L'exploitation forestière en Côte d'Ivoire remonte à la période coloniale avec une seule espèce principale, *Khaya ivorensis*, dans le sud-est du pays (Tervier, 1947; Fairhead & Leach, 1998)^[30, 15]. Selon Bellouard (1951)^[10], en 1913, six autres espèces (*Milicia excelsa*, *Heritiera utilis*, *Guarea cedrata*, *Tieghemella heckelii*, *Nauclea diderrichii* et *Entandrophragma angolense*) ont été ajoutées à *K. ivorensis*, portant ainsi le nombre à sept. L'exploitation du bois a pris de l'ampleur au début du 20^{ème} siècle après la création des premières sociétés d'exploitation industrielle (Verdeau & Ekanza, 1992)^[33]. Le volume des coupes avait atteint son niveau le plus élevé dans les années 1970 avec 5 321 000 m³/an (Albala, 2008)^[2]. Actuellement, 38 espèces principales sont exploitées dans les forêts ivoiriennes (Sodefor, 2012)^[26]. Le volume actuel est de l'ordre de 2 000 000 m³/an (SODEFOR, 2012)^[26]. Ces espèces principales sont essentiellement fournies par les forêts classées, surexploitées à cause de nombreuses sollicitations (Chatelain *et al.*, 2004; Bakayoko, 2005)^[11, 4]. A l'instar des autres forêts classées de la Côte d'Ivoire, celle de Yapo-Abbé n'échappe pas à la surexploitation. Sa proximité avec les grands centres urbains, dotés d'industries de transformation de bois, a largement favorisé cette activité. Selon SODEFOR (2002)^[27], de 1988 à 1995, 37 197 m³ de bois y ont été extraits sur une superficie de plus de 1 500 ha, surtout dans les parcelles les plus riches. Aujourd'hui encore, l'exploitation se poursuit de façon soutenue dans cette forêt. Elle y a, inévitablement, perturbé la régénération naturelle des espèces principales. Leur gestion durable dans ce massif forestier s'en trouve, ainsi, compromise, surtout que la régénération naturelle des espèces principales couramment commercialisées n'a pas encore été prise en compte dans l'aménagement de la forêt classée de Yapo-Abbé (SODEFOR, 2002)^[27]. Des investigations pour l'obtention de données fiables sur l'état de cette régénération naturelle s'avèrent indispensables pour orienter les politiques de gestion durable des espèces principales

couramment commercialisées dans cette forêt. L'objectif général de la présente étude est donc d'évaluer la régénération naturelle des essences forestières couramment commercialisées dans différents biotopes de la forêt classée de Yapo-Abbé (forêt secondaire, forêt aménagée, zone reboisée et jachère). De façon spécifique, il s'agira de:

- évaluer la richesse et la diversité des espèces principales (P1) issues de la régénération naturelle;
- déterminer le potentiel de régénération des P1 en fonction de la densité des semenciers dans chaque biotope;
- évaluer la densité des semenciers et des juvéniles dans chaque biotope;
- étudier la distribution des tiges de la régénération naturelle de ces espèces dans des différentes classes de diamètres;
- déterminer les espèces principales P1 les plus abondantes dans la régénération naturelle ainsi que celles présentant un statut particulier.

I. Site D'étude

La forêt classée de Yapo-Abbé (24 592 ha) est au sud-est de

la Côte d'Ivoire, dans le Département d'Agboville, Sous-préfecture d'Azaguié, entre $5^{\circ}40'$ et $5^{\circ}48'$ de latitude nord et $4^{\circ}12'$ et $4^{\circ}0'$ de longitude ouest (Figure 1). Elle est composée de quatre biotopes: forêt secondaire, forêt aménagée enrichie en essences commerciales, zone reboisée en essences principales pour la production de bois d'œuvre et jachères. De tous ces biotopes, la forêt secondaire reste, aujourd'hui encore, la plus importante.

Selon les données climatologiques de la SODEXAM (2018)^[28] pour la période 1996 à 2014, le Département d'Agboville est resté soumis à quatre saisons: une grande saison sèche de décembre à février, une longue saison de pluies de mars à juin, une petite saison sèche de juillet à août et une courte saison des pluies de septembre à novembre avec des températures moyennes annuelles de 27°C .

Le relief, dans le Département, est caractérisé par de nombreuses petites collines aux faibles pentes et des bas-fonds (SODEFOR, 1999)^[27]. Le profil du sol, dans le massif forestier, présente un horizon riche en éléments grossiers avec des graviers de quartz et des gravillons (Beaufort, 1972)^[6].

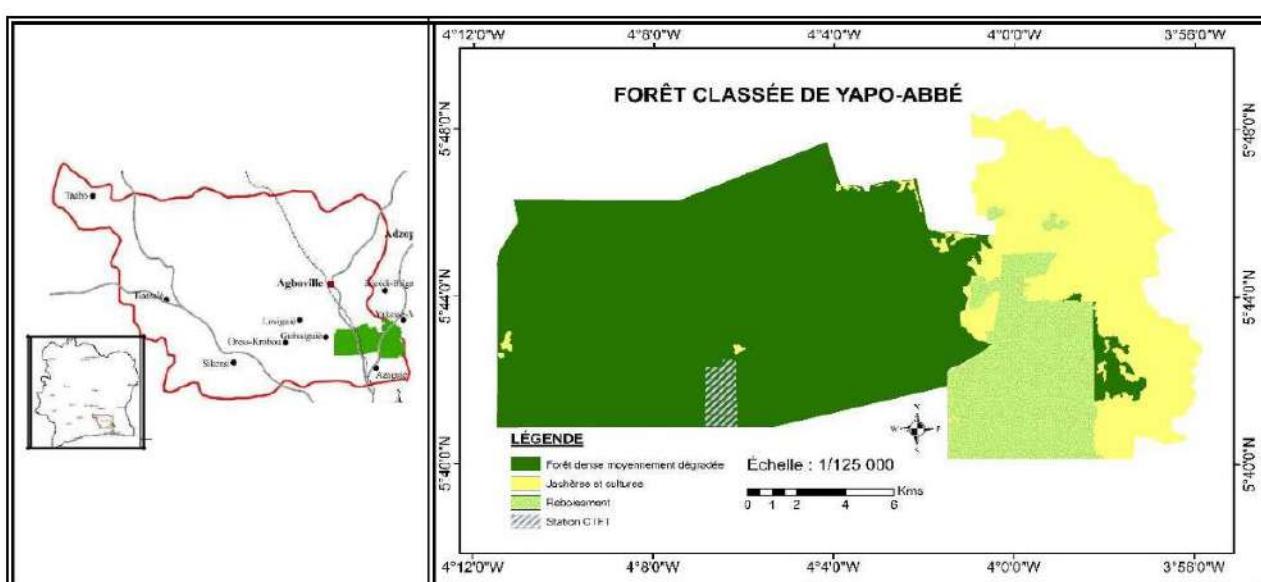


Fig 1: Localisation de la forêt classée de Yapo-Abbé, dans la région d'Agboville (SODEFOR, 2012)^[26].

Méthodes

Méthodes d'étude

Pour évaluer la régénération naturelle des espèces principales couramment commercialisées en Côte d'Ivoire dans les différents biotopes de la forêt classée de Yapo-Abbé, la méthode de relevé de surface a été adoptée. Deux cents (200) placettes carrées de 10 m de côté ont été installées dans les quatre biotopes. Dans chaque placette, tous les individus de diamètre inférieur ou égal à 10 cm (dbh < 10 cm), ont été mesurés et dénombrés.

Méthodes d'analyse des données

Traitement des données

Les paramètres suivants ont été retenus pour cette étude:

- **Richesse floristique:** la richesse floristique est le nombre d'espèces à l'intérieur des limites d'un territoire (Aké-Assi, 1984)^[1]. Elle désigne le nombre de taxons présents dans ce milieu, sans juger ni de leur fréquence, ni de leur abondance, ni même de la taille et

de la productivité des espèces rencontrées (Kouamé, 1998)^[20]. La richesse floristique a été déterminée en listant puis en comptabilisant les espèces de chaque biotope, le tout ramené à la forêt classée.

- **Diversité floristique:** la diversité floristique a été utilisée pour corriger l'insuffisance de la richesse floristique. Elle repose sur la combinaison de la richesse floristique et de l'abondance relative des espèces (Legendre & Legendre, 1984)^[21]. La diversité floristique a été évaluée à travers l'indice de diversité de Shannon (H'). Cet indice prend en compte le nombre d'espèces et l'abondance des individus de chacune de ces espèces (Shannon, 1948)^[25] et accorde plus d'importance aux espèces rares (Dajoz, 1982)^[12]. Il se calcule de la manière suivante:

$$H' = - \sum_{n=1}^s [(N_i / N) \times \log_2 (N_i / N)]$$

H' : indice de diversité de Shannon-Wiener;
 S: nombre total d'espèces;
 ni: nombre d'individus d'une espèce donnée dans l'échantillon;
 N: nombre total d'individus de toutes les espèces dans l'échantillon;
 i: une espèce.

Cet indice varie de 0 (une seule espèce est présente) à $\log_2 S$ (toutes les espèces présentes ont une même abondance). Une végétation dominée par une seule espèce aura une diversité moindre qu'une communauté dont toutes les espèces sont codominantes (Gray *et al.*, 1992) [16]. Cet indice a permis d'exprimer la diversité des espèces principales P1 de chaque biotope puis de la forêt classée en général. L'indice de Shannon a été suivi de l'indice d'équitableté J de Piélou (1966) [23], qui permet d'évaluer la répartition des individus au sein des espèces, indépendamment de la richesse spécifique. Il est formulé comme suit:

$$J = \frac{H'}{\log_2 S}$$

S: nombre total d'espèces.

J varie de 0 (une seule espèce est dominante dans le milieu en termes d'individus) à 1 (les effectifs des individus sont équirépartis entre les espèces) (Barbault, 1982) [5]. L'indice d'équitableté J de Piélou a permis d'évaluer la distribution des individus au sein des espèces P1 de la forêt classée de Yapo-Abbé.

- **Potentiel de régénération des P1 en fonction de la densité des semenciers:** le potentiel de régénération des P1 en fonction de la densité des semenciers a été évalué avec la corrélation linéaire.

La corrélation linéaire est une mesure de la direction et de l'intensité de l'association linéaire entre deux variables X et Y représentées par un diagramme de dispersion. Elle mesure l'intensité de la relation linéaire entre deux variables. Il existe une relation linéaire si l'on peut trouver une relation entre X et Y de la forme $Y=aX+b$, c'est à dire si le nuage de points peut s'ajuster correctement à une droite. Une relation est faible si le nuage de points n'a pas la forme d'une droite. Une relation est nulle si le nuage de point a la forme d'un carré ou d'un cercle.

- **Densité moyenne de tiges (N):** la densité moyenne a permis d'évaluer le nombre d'individus P1 au sein des différents biotopes. Elle est déterminée par le nombre de tiges à l'hectare et s'évalue suivant la formule:

$$N = n/S$$

n: nombre total d'individus inventoriés dans la régénération du biotope;

S: aire totale échantillonnée dans le milieu.

- **Distribution des individus en fonction des classes de diamètres:** la distribution de l'effectif des tiges de régénération des espèces principales P1 est présentée en fonction des classes de diamètres. Les données diamétriques ont été regroupées dans 3 classes de diamètres réparties comme suit:

[0-2,5 cm];
 [2,5-5 cm];
 [5-10 cm].

L'effectif des tiges de chaque classe de diamètres a été évalué à partir du taux de recouvrement défini comme le rapport de l'effectif des tiges d'une classe de diamètres donnée par l'effectif total des tiges de toutes les classes de diamètres de régénération, le tout ramené à 100.

2.2. Analyse statistique

- **Analyse de variances:** une analyse de variances et de comparaison des moyennes a été appliquée aux différents paramètres calculés, pour observer ou non d'éventuelles différences significatives entre les biotopes, avec une erreur de 5% ($p < 0.05$). Cette analyse a été effectuée avec le logiciel XLSTAT version 12.0. Pour les valeurs de $p < 0,05$, la différence est significative, par contre lorsque $p > 0,05$, la différence n'est pas significative.

Résultats

Richesse floristique

L'étude de la richesse floristique de la régénération naturelle de la forêt classée de Yapo-Abbé a permis d'inventorier 20 espèces principales couramment commercialisées. La forêt secondaire a été la plus riche (18 espèces), suivi des zone reboisée (11 espèces), forêt aménagée (10 espèces) et jachères avec 7 espèces (Tableau 1). Selon ces résultats, la flore de la régénération naturelle des espèces principales couramment commercialisées de la forêt classée de Yapo-Abbé est riche, surtout dans son biotope forêt secondaire.

Table 1: Richesse floristique des espèces P1 de la régénération naturelle des différents biotopes de la forêt classée de Yapo-Abbé

		Biotopes			
	FS	FA	Rebois	Jach.	FC Yapo-Abbé
Nombre d'espèces	18	10	11	9	20
FC: forêt classée, FS: forêt secondaire, FA: forêt aménagée, Rebois: zone reboisée, Jach: jachère.					

Diversité floristique

L'évaluation de la diversité floristique des espèces principales P1 a montré que sur l'ensemble de la forêt classée de Yapo-Abbé, l'indice de diversité est de 2,4 contre 4,3 la valeur maximale (Tableau 2). Ce résultat indique, de façon générale, que la régénération des P1 dans ce massif forestier est moyennement diversifiée. Au sein des différents biotopes, la valeur de l'indice de diversité est de 2,7 pour la forêt secondaire, 2,5 pour la forêt aménagée, 1,8 pour la zone reboisée et 1,5 pour la jachère. Selon ce résultat, la régénération naturelle des P1 est plus diversifiée dans les forêt secondaire et forêt aménagé que dans les deux autres biotopes (zone reboisée et jachère).

L'étude de la distribution des individus au sein des espèces P1 a donné des valeurs d'équitableté statiquement différentes ($p\text{-value} < 0,03$) entre la forêt secondaire et les trois autres biotopes (forêt aménagée, zone reboisée et jachère). Ces valeurs sont de $0,8 \pm 0,1^a$ dans la forêt secondaire, $0,6 \pm 0,1^b$ dans la forêt aménagée puis de $0,5 \pm 0,1^b$ dans les zone reboisée et jachères, respectivement. Sur l'ensemble de la forêt classée, la valeur moyenne de l'équitableté est de $0,6 \pm 0,1$, moitié de 1, valeur maximale. Ces résultats montrent que la distribution des individus des P1 est assez équilibrée dans la forêt classée de Yapo-Abbé, surtout dans son biotope forêt secondaire.

Table 2: Diversité floristique des espèces P1 de la régénération naturelle des différents biotopes de la forêt classée de Yapo-Abbé

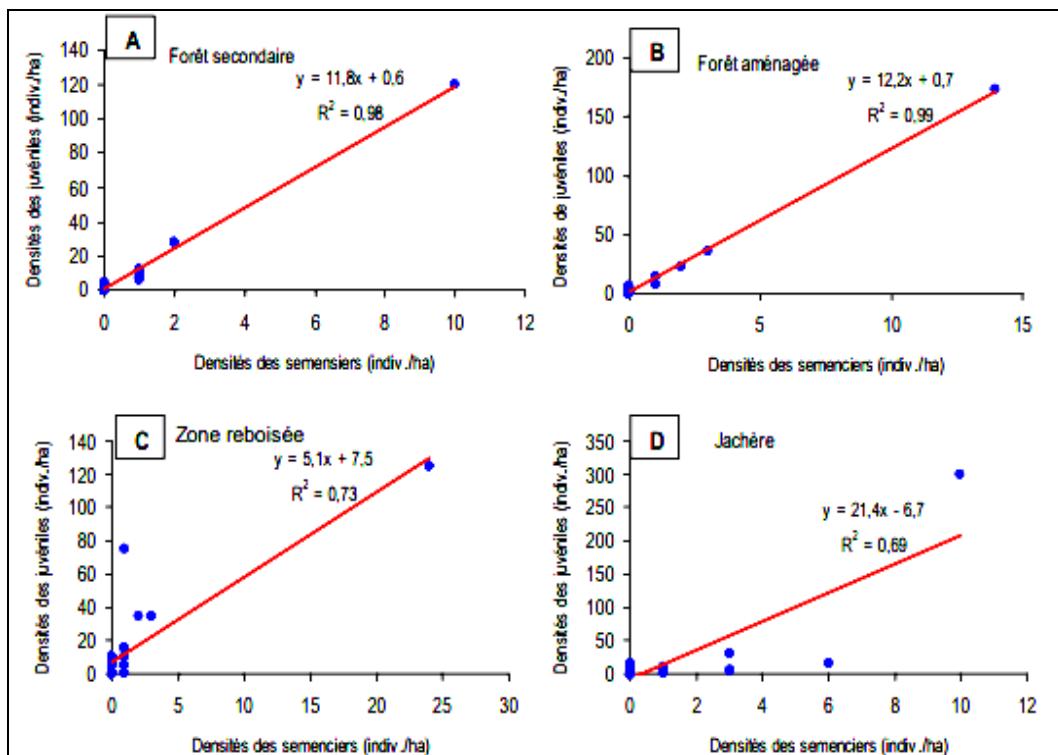
Indices	Biotopes			FC Yapo-Abbé
	FS	FA	Rebois.	
log2S	4,2	3,3	3,5	4,3
H'	2,7	2,5	1,8	2,4
J	0,8±0,1 ^a	0,6±0,1 ^b	0,5±0,1 ^b	0,6 ± 0,1

log2S: valeur maximale de diversité, Nbre: nombre, H': indice de Shannon, J: équitabilité de Piélou (*p-value* = 0,03), FC: forêt classée, FS: forêt secondaire, FA: forêt aménagée, Rebois.: zone reboisée, Jach.: jachère.

Potentiel de régénération des P1 en fonction de la densité des semenciers

L'étude du potentiel de régénération des P1 en fonction de la densité des semenciers à travers la corrélation linéaire a montré que dans les biotopes forêt secondaire et forêt aménagée, les nuages de points sont ajustés aux droites d'équations respectives $y = 11,8x + 0,6$; $R^2 = 0,98$ et $y = 12,2x + 0,7$; $R^2 = 0,99$ (Figures 2A et B). Par contre, dans

les zone reboisée et jachères, la plupart des points ne sont pas alignés sur les droites $y = 5,1x + 7,5$; $R^2 = 0,73$ et $y = 21,4x + 6,7$; $R^2 = 0,67$, respectivement (Figures 2C et D). Il apparaît que la régénération naturelle des espèces P1 dans les forêt secondaire et forêt aménagée est proportionnelle à la densité de leurs semenciers. Par contre, dans les zone reboisée et jachères, la régénération de la plupart des P1 ne dépend pas de la densité de leurs semenciers.

**Fig 2:** Diagrammes des corrélations linéaires de la densité des juvéniles P1 en fonction de celle de leurs semenciers.

Répartition de la densité des semenciers et des juvéniles dans chaque biotope

L'étude de la répartition de la densité des semenciers et des juvéniles des P1 dans chaque biotope de la forêt classée de Yapo-Abbé a montré que dans la forêt secondaire, *Heritiera utilis* dispose de densités de semenciers (10 indiv./ha) et de juvéniles (120 indiv./ha) les plus élevées (Tableau 3). Elle est suivie de *Pycnanthus angolense* avec 2 indiv./ha pour les semenciers et 28 indiv./ha pour les juvéniles. Ensuite, viennent *Entandrophragma angolense*, *Khaya ivorensis*, *Afzelia bella*, *Scotellia klaineana* et *Antiaria africana* avec 1 indiv./ha pour les semenciers, chacune, puis 12, 11, 8, 7 et 6 indiv./ha pour les juvéniles, respectivement. Celles ayant les plus faibles densités de juvéniles ne disposent pas de semenciers dans le biotope. Cette tendance est la même dans la forêt aménagée. Dans ce biotope, *Heritiera utilis* (173 indiv./ha, juvéniles), *Pycnanthus angolense* (36 indiv./ha, juvéniles) et *Nauclea diderrichii* (23 indiv./ha, juvéniles)

avec une bonne régénération naturelle sont les espèces qui disposent d'une densité élevée de semenciers (14, 3 et 2 indiv./ha, respectivement). Dans ces deux biotopes (forêt secondaire et forêt aménagée), les espèces comme *Entandrophragma utile*, *Lophostoma alata*, *Milicia excelsa*, *Terminalia ivorensis*, *Tieghemella heckelii* avec une rareté de semenciers sont absentes dans la régénération naturelle. Dans les zone reboisée et jachères, certaines espèces sans semenciers dans le milieu ont présenté une bonne régénération. Il s'agit de *Antiaris africana* (15 indiv./ha de juvéniles) puis de *Ceiba pentandra*, *Daniellia ogea*, *Guarea cedrata* et de *Terminalia ivorensis* (10 indiv./ha de juvéniles, chacune).

Ces résultats montrent que dans les forêts secondaire et aménagée, la régénération des P1 est fortement liée à la densité de leurs semenciers, confirmant davantage la relation entre les semenciers et les juvéniles dans ces deux biotopes.

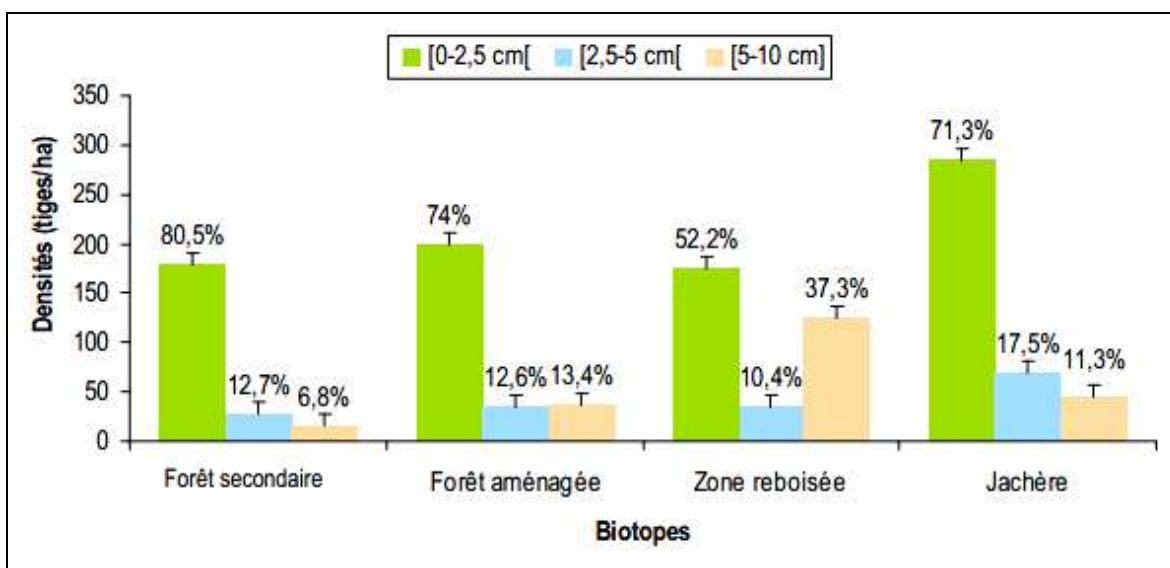
Table 3: Répartition de la densité des semenciers et des juvéniles des P1 dans chaque biotope

	Forêt secondaire		Forêt aménagée		Zone reboisée		Jachères	
	Semenciers	Juvéniles	Semenciers	Juvéniles	Semenciers	Juvéniles	Semenciers	Juvéniles
<i>Afzelia bella</i>	1	8	-	2	-	-	-	-
<i>Antiaris africana</i>	1	6	-	2	1	5	-	15
<i>Bombax brevicuspe</i>	-	4	-	-	-	-	-	-
<i>Canarium schweinfurthii</i>	-	3	-	-	-	-	-	-
<i>Ceiba pentandra</i>	-	1	-	2	-	10	-	-
<i>Daniellia ogea</i>	-	2	-	-	-	10	1	-
<i>Distemonanthus benthamianus</i>	-	-	-	2	-	-	-	-
<i>Entandrophragma angolense</i>	1	12	-	5	1	15	1	10
<i>Entandrophragma utile</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Erythrophleum ivorense</i>	-	2	-	-	-	-	-	-
<i>Guarea cedrata</i>	-	4	1	14	-	5	-	10
<i>Hallea ledermannii</i>	-	2	-	-	-	-	-	-
<i>Heritiera utilis</i>	10	120	14	173	24	125	10	300
<i>Khaya ivorensis</i>	1	11	1	7	1	15	1	5
<i>Lophira alata</i>	-	-	-	5	2	35	3	30
<i>Lovoa trichilioides</i>	-	2	-	-	-	-	-	-
<i>Milicia excelsa</i>	-	-	-	-	-	-	-	5
<i>Nauclea diderrichii</i>	-	4	2	23	3	35	3	5
<i>Pycnanthus angolense</i>	2	28	3	36	1	75	6	15
<i>Scotellaria klaineana</i>	1	7	-	2	-	5	-	-
<i>Terminalia ivorensis</i>	-	-	-	-	1	-	-	10
<i>Tieghemella heckelii</i>	-	-	-	-	1	10	1	5

Distribution des tiges de régénération par classe de diamètre

La distribution des tiges des espèces P1 dans les classes de diamètres a montré que dans la forêt secondaire, la classe 0 à 2,5 cm représente 80,5%, suivies des classes 2,5 à 5 cm et 5 à 10 cm avec seulement 12,7% et 6,8% respectivement (Figure 3). Dans la forêt aménagée, la proportion des tiges de P1 de la classe 0-2,5 cm est de 74%. Elle est de 12,6% dans la classe 2,5-5 cm et de 13,4% dans la classe 5-10 cm.

La zone reboisée présente également une proportion élevée des tiges dans la classe de 0-2,5 cm avec 52,2%, suivie de la classe 5-10 cm avec 37,3% et de la classe 2,5 à 5 cm, avec 10,4%. Enfin, dans les jachères, la classe 0-2,5 cm couvre 71,3% des tiges de P1. Elle est suivie de la classe 2,5-5 cm avec 17,5% de tiges et de la classe 5 à 10 cm avec 11,3% de tiges. Quel que soit le biotope, la régénération des espèces principales P1 dans de la forêt classée de Yapo-Abbé est plus élevée dans la classe 0-2,5 cm.

**Fig 3:** Répartition des tiges de P1 par classe de diamètres

Densité moyenne

L'évaluation de la densité moyenne des individus P1 a montré qu'elle est de 220 indiv./ha dans la forêt secondaire. Dans ce biotope, la densité est dominée par *Heritiera utilis* et *Pycnanthus angolense*, plus abondantes dans la classe 0-2,5 cm avec, respectivement, 116 et 149 indiv./ha (Tableau 4). Dans la forêt aménagée, elle est de 269 indiv./ha, dominée encore par *Heritiera utilis* et *Pycnanthus*

angolense, suivies de *Nauclea diderrichii*, également plus abondantes dans la classe 0-2,5 cm avec 157, 20 et 16 indiv./ha respectivement. Dans la zone reboisée, la densité moyenne de régénération des P1 est de 335 indiv./ha dominé toujours par *Heritiera utilis* et *Pycnanthus angolense* puis *Nauclea diderrichii*, et *Lophira alata*, plus abondante dans la classe 0-2,5 cm pour *H. utilis* avec 120 indiv./ha puis dans la classe 5 à 10 cm dominée par *P.*

angolense (40 indiv./ha), *N. diderrichii* (25 indiv./ha) et *L. alata*. Enfin, dans les jachères, la densité moyenne des P1 est de 400 indiv./ha, dominée, de loin, par *Heritiera utilis* (300 indiv./ha), surtout dans la classe 0-2,5 cm avec 225 indiv./ha.

Table 4: Densités moyennes des individus des espèces principales couramment commercialisées des différents biotopes de la forêt classée de Yapo-Abbé

	Espèces	Densités (indiv./ha)			
		[0-2,5 cm[[2,5-5 cm[[5-10 cm]	
Forêt secondaire	<i>Heritiera utilis</i>	116	4	-	120
	<i>Pycnanthus angolense</i>	19	5	4	28
	<i>Afzelia bella</i>	7	-	1	8
	<i>Antiaris africana</i>	6	-	-	6
	<i>Entandrophragma angolense</i>	6	5	1	12
	<i>Scottellia klaineana</i>	4	3	-	7
	<i>Khaya ivorensis</i>	4	3	4	11
	<i>Nauclea diderrichii</i>	3	1	-	4
	<i>Canarium schweinfurthii</i>	2	1	-	3
	<i>Distemonanthus benthamianus</i>	2	-	-	2
Forêt aménagée	<i>Erythrophleum ivorense</i>	2	-	-	2
	<i>Guarea cedrata</i>	2	2	1	4
	<i>Lovoa trichilioides</i>	2	-	-	2
	<i>Afzelia africana</i>	1	-	-	1
	<i>Daniellia ogea</i>	1	-	1	2
	<i>Hallea ledermannii</i>	1	1	-	2
	<i>Bombax brevicuspe</i>	-	2	2	4
	<i>Entandrophragma utile</i>	-	1	1	2
	Total	178	28	15	220
Zone reboisée	<i>Heritiera utilis</i>	157	7	9	173
	<i>Pycnanthus angolense</i>	20	11	5	36
	<i>Nauclea diderrichii</i>	16	7	-	23
	<i>Afzelia bella</i>	2	-	-	2
	<i>Antiaris africana</i>	2	-	-	2
	<i>Guarea cedrata</i>	2	7	5	14
	<i>Entandrophragma angolense</i>	-	-	5	5
	<i>Khaya ivorensis</i>	-	-	7	7
	<i>Lophira alata</i>	-	-	5	5
	<i>Scottellia klaineana</i>	-	2	-	2
Jachère	Total	199	34	36	269
	<i>Heritiera utilis</i>	120	-	5	125
	<i>Pycnanthus angolense</i>	35	-	40	75
	<i>Khaya ivorensis</i>	10	-	5	15
	<i>Antiaris africana</i>	5	-	-	5
	<i>Nauclea diderrichii</i>	5	5	25	35
	<i>Daniellia ogea</i>	-	5	5	10
	<i>Entandrophragma angolense</i>	-	5	10	15
	<i>Guarea cedrata</i>	-	5	-	5
	<i>Lophira alata</i>	-	10	25	35
	<i>Scottellia klaineana</i>	-	5	-	5
	<i>Tieghemella heckelii</i>	-	-	10	10
	Total	175	35	125	335
	<i>Heritiera utilis</i>	235	55	10	300
	<i>Antiaris africana</i>	15	-	-	15
	<i>Pycnanthus angolense</i>	15	-	-	15
	<i>Entandrophragma angolense</i>	10	-	-	10
	<i>Guarea cedrata</i>	10	-	-	10
	<i>Lophira alata</i>	-	15	15	30
	<i>Milicia excelsa</i>	-	-	5	5
	<i>Nauclea diderrichii</i>	-	-	5	5
	<i>Terminalia ivorensis</i>	-	-	10	10
	Total	285	70	45	400

Discussion

L'étude de la richesse floristique de la régénération naturelle des espèces principales P1 dans la forêt classée de Yapo-Abbé a montré qu'elle est riche de 20 espèces végétales, soit

La régénération naturelle des espèces principales couramment commercialisées est relativement élevée dans la forêt classée de Yapo-Abbé, surtout dans ses jachère et zone reboisée, avec une forte densité de *Heritiera utilis* et de *Pycnanthus angolensis*.

ligneuse qui est relativement bien conservée. En effet, Konan *et al.* (2015) [18] y ont dénombré 250 espèces ligneuses. Le biotope forêt secondaire de ce massif forestier est celui qui renferme, dans la régénération naturelle, le plus grand nombre d'espèces principales P1 (18 espèces).

L'évaluation de la diversité floristique de cette régénération naturelle des P1 a montré qu'elle est plus élevée dans les forêt secondaire et forêt aménagé de la forêt classée. Cela pourrait s'expliquer, non seulement, par le bon pouvoir germinatif des semences de la plupart des espèces de cette catégorie, mais aussi par les conditions environnementales favorables dans le massif forestier qui stimulent la germination des graines et le rejet des souches (Kouadio *et al.*, 2007) [19]. La distribution des individus P1 de la régénération naturelle est assez équilibrée entre les espèces, surtout dans la forêt secondaire. Cela signifie que, dans ce biotope, les espèces P1 renferment plus ou moins un nombre égal d'individus, contribuant ainsi à la diversité floristique observée. Cela est le résultat de l'introduction de diverses espèces principales P1 dans cette forêt depuis plusieurs années (SODEFOR, 2002) [27].

L'évaluation du potentiel de régénération des P1 en fonction de la densité des semenciers a présenté une corrélation linéaire entre la régénération et la densité des semenciers, principalement dans les biotopes forêt secondaire et forêt aménagée. Autrement dit, le potentiel de régénération des P1 dans ces biotopes est élevé lorsque la densité de leurs semenciers est importante. Cela pourrait s'expliquer par les conditions climatiques qui restent optimales longtemps au cours de l'année dans ces biotopes. À cela, s'ajoute la qualité de leur sol à travers une bonne litière et une importante matière organique, principale réserve d'azote et de soufre, qui améliore la capacité d'échange du sol, favorise l'activité de la faune tellurique et entretient la porosité du sol (Gigou, 1995). Toutes ces conditions auraient favorisé une abondante germination des semences des espèces P1 dans le stock semencier du sol de ces biotopes. Ainsi, celles disposant des densités élevées de semenciers dans le milieu, auront les fortes densités de germination, comme *Heritiera utilis*, *Pycnanthus angolensis* et *Nauclea diderrichii* dans les forêt secondaire et forêt aménagée.

Dans les zone reboisée et jachères, la régénération de la plupart des P1 ne dépend pas de la densité des semenciers. Cela peut être dû à la germination des semences en dormance dans le sol de certaines espèces éliminées lors de la mise en place des plantations forestières (zone reboisée) ou des plantations agricoles (jachères), telles que *Pycnanthus angolensis*, *Ceiba pentandra* et *Daniellia ogea* dans la zone reboisée puis *Antiaris africana*, *Guarea cedrata*, *Terminalia ivorensis* dans les jachères. Les semences dormantes de ces espèces ont certainement bénéficié de la lumière après ouverture de la canopée, ce qui a probablement stimulé leur germination (Dupuy, 1998; Bedel *et al.*, 1998) [14, 7].

L'étude de la distribution des tiges de régénération des espèces principales P1 en fonction de différentes classes de diamètres a montré que la régénération est plus importante dans la classe 0-2,5 cm, quel que soit le biotope. Cela veut dire que la forte régénération amorcée dans ce massif forestier diminue au fur et à mesure que les plantules se développent. Cette diminution des tiges peut s'expliquer par leur destruction au cours des différentes coupes des essences forestières par les exploitants forestiers avec des engins,

surtout dans la forêt secondaire. En effet, Béina (2011) [8] a montré que l'exploitation forestière affecte durablement la flore juvénile, tout en causant des variations dans la composition floristique uniquement au niveau des strates inférieures. Pour Thiollay (1992) [31] et Struhsaker (1997) [29], l'abattage de 3 tiges/ha entraîne la destruction de 38% à 50% de la végétation du sous-bois. À cela, s'ajoute la compétition inter spécifique pour la nutrition en eau et en éléments minéraux du sol. Dans la forêt aménagée et la zone reboisée, cette régénération diminue à cause de l'intensité des interventions de la SODEFOR pendant les entretiens des plantations forestières et des zones enrichies, ceux-ci consistant en l'élimination de toutes les espèces régénérées naturellement, au profit des espèces principales reboisées. Dans la jachère, la réduction des tiges de la régénération naturelle serait due à la prolifération des lianes suite à l'ouverture de la canopée (Pascal, 2008) [22]. En effet, selon PROTA (2020) [24], les jeunes individus ligneux sont très sensibles à la concurrence, les espèces lianescents y sont souvent plus agressives.

La densité moyenne des individus des espèces principales couramment commercialisées P1 dans la régénération a montré qu'elle est élevée dans la forêt classée de Yapo-Abbé, avec une forte dominance de *Heritiera utilis* et de *Pycnanthus angolensis*, principalement dans la classe de diamètres 0-2,5 cm, surtout dans les jachères et zone reboisée. La domination de *Heritiera utilis* dans cette régénération naturelle peut s'expliquer, non seulement, par son intense reboisement dans cette forêt classée (Konan *et al.*, 2015) [18], mais également par la résistance de ses plantules aux milieux fortement perturbés. En effet, cette espèce a besoin de la lumière pour stimuler, au maximum, sa croissance en hauteur (Beligné *et al.*, 1979) [9]. *Pycnanthus angolensis*, par contre, est une espèce héliophile et zoochore (Hawthorne, 1993) [17]. Ses fruits renferment des graines noirâtres, oblongues, recouvertes d'une arille rose ou rouge. Ce type de diaspore attire de nombreux animaux tels que les oiseaux et certains primates qui assurent leur dispersion. Tous ces facteurs peuvent expliquer, en partie, l'abondance de cette espèce dans la régénération naturelle de la forêt classée de Yapo-Abbé. Quant à *Lophira alata* et *Terminalia ivorensis*, elles deviennent rares dans la régénération, surtout en forêt secondaire. Ces deux espèces ont figuré, pendant longtemps, parmi les espèces recherchées par les exploitants industriels du bois dans cette forêt classée (SODEFOR, 1999) [27]. Leur surexploitation et la destruction certaine de leurs semences lors du déplacement des gros engins utilisés pour les exploitations industrielles du bois ont, probablement, entraîné la raréfaction des semenciers et, par conséquence, la baisse de la production des semences chez ces espèces causant un véritable problème de régénération par reproduction sexuée dans ce massif forestier.

Conclusion

La régénération naturelle des espèces principales couramment commercialisées (P1) dans la forêt classée de Yapo-Abbé a permis d'en recenser 20. Elle est importante, surtout dans les jachères et zone reboisée, et fortement dominée par *Heritiera utilis* puis *Pycnanthus angolensis*. Dans les forêts secondaire et aménagée, les espèces principales P1 disposant d'une densité élevée de semenciers, sont celles qui ont présenté une bonne régénération naturelle (*Heritiera utilis*, *Pycnanthus angolensis* et *Nauclea*

diderrichii). Par contre, dans les zones reboisées et jachères, la bonne régénération de la plupart des espèces P1 comme *Ceiba pentandra*, *Daniella ogea*, *Antiaris africana*, *Guarea cedrata* et *Terminalia ivorensis* ne dépend pas de la densité de leurs semenciers. La régénération des espèces principales P1 amorcée dans ce massif forestier diminue considérablement au fur et à mesure que les jeunes plants se développent. L'exploitation soutenue de certaines espèces comme *Lophostoma alata* et *Terminalia ivorensis* a entraîné leur érosion génétique et a également entravé leur régénération naturelle, surtout dans une forêt secondaire. Ces espèces sont actuellement menacées d'extinction dans cette forêt classée, car elles n'y régénèrent pratiquement plus. L'exploitation doit donc être pratiquée de façon rationnelle pour pérenniser les espèces principales couramment commercialisées et, surtout, optimiser la densité de leur régénération naturelle dans cette forêt classée.

Remerciements

Nous remercions la Société de Développement des Forêts (SODEFOR) et tous ceux qui ont contribué à la réalisation de cette étude puis à la rédaction de cet article. Nous remercions, également, tous les lecteurs anonymes de notre manuscrit.

Références

1. Aké Assi L. - Flore de la Côte d'Ivoire: étude descriptive et biogéographique, avec quelques notes ethnobotaniques. Tomes 1, 2, 3. Thèse Doct. Es-Sc. Nat., F.A.S.T., Univ. Abidjan, 1984, 1205.
2. Albala A. - Présentation du secteur forestier en Côte d'Ivoire, 2008, 35.
3. Alexandre DY. Dynamique de la régénération naturelle en forêt dense de Côte d'Ivoire. Stratégies écologiques des arbres de la voûte et potentiels floristiques. Éditions ORSTOM. Paris, 1989, 102.
4. Bakayoko A. - Influence de la fragmentation forestière sur la composition floristique et la structure de la végétation dans le Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat de l'Université de Cocody-Abidjan, 2005, 258.
5. Barbault (R.), Écologie des populations et des peuplements, Paris (France), 1982, 200.
6. Beaufort WHJ. Distribution des arbres en forêt sempervirente de Côte d'Ivoire, ORSTOM, 1972, 48.
7. Bedel F, Durrieu de Madron L, Dupuy B, Favrichon V, Maitre HF, Bar Hen A *et al.* - Dynamique de croissance dans les peuplements exploités et éclaircis de forêt dense africaine. Dispositif de M'Baiki en République Centrafricaine (1982 – 1995), 1998, 81.
8. Béina D. - Diversité floristique de la forêt dense semi-décidue de Mbaïki, république centrafricaine: étude expérimentale de l'impact de deux types d'intervention sylvicole. Thèse de l'université de Picardie Jules Verne, 2011, 226.
9. Beligné V, Balle-Pity E. - Croissance du Niangon en plantation. Abidjan, Côte d'Ivoire, C.T.F.T., 1979, 19.
10. Bellouard P. - évolution de la production forestière en Afrique occidentale française. Revue Bois et Forêt des Tropiques: 1951, 49-53.
11. Chatelain C, Dao H, Gautier L, et Spichiger R. - Forest cover changes in Côte d'Ivoire and Upper Guinea. in: In Poorter L. B., Kouamé N'. F.; Hawthorne W. D (ed), Biodiversity of West Africa Forests, an Ecological Atlas of Woody plants Species, Cabi publishing, Cambridge (UK): 2004, 15-32.
12. Dajoz R. Précis d'écologie. Écologie fondamentale et appliquée. Ed. Gauthier-Villard, Paris, 1982, 503.
13. Dupuy B. Plantations mélangées en forêt dense humide de Côte d'Ivoire. Bois et Forêts des tropiques, 1995; 245:33-43.
14. Dupuy B. Bases pour une sylviculture en forêt dense tropicale humide africaine, série FORAFRI, document 1998; 4:387.
15. Fairhead J, Leach M. - Reframing deforestation: Global analyses and local realities – studies in West Africa. Londres: Routledge, 1998, 227.
16. Gray JS, McIntyre AD, Stirn J. - Manuel des méthodes de recherche sur l'environnement aquatique. Onzième partie. Évaluation biologique de la pollution marine, eu égard en particulier au benthos. FAO Document technique sur les pêches, N° 1992; 324:53.
17. Hawthorne WD. - Forest regeneration after logging. Findings of study in the Bia South Game Production reserve, Ghana. London, England: N.R.I., 1993; (3):52.
18. Konan D, Bakayoko A, Tra Bi FH, Bitignon BGA, Piba SC. - Dynamisme de la structure diamétrique du peuplement ligneux des différents biotopes de la forêt classée de Yapo-Abbé, Sud de la Côte d'Ivoire. Journal of Applied Biosciences, 2015; 94:8869-8879
19. Kouadio K, Kouassi KE, Kouamé N'F, Traoré D. - Impact de l'éclaircie sur la régénération naturelle des essences principales, dans la forêt classée de Bossématié (Côte d'Ivoire). Sciences & Nature, 2007; 4(1):27-35.
20. Kouamé NF. - Influence de l'exploitation forestière sur la végétation et la flore de la forêt classée du haut, 227Sassandra (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire). Thèse 3ème cycle. Université de Cocody, Côte d'Ivoire, 1998, 227.
21. Legendre L, Legendre P. - Écologie numérique. Tome 1: Le traitement multiple des données écologiques, 1984, 260.
22. Pascal M. - Influence de la fragmentation forestière sur la régénération des espèces arborées dans le Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire. Thèse de doctorat. Université de Genève (Suisse), Thèse. 2008; 3989:320.
23. Pielou EC. Shannon's formula as a measure of species diversity: its use and misuse. Am. Nat. 1966; 100:463-465.
24. Prota. 2020. - www.uses.plantnet-project.org/fr/Lophostoma_alata, consulté le 22 avril 2020.
25. Shannon CE. - A mathematical theory of communication. Bell System Technical Journal. 1948; 27:379-423
26. Sodefor. - Règles de culture et d'exploitation en forêt dense Côte d'Ivoire, 2012, 35.
27. Sodefor. - Plan d'aménagement de la forêt classée de Yapo et Abbé: 1999-2023, SODEFOR Edition, 2002, 141.
28. Sodexam, - Données météorologiques de la région de l'Agnéby-Tiassa, 2018.
29. Struhsaker TT. - Ecology of an African rain forest: logging in Kibale and the conflict between conservation and exploitation. University Press of Florida Gainesville, 1997.

30. Terver P. - Le commerce des bois tropicaux. Histoire du commerce des bois tropicaux français. *Bois et forêt des tropiques*, 1947; 3:55-65.
31. Thiollay JM. -Influence of selective logging on bird species diversity in a Guiana rain forest. *Conservation Biology*. 1992; 6:47-63.
32. Verbelen F. l'exploitation abusive des forêts équatoriales du Cameroun, 1999, 49.
33. Verdeau F, Ekanza S. Des coupeurs de bois aux préminces d'une filière: l'exploitation des ressources forestières en Côte d'Ivoire 1880-1945. Acte de la table ronde, GIDIS-CI et ORSTOM, Bingerville, Côte d'Ivoire, 30 novembre, 1er et 2 décembre, 1992, 97-101.