

## Le rôle de dispersion des grands mammifères en forêts tropicales : cas de l'éléphant dans la dissémination et la régénération des plantes au Parc National d'Azagny, Sud de la Côte d'Ivoire

Djaha KOUAME<sup>1\*</sup>, Annick Victoire KOULIBALY<sup>2</sup>, Zoro Bertin GONE BI<sup>3,4</sup>,  
Kouadio Henri KOUASSI<sup>2</sup>, Béné Jean Claude KOFFI<sup>1</sup> et Constant Yves ADOU YAO<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup> Université Jean Lorougnon Guédé, UFR Environnement, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

<sup>2</sup> Université Jean Lorougnon Guédé, UFR Agroforesterie, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

<sup>3</sup> Université Félix Houphouët-Boigny, UFR Biosciences, Laboratoire de Botanique,  
22 BP 582 Abidjan, Côte d'Ivoire

<sup>4</sup> Centre de Recherche, Route de Dabou, Adiopodoumé Yopougon, 01 BP 1303 Abidjan, Côte d'Ivoire

\* Correspondance, courriel : [kouamedjaha1900@gmail.com](mailto:kouamedjaha1900@gmail.com)

### Résumé

Dans le Parc National d'Azagny, au sud de la Côte d'Ivoire, des relevés botaniques ont permis de 648 espèces végétales. Parmi elles, 282 sont consommées par l'éléphant. Les fruits de 94 d'entre ces 282 sont consommés par ce grand mammifère. Parmi ces 94 espèces, *Parinari excelsa*, *Sacoglottis gabonensis*, *Irvingia gabonensis* et *Balanites wilsoniana*, dont les fruits sont très appréciés et les graines rejetées sans dommage à travers les crottes, ont été retenues pour analyser le rôle de l'éléphant dans la germination, la croissance et la régénération de ces plantes, à travers des tests de germination, dans trois milieux différents (fermé, ouvert et marécageux). Quelque soit le milieu dans lequel nous nous trouvons, le temps de pré-germination des graines issues de crottes d'éléphant est beaucoup réduit par rapport à celles non issues de crottes. Les taux de germination également sont les plus élevés dans les trois milieux pour les graines issues de crottes d'éléphant. Nous constatons également que ce soit en milieu fermé, marécageux ou ouvert, les vitesses de croissance des jeunes plants issus de crottes sont plus élevées que celles des jeunes plants non issus de crottes. Ces résultats montrent qu'à travers ses crottes, l'éléphant joue un rôle important dans la régénération, la dynamique des espèces « loxodontochores » et le maintien de la diversité végétale. L'éléphant, avec sa constante mobilité, tout en déféquant, déverse les graines et favorisent leur germination dans des milieux différents. La disparition progressive des éléphants pourrait entraîner l'extinction des plantes dont la dissémination des graines est assurée par ce dernier dans le Parc National d'Azagny.

**Mots-clés :** éléphant, crottes, déjection, diversité végétale, Côte d'Ivoire.

### Abstract

**The dispersal role of large mammals in tropical forests : case of the elephant in dissemination and regeneration of plants in Azagny National Park, Southern Côte d'Ivoire**

In Azagny National Park, south of Côte d'Ivoire, botanical surveys have enabled 648 plant species. Of these, 282 are consumed by the elephant. The fruits of 94 of these 282 are consumed by this large mammal. Of

these 94 species, *Parinari excelsa*, *Sacoglottis gabonensis*, *Irvingia gabonensis* and *Balanites wilsoniana*, whose fruits are highly appreciated and the seeds discharged without damage through the droppings, were selected to analyze the role of the elephant in the germination, growth and regeneration of these plants through germination tests in three different environments (closed, open and marshy). Whatever the environment in which we find ourselves, the pre-germination time of the seeds resulting from elephant droppings is much reduced compared to those not derived from droppings. Germination rates are also highest in all three environments for seeds from elephant droppings. We also find that in closed, marshy or open environments, the growth speed of young seedlings produced by droppings are higher than those of young seedlings without dung. These results show that the elephant plays an important role in regeneration, dynamics of "loxodontochor" species and maintenance of plant diversity. The elephant, with its constant mobility, while defecating, dumps the seeds and favors their germination in different environments. The gradual disappearance of elephants could lead to the extinction of plants whose seeds dissemination is ensured by the latter in Azagny National Park.

**Keywords :** *elephant, droppings, excrement, plant diversity, Côte d'Ivoire.*

## 1. Introduction

Les forêts tropicales font l'objet de pressions anthropiques croissantes conduisant à leur dégradation avec pour conséquence l'extinction d'espèces animales et végétales d'importances écologique et économique inestimables [1]. La biodiversité et la santé des écosystèmes tropicaux dépendent grandement des interactions plante-animal. Ce sont bien souvent des processus clés dont l'altération ou l'interruption ont des effets difficilement prévisibles, certainement nuisibles et potentiellement dévastateurs. Les populations humaines bénéficient de services écosystémiques de grande valeur de la forêt. Le maintien de ces services passe par la protection et la gestion des écosystèmes et de leur biodiversité [2]. Malheureusement, dans les zones tropicales, les surfaces forestières sont en perpétuelle régression. Comme partout dans les zones tropicales, les surfaces forestières, en Côte d'Ivoire, ont beaucoup régressé. La couverture forestière ivoirienne est passée de 15 millions d'hectares (Ha) de forêts au début des années 1960 [3] à 2,7 millions d'ha depuis les années 1990 [4]. Cette diminution de la couverture forestière s'explique essentiellement à la forme et à l'intensité des exploitations forestières et agricoles [5, 6]. L'administration ivoirienne, soucieuse de contenir la dégradation rapide du couvert forestier, a érigé des espaces protégés en forêts classées, parcs nationaux et réserves biologiques [3].

Aujourd'hui, ce n'est que dans ces espaces protégées du domaine permanent de l'État, que l'on retrouve des forêts « climaciques » ou matures. C'est le cas des parcs nationaux, qui occupent 1 / 3 de la superficie totale des zones protégées [7]. Ces parcs, ayant pour rôle de contribuer à conserver, régénérer et pérenniser les espèces qu'ils abritent, sont devenus des laboratoires naturels pour des recherches sur la biodiversité. Une importante stratégie de pérennisation des plantes supérieures repose sur la dissémination des graines à partir d'un arbre semencier [8]. La dissémination des graines de 70 à 95 % des arbres de forêts tropicales dépend des animaux frugivores [9]. La faune est, entre autres, l'un des principaux agents de dissémination. Parmi les composantes de cette faune, l'éléphant dont de nombreux travaux rapportent que son régime alimentaire est essentiellement composé de fruits [10 - 12] joue un rôle important. Malheureusement, ce grand mammifère est très menacé. En effet, l'Afrique de l'Ouest a perdu 90 p.c. de ses éléphants pendant les vingt dernières années [13]. En Côte d'Ivoire, les raisons fondamentales, de cette régression des populations d'éléphants sont liées à des facteurs anthropiques et naturels tels que la pression démographique, le braconnage et la dégradation de l'habitat [14]. Ces facteurs et activités ont considérablement influencé le nombre et la distribution des éléphants dans le pays. L'impact de l'éléphant

sur la végétation est important [15]. Il modifie la structure de la végétation et sa composition floristique et constitue, de ce fait, une espèce clé en termes d'écologie [16]. À travers l'excrétion dans les crottes, de graines ingérées, l'éléphant joue un rôle assez remarquable dans la dissémination des semences ainsi que dans la diversification des communautés floristique et faunique de son habitat [17, 18]. En préservant l'éléphant, on préserve également l'habitat et protège automatiquement ces communautés [19]. Le Parc National d'Azagny (PNA), en Côte d'Ivoire, est l'un des derniers refuges pour ce grand mammifère dont la survie dépend des ressources locales. Ce grand mammifère pourrait jouer un rôle indispensable dans la dissémination des graines de plusieurs espèces forestières, le maintien et la survie même du parc. Les seules études menées jusqu'à présent sur les éléphants au Parc National d'Azagny portent sur leur démographie [2]. Dans l'état actuel des connaissances, le rôle et l'impact des activités de l'éléphant dans la dissémination et la régénération de certaines essences forestières restent inconnus dans le PNA. La présente étude voudrait pallier ce manque d'informations scientifiques. Pour ce faire, l'étude s'est fixé comme objectif global de déterminer l'importance du rôle de l'éléphant dans la dispersion et dissémination des semences forestières. Spécifiquement, il faudra d'abord identifier les espèces végétales consommées par l'éléphant et ensuite d'évaluer les influences de ce grand mammifère sur la régénération des plantes consommées, à travers des études de germination *in situ*.

## 2. Méthodologie

### 2-1. Site d'étude

Le Parc National d'Azagny (PNA), site de la présente étude, émane d'une réserve de chasse. Cette réserve a constitué un lieu de refuge pour la grande faune, notamment les éléphants et les buffles, dont l'espace vital dans la région littorale ne faisait que se rétrécir en raison du développement, sur de grandes surfaces, de plantations de palmiers à huile, d'hévéa, de cacaoyers, etc. Ce parc (**Figure 1**) se situe entre 5°14' et 5°31' de latitude Nord et 4°76' et 5°01' de longitude Ouest. Le parc se trouve dans la région des Lagunes, dans le secteur littoral, à environ 125 km à l'Ouest d'Abidjan et couvre une superficie actuelle de 21 850 Ha.

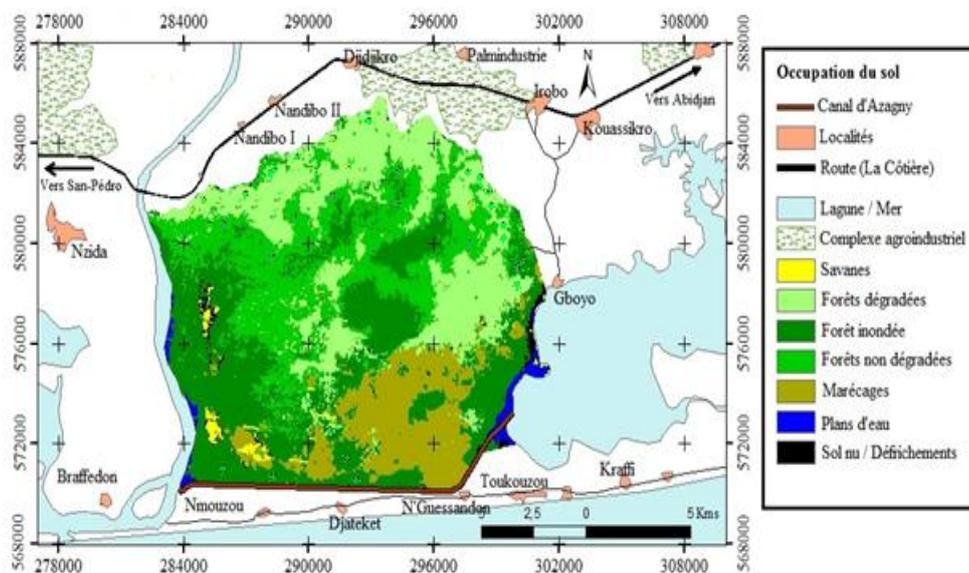
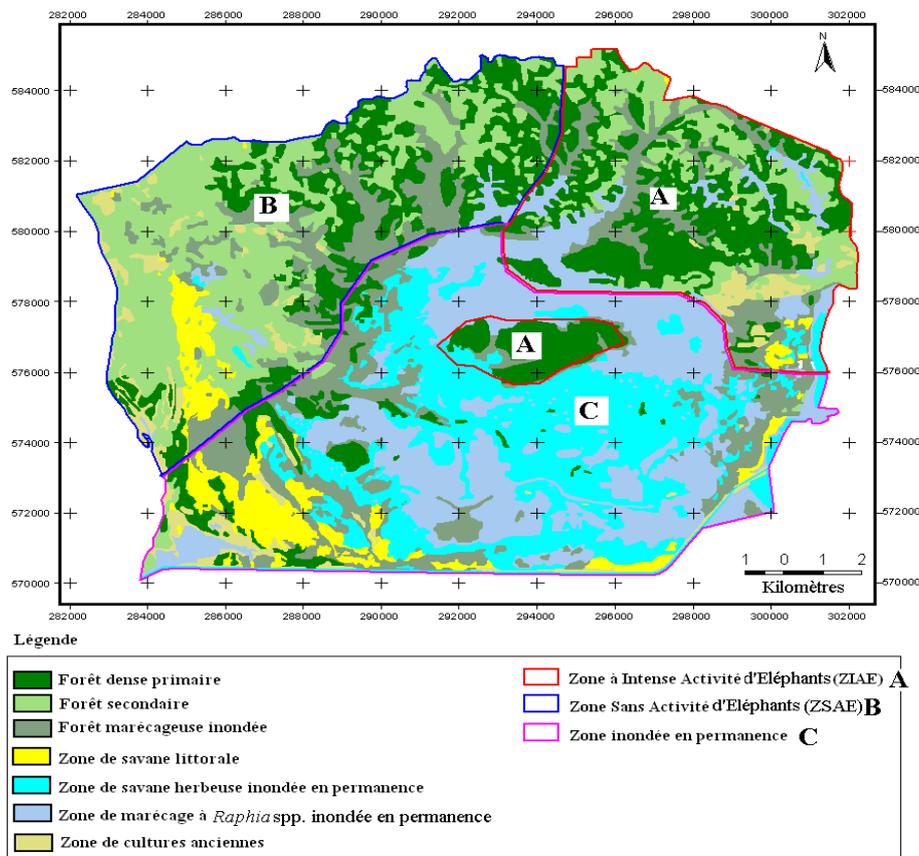


Figure 1 : Limites du Parc National d'Azagny

Les conditions éco-climatiques placent la végétation du Parc National d'Azagny dans les secteurs littoral et ombrophile du domaine guinéen décrits par [20]. La végétation du parc appartient essentiellement aux zones de savanes littorales, de forêts denses humides sempervirentes et de forêts marécageuses. Le Parc National d'Azagny apparaît comme une mosaïque de formations végétales très différentes les unes des autres. Elles partent de la savane herbeuse à la forêt dense [21, 22]. On y rencontre des savanes côtières, des formations marécageuses, des fourrés, des forêts denses sempervirentes, des forêts secondaires, des forêts à dominance de marécages, des forêts littorales, des forêts de mangrove et des plantations abandonnées. La faune, caractéristique du domaine forestier guinéen (secteur littoral), s'est enrichie en espèces des milieux lagunaires et d'une avifaune des écosystèmes marécageux avec des échassiers (Héron de Goliath, Aigle pêcheur, Milan noir, etc.). Elle s'est adaptée aux conditions marécageuses du milieu qui lui procurent une protection [23]. Les grands mammifères tels que les éléphants, les buffles et l'hippopotame pygmée, dont l'habitat dans la région se dégrade et disparaît progressivement en raison de l'agrandissement des surfaces des plantations industrielles, trouvent un refuge en ce milieu. Des primates (cercocèbes, cercopithèques, colobe de Van Beneden), des céphalophes forestiers, le lamantin ouest-africain, le bongo et le guib harnaché sont aussi signalés dans le parc. Dans cette étude, après plusieurs prospections effectuées dans l'ensemble du PNA, trois zones (**Figure 2**) ont été identifiées :

- une zone à intense activité d'éléphants au Nord-Est et au centre du parc ;
- une zone à activité presque nulle des éléphants à l'Ouest et ;
- une zone inondée en permanence dans la partie sud du parc. Cette dernière zone n'a pas retenu notre attention. La présence des éléphants a néanmoins été signalée grâce à des survols hélicoptérés [24, 25].



**Figure 2 :** Délimitation de trois zones (A, B et C) d'activités de l'éléphant dans le PNA après traitement des images satellites Landsat ETM + de 2000

## 2-2. Méthodes de collecte des données

### 2-2-1. Richesse et diversité qualitative de la flore du Parc National d'Azagny

La présente étude s'est appuyée sur des méthodes de relevés de surface et itinérant comme utilisées par [26 - 29], pour renseigner la richesse et de la diversité qualitative de la flore du parc. Le relevé de surface consiste à dénombrer tous les taxons rencontrés sur des superficies carrées, rectangulaires ou circulaires, dans l'objectif de recenser un maximum d'espèces. Pour le présent travail, le parc a été quadrillé en 53 carrés de 1 km de côté. Chaque surface de 1 km<sup>2</sup> a été subdivisée en 100 sous / carrés de 100 m<sup>2</sup> chacun. Dans la partie accessible du parc et tenant compte des activités des éléphants, un tirage au sort, sans remise, de 54 parcelles de 100 m<sup>2</sup> a été réalisé. Ces dernières ont constitué l'échantillon. Dans chaque parcelle, toutes les espèces d'arbres, d'arbustes, d'arbrisseaux, de lianes et d'herbes rencontrées ont été identifiées et notées. Le relevé itinérant a consisté à noter toutes les espèces rencontrées dans les formations végétales du parc à travers les pistes d'aménagement, les layons de suivi écologique, les sentiers de braconniers et d'éléphants. Cette liste d'espèces issues des relevés itinérants a servi à compléter la liste floristique émanant des parcelles.

### 2-2-2. Inventaire des espèces végétales consommées par l'éléphant

Pour recenser les espèces consommées par l'éléphant, nous avons recherché des crottes d'éléphant et nous avons identifié des graines qui y sont contenues. Nous avons également suivi les traces de nutrition des éléphants et identification des espèces consommées.

### 2-2-3. Études de la germination des graines

Les espèces dont les fruits étaient consommés en grandes quantités par les éléphants ont été choisies pour les expériences de germination. Les espèces (**Figure 3**) *Balanites wilsoniana*, *Irvingia gabonensis*, *Parinari excelsa*, et *Sacoglottis gabonensis* ont ainsi été retenues pour les expérimentations.



**Figure 3 :** Fruits de quatre des espèces consommées par l'éléphant dans le PNA : *Balanites wilsoniana* (A), *Irvingia gabonensis* (B), *Parinari excelsa* (C) et *Sacoglottis gabonensis* (D)

Pour les expériences de germination, nous avons d'abord repéré des crottes et identifié les graines qui y sont contenues. Nous avons également suivi des traces très récentes (24 à 48 heures maximum) des éléphants. Ensuite, un marquage des crottes a été réalisé en enregistrant les coordonnées géographiques (au GPS) de la crotte et en attachant un ruban fluorescent à une branche, juste au-dessus de celle-ci, dans le but de retrouver plus facilement la crotte lors des visites ultérieures. Sur ce ruban, la date et un code d'identification de la crotte ont été inscrits. Après le repérage de la crotte, une identification et un comptage des graines contenues dans cette dernière ont été effectués. Dans l'objectif d'apprécier l'influence de différents biotopes sur la germination des graines, les crottes ont été repérées dans trois types de milieux : (1) milieu fermé, (2) centre ouvert et (3) milieu marécageux. Pour apprécier l'effet de l'ingestion des graines sur la germination, dans les mêmes conditions microclimatiques que les crottes, des graines extraites des fruits matures, non ingérés par les éléphants et ramassées sous une plante-mère ont été mises à germer dans un rayon de 3 m, dès qu'une crotte d'éléphant était découverte. Il faut souligner que les graines des espèces retenues, sont sorties, comptées et remises dans la même crotte qui est ensuite enterrée au même endroit. Le jour de la découverte d'une crotte (24 h ou 48 h après la défécation) constitue la date de mise à germination des semences qui y sont contenues. L'expérience a duré 12 mois. Chaque mois, les deux types de graines (contenues dans les crottes et extraites de fruits matures) sont observés. Pour chaque type de traitement, le nombre de graines germées et la hauteur moyenne des jeunes plants après germination sont notées, ceci en vue de calculer respectivement les taux de germination et la vitesse de croissance.

## 2-3. Méthodes d'analyse des données

### 2-3-1. Richesse et diversité qualitative de la flore du Parc National d'Azagny

Les espèces végétales, rencontrées dans le Parc National d'Azagny, ont été identifiées grâce à la nomenclature de [30]. Les ouvrages des auteurs des références [31 - 33] ont permis d'actualiser les noms des taxons. Pour chaque biotope, la chorologie de toutes les espèces, a été déterminée en utilisant les grandes subdivisions phytogéographiques de [34]. Cette subdivision a permis de distinguer les espèces des Régions phytogéographiques Guinéo-Congolaise (GC), Soudano-Zambézienne (SZ) et la zone de transition entre ces deux grandes régions (GC-SZ). Toutes les espèces ne se rencontrant naturellement pas dans ces trois zones, ont été considérées comme exotiques. Dans la région Guinéo-Congolaise, un accent a été mis sur Western Guineo-Congolian species (GCW) qui sont des espèces endémiques des forêts de l'Afrique de l'Ouest. Le catalogue des plantes vasculaires de la Côte d'Ivoire [32, 33], a servi de base pour la détermination de la chorologie des espèces. Les listes d'espèces "endémiques ivoiriennes", "endémiques Ouest-africaines", "rares, devenues rares et menacées d'extinction" et introduites, ainsi que celles inscrites sur la liste rouge de l'UICN [35] rencontrées dans le Parc National d'Azagny, ont été ainsi établies.

### 2-3-2. Germination des graines

L'effet de la crotte d'éléphant sur la germination des semences et la croissance des jeunes plants a été évalué selon les paramètres suivants : la vitesse de germination des semences qui correspond au temps mis pour que les premières graines puissent germer, le taux de germination des semences correspondant au pourcentage de jeunes plants sortis de terre à partir d'un certain nombre de graines mises à germer, et la croissance des jeunes plants issus de la germination correspondant à la hauteur moyenne des jeunes plants. Pour ce qui est du taux de germination d'une espèce quelconque, le nombre de graines qui germent est sensiblement constant dans des conditions écologiques données [36]. Dans cette étude, le taux de germination est évalué en fonction du milieu expérimental et des espèces qui ont été retenues. L'étude des variations de ce taux de germination a été faite en relation avec le type de graines mises à germer (graines issues de crottes d'éléphant et celle non issues de crotte). Ce taux est obtenu selon la **Formule (1)** suivante :

$$\text{Taux de croissance (\%)} = \frac{\text{Nombre de graines germées}}{\text{Nombre de graines à germer}} \times 100 \quad (1)$$

La vitesse de croissance des jeunes plants issus des graines semées a également été testée dans les trois milieux différents cités plus haut. Le test a été effectué comme dans le cas de la germination, sur deux types de jeunes plants (jeunes plants issus de graines provenant de crottes d'éléphants et jeunes plants issus de graines ne provenant pas de crottes). Cette vitesse est calculée pour une période de 12 mois à partir de la **Formule (2)** suivante :

$$\text{Vitesse de croissance (cm/mois)} = \frac{\text{Hauteur finale} - \text{hauteur initiale}}{12} \quad (2)$$

Avec hauteur initiale (cm)-taille en hauteur du jeune plant dès le premier jour où nous constatons sa germination et hauteur finale (cm)-taille en hauteur du jeune plant au douzième mois de sa croissance. Ce calcul tient uniquement compte de la hauteur moyenne des jeunes plants d'une seule espèce donnée par crotte. Le travail a été effectué sur quatre espèces, la cinquième espèce *Tieghemella heckelii* n'ayant été identifiée seulement qu'en milieu fermé. Ce qui rendait les comparaisons difficiles. Pour la comparaison des moyennes de germination et de croissance des deux catégories de graines, un test de Fisher (LSD) a été réalisé. Les résultats des analyses de variance (ANOVA) indiquent les variations qui existent entre les moyennes des différentes catégories de graines mises à germination. Le test de séparation des moyennes de Fisher (LSD) montrent les différentes classes qu'on peut distinguer. Pour l'expression des résultats, la même lettre est affectée aux différentes moyennes constituant un même groupe. Des lettres différentes sont affectées à deux groupes différents.

### 3. Résultats

#### 3-1. Richesse et diversité qualitative de la flore du PNA

Les relevés floristiques réalisés dans 54 parcelles ont permis de dresser une liste de 381 espèces végétales et les relevés itinérants une liste additionnelle de 267 espèces. Au total, 648 espèces végétales ont été recensées dans le Parc National d'Azagny. Ces espèces se répartissent entre 114 familles et 414 genres. La flore inventoriée est constituée de 536 Dicotylédones (soit 82,7 % du total des espèces recensées) et de 90 Monocotylédones (soit 13,9 %). Les Ptéridophytes sont représentées par 22 espèces (soit 3,4 %). De ces 648 espèces recensées, 86 sont endémiques de l'Afrique de l'Ouest et 66 endémiques de « Haute-Guinée ». Parmi les espèces endémiques Ouest-africaines et de Haute-Guinée, 6 sont des endémiques ivoiriennes. La flore du Parc National d'Azagny compte 21 espèces rares des listes de [37]. Les espèces rares recensées dans le PNA et qui figurent sur la Liste Rouge de l'UICN [35] pour la Côte d'Ivoire sont au nombre de 32.

#### 3-2. Espèces végétales consommées par l'éléphant

Parmi les 648 espèces végétales recensées dans le PNA, 282 espèces ont au moins une partie consommée par les éléphants. Ces espèces représentent 43,5 % du total de toutes les espèces rencontrées dans le PNA. Parmi ces dernières, les fruits de 94 sont consommés par les éléphants du PNA.

### 3-3. Germination des graines

#### 3-3-1. Temps de pré-germination des graines

Il s'agit ici de voir le temps de levée de dormance afin que les types de graines (avec ou sans crottes) puissent germer dans les 3 différentes conditions environnementales rencontrées dans le parc. Ainsi, En milieu fermé, le temps de pré-germination des graines issues de crottes varie de 15 à 33 jours et de 42 à 67 jours pour les graines non issues de crottes. En milieu marécageux, le temps varie de 16 à 29 jours pour les graines issues de crottes et de 31 à 59 jours pour les graines non issues de crottes. En milieu ouvert, le temps de pré-germination des graines varie de 22 à 37 jours pour les graines issues de crottes et de 31 à 81 pour les graines non ingérées par l'éléphant.

#### 3-3-2. Taux de germination des graines

En milieu fermé, il a été enregistré 54,77 % de taux de germination pour les graines provenant de crottes contre 20,91 % pour celles non issues des crottes. Globalement, le nombre moyen de graines issues de crottes qui a germé est de 6,29 (**Tableau 1**). Celui des graines non ingérées est de 2,4. Ces deux valeurs sont statistiquement différents selon le test de Fisher (LSD) ( $p < 0,0001$  ;  $\alpha = 0,050$ ).

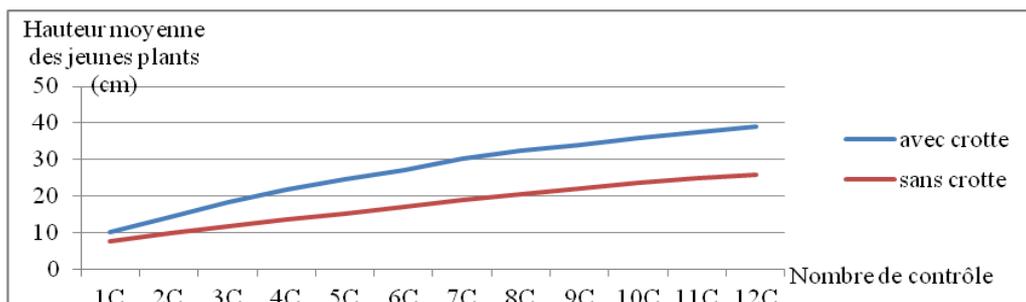
**Tableau 1** : Nombre moyen de graines germées dans les trois milieux étudiés

Catégories de graines	Milieu fermé	Milieu ouvert	Milieu marécageux
Graines non ingérées	2,403 a	1,768 a	1,933 a
Graines ingérées	6,292 b	2,536 a	4,267 b

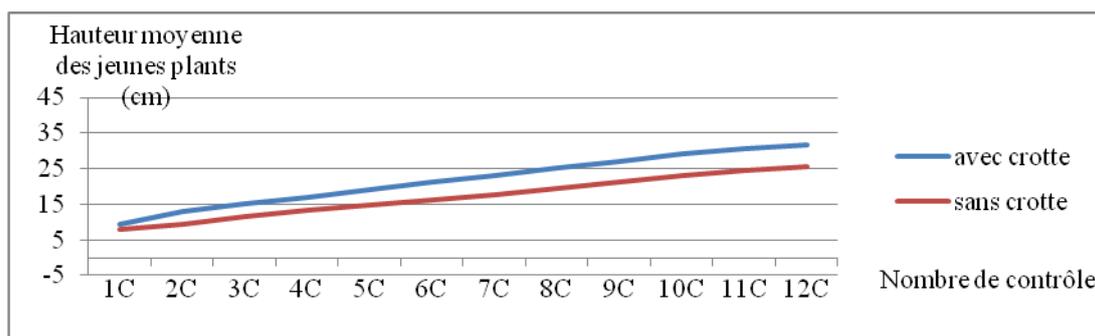
En milieu marécageux, 49,61 % des graines issues de crottes ont germé contre 22,48 % pour les graines non issues de crottes. Pris globalement, le nombre moyen de graines issues de crottes qui ont germé est de 4,26 contre 1,93 pour les graines non issues de crottes (**Tableau 1**). Ces deux valeurs sont statistiquement différentes ( $p < 0,0001$  ;  $\alpha = 0,05$ ). En milieu ouvert, il a été enregistré 35,06 % de taux de germinations pour les graines provenant de crottes contre 24,44 % pour celles non issues des crottes. Le nombre moyen de graines issues de crottes qui ont germé est de 2,53 contre 1,76 pour les graines non issues de crottes (**Tableau 1**). Ces deux valeurs ne sont pas statistiquement différentes.

#### 3-3-3. Vitesse de croissance des jeunes plants

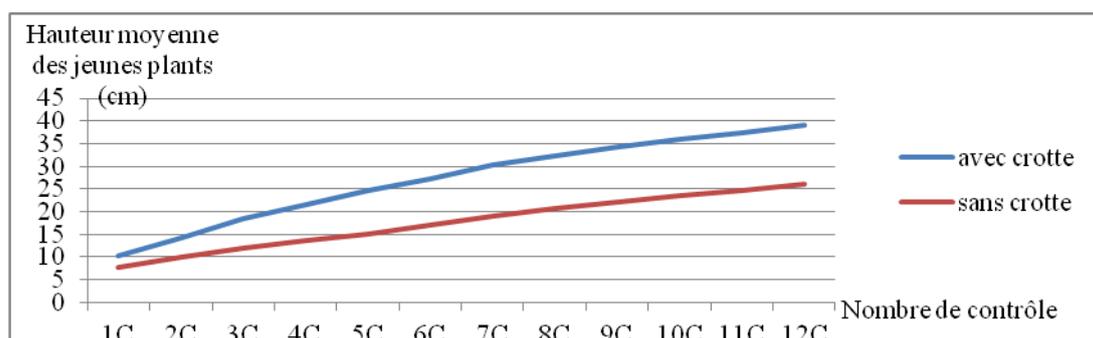
Après douze mois d'observation, que ce soit en milieu fermé, marécageux ou ouvert, les vitesses de croissance des jeunes plants issus de crottes sont plus élevées que ceux des jeunes plants non issus de crottes (**Figures 4, 5 et 6**).



**Figure 4** : Variation de la hauteur totale moyenne des jeunes plants en milieu fermé



**Figure 5 :** *Variation de la hauteur totale moyenne des jeunes plants en milieu marécageux*



**Figure 6 :** *Variation de la hauteur totale moyenne des jeunes plants en milieu ouvert*

## 4. Discussion

### 4-1. Consommation des fruits et régénération des espèces « loxodontochores » au PNA

Au PNA, les fruits constituent une part importante du régime alimentaire de l'éléphant bien que son alimentation soit essentiellement composée de matériaux fibro-ligneux. Au PNA, il a été recensé 94 espèces végétales dont les fruits font partie du régime alimentaire de l'éléphant. Ce parc se présente comme une zone où l'éléphant a une bonne préférence pour les fruits. La plupart des fruits qui sont beaucoup consommés ont un diamètre d'environ 5 cm, à chair ferme et odorante. Selon [38 - 40], l'éléphant mange tous les fruits charnus qu'il trouve sur le sol, à condition qu'ils soient suffisamment gros ou en grappe. De grande taille et appartenant toutes à la strate dominante de la forêt, les espèces sur lesquelles la présente étude a porté, ont des fruits qui montrent des caractères (absence de couleur vive, forte odeur, noyau dur) qui suggèrent une adaptation à la « loxodontochorie ». Ces caractères de fruits, comme le soutiennent [41, 42], sont à mettre en rapport avec le développement des sens et l'éthologie du disséminateur préférentiel. La grosseur des fruits que l'éléphant ramasse au sol est adaptée à sa taille, l'absence de couleur vive à la faiblesse de sa vision des couleurs, ce qui évite la concurrence d'autres animaux plus doués. La présence d'un parfum est à mettre en relation avec son odorat très développé. Enfin, la protection des graines par des téguments épais permet l'endozoochorie. La « loxodontochorie » est le mode de dissémination préférentiel des arbres de la strate dominante. La dissémination, étant indispensable à la régénération des espèces, c'est dire le rôle important que joue l'éléphant dans le maintien de la richesse floristique de la forêt du PNA. Au vu de ce qui précède, le rôle de l'éléphant dans la régénération de la forêt est donc important et il est possible que sa disparition entraîne une raréfaction des espèces qui lui sont étroitement inféodées. L'importance du rôle joué par l'éléphant dans la dissémination des graines dont il consomme les

fruits paraît donc indéniable. Plusieurs auteurs ont également recensé des espèces végétales dont les fruits sont consommés par l'éléphant dans différentes forêts tropicales [39, 43 - 46], en général, et les forêts ivoiriennes [2, 38, 47], en particulier. En Côte d'Ivoire, [38] a recensé 37 espèces « loxodontochores » au Parc National de Tai. [47] ont recensé, dans la Forêt Classée de Bossématié 54 espèces dont les fruits sont consommés par les éléphants. Dans la forêt classée du Haut Sassandra, [12] ont enregistré 78 espèces "loxodontochores". [48 - 50] estiment que pour plusieurs espèces végétales des forêts africaines, économiquement importantes telles que *Tieghemella heckelii*, *Balanites wilsoniana* et *Sacoglottis gabonensis*, l'éléphant apparaît comme le principal agent de dissémination en consommant les fruits. Au Parc National du Banco qui présente, selon [38], un déficit de jeunes pieds de *Sacoglottis gabonensis* et de *Panda oleosa* (deux espèces dont les graines sont disséminées par les éléphants), il est donc permis de se demander si l'arrêt ou le ralentissement de la régénération de ces espèces ne serait pas lié à la disparition, il y a un peu plus de 100 ans [38] des éléphants de cette forêt. Selon cet auteur, cette hypothèse pourrait être justifiée, étant donné que ce phénomène est propre au Parc National du Banco.

#### 4-2. Influence des crottes sur la germination des graines

Le temps de pré-germination des graines est beaucoup réduit pour les graines ingérées par rapport à celles non ingérées. Dans les conditions naturelles, selon [36], les graines de *Parinari excelsa* et de *Sacoglottis gabonensis* mettent plus de temps à germer dans tous les milieux lorsqu'elles ne sont pas issues de crottes. Leur germination est accélérée lorsqu'elles sont issues de crottes. L'effet de la crotte fait gagner approximativement la moitié du temps de germination. Quant à *Irvingia gabonensis*, *Balanites wilsoniana* et *Tieghemella heckelii*, dont les graines germent naturellement plus vite, la période pré-germinative des graines issues de crottes est devenue encore plus courte. Comme pour *Parinari excelsa* et *Sacoglottis gabonensis*, l'effet de la crotte a permis de réduire, quasiment de moitié, le temps de germination des graines. De manière générale, la vitesse de germination de ces graines est accélérée. Le taux de germination des graines restées à l'intérieur des crottes d'éléphant est, pour toutes les espèces expérimentées, plus élevé que celui des graines non ingérées. Cela est dû au fait que ces graines, après leur passage dans le tube digestif de l'éléphant, trouvent de meilleures conditions d'humidité et de température ainsi que de la matière organique disponible dans les crottes. Ce passage dans le tube digestif favoriserait certainement la levée de dormance potentielle des graines. Les taux de germination fluctuent en fonction des espèces expérimentées et des milieux d'étude.

En milieu ouvert, pour toutes les graines issues de crottes, le délai de germination est beaucoup plus long et les taux de germination plus faibles que dans les milieux fermés et marécageux. Ceci peut être dû au fait, que, exposé au soleil et à l'air libre, le crottin perd rapidement sa structure à travers l'altération de sa composition, ce qui n'est pas le cas dans la Forêt Classée de Bossématié où [48] estiment que les taux de germination des graines issues de crottes sont plus élevés dans les milieux ensoleillés par rapport aux milieux d'ombre. En effet, la forêt du PNA est très humide ; une crotte exposée au soleil perd donc rapidement sa composition initiale. Ce changement de conditions de la crotte rend difficile la germination des graines qui y sont contenues. Les conditions de forêt semi-décidue de la Bossématié font que la crotte exposée au soleil ne perd pas sa composition de matière organique, ce qui explique que les graines soient toujours en assez bon état pour germer. En concordance avec la présente étude, [18, 47, 51] estiment que les graines issues de crottes, quelles que soient les conditions du milieu, germent mieux que celles n'ayant pas subi l'effet du tractus intestinal de l'éléphant. Il faut, néanmoins, reconnaître qu'exposée au soleil, la crotte se dessècherait et plus aucune germination ne serait possible. Cet état de la crotte est défini par [52] comme étant un stade où l'excrément est dépourvu de toute matière organique. À ce stade, la crotte n'est plus identifiable, seuls les débris végétaux sont présents. Les graines des espèces expérimentées ont

germé à des degrés différents dans tous les milieux d'étude, à l'exception de *Tieghemella heckelii* dont les graines n'ont été observées que dans le milieu fermé. Quelle que soit l'espèce qui a été testée, et quel que soit le milieu d'expérimentation, l'effet des crottes sur la germination des graines est d'un apport appréciable. Pour ce qui concerne la différence entre les vitesses et taux de germination des espèces traitées dans cette étude, chacune a mieux germé selon des conditions édaphiques et microclimatiques qui lui sont propres. Prises de manière isolée, nous remarquons que dans le PNA, les graines d'*Irvingia gabonensis* paraissent s'adapter aux trois milieux d'étude où un fort taux de germination a été observé. Selon [53], c'est une espèce adaptée aux milieux à sol bien drainé. Lors des investigations, nous avons effectivement remarqué la présence des grands individus seulement dans les milieux fermés où le drainage est beaucoup accentué. *Sacoglottis gabonensis*, une espèce adaptée aux milieux marécageux [54, 55] germe mieux dans cette zone. *Parinari excelsa*, elle, préfère les zones humides peu drainées [56], de même que *Tieghemella heckelii* [57]. *Balanites wilsoniana*, elle préfère les sols très drainés, comme le soutient une étude de [10] en forêt semi-décidue.

#### 4-3. Influence des crottes sur le développement des jeunes plants

Les taux de croissance des jeunes plants issus de graines ingérées sont plus élevés que ceux issus de graines non ingérées. Ces jeunes plants, qui ont germé dans les crottes, sont d'un vert foncé. Leur système racinaire est très développé ce qui favorise une forte absorption des éléments nutritifs, donc une forte croissance des jeunes plants. Cela peut être due au fait que les jeunes plants trouvent dans la crotte, de meilleures conditions d'humidité et de température ainsi que de la matière organique disponible pour leur croissance. Cette assertion est soutenue par les études de [50]. Nous avons constaté également que des filaments mycéliens pénètrent les racines et participeraient ainsi à la nutrition de ces jeunes plants. Les observations faites au PNA montrent qu'à partir du 6<sup>ème</sup> mois, la croissance des jeunes plants, issus de graines provenant de crottes, ralentit. Néanmoins, étant déjà vigoureux par accumulation de substance organique, ils se développeraient plus vite que les jeunes plants issus de graines ne provenant pas de crottes. [47, 58], trouvent que le taux de survie des jeunes plants décroît lorsque la crotte perd son pouvoir germinatif. [59, 60] montrent que les jeunes plants de *Balanites wilsoniana*, issus de crottes d'éléphants croissent 50 fois plus que ceux qui n'en proviennent pas. Les différents jeunes plants, en fonction de l'adaptation de l'espèce, subiront l'effet des milieux dans lesquels ils ont été expérimentés. *Balanites wilsoniana* et *Irvingia gabonensis* sont les deux espèces qui ont les plus forts taux de croissance dans les zones d'expérimentation ; ces deux espèces ont des jeunes plants qui s'adaptent mieux aux différents milieux choisis. Les individus adultes préférant plutôt les sols bien drainés.

#### 5. Conclusion

Au terme de cette étude, nous pouvons retenir que le Parc National d'Azagny est riche de 648 espèces végétales parmi lesquelles 282 ont au moins un organe consommé par les éléphants. 94 des 282 espèces ont leurs fruits qui sont consommés par les éléphants. A l'issue des expériences de germination, dans les différents milieux que l'on rencontre au PNA, nous remarquons que la levée de dormance est plus rapide avec les graines provenant de crottes d'éléphant par rapport à celles non issues de crottes. Le temps de pré-germination pour ces dernières est beaucoup plus long. Dans ces milieux, les taux de germination des graines issues de crotte sont beaucoup plus élevés. Après leur germination, nous remarquons que les jeunes plants issus de graines provenant de crottes ont vitesse de croissance beaucoup plus élevée. Au regard de ces résultats, nous pouvons dire que les crottes d'éléphant ont un effet positif sur la germination des graines et la croissance des jeunes plants qui en découlent. De part ces crottes, l'éléphant dissémine les

graines des différentes espèces végétales dont il consomme les fruits à travers une rapide levée de dormance. Ces crottes agissent également sur la vigueur et la croissance rapide des jeunes plants issus de graines qui y sont contenues. Les éléphants jouent donc un rôle important dans la régénération et la dynamique des espèces « loxodontochores » du Parc National d'Azagny. L'action de l'éléphant peut se comparer à celles de la plupart des animaux frugivores. Comme l'éléphant, ces animaux (primates, céphalophes, buffles, etc.) pourraient ingérer de grandes quantités de fruits selon leur préférence. Étant donné leur constante mobilité, ces animaux, tout en déféquant, déversent les graines et favorisent leur germination dans des milieux assez propices. L'éléphant et ces animaux constituent de ce fait des agents de dispersion des semences. Lorsque ces agents de dispersion deviennent rares ou disparaissent, les plantes dont le transport des graines est assuré par ces derniers sont susceptibles de faire échec à la dispersion de leurs graines. Ces plantes concernées courent donc un grand danger : celui de leur extinction.

### Remerciements

*Nous sommes reconnaissants à l'OIPR (Office Ivoirien des Parcs et Réserves), au CNF (Centre National de Floristique) et à la WCS (Wildlife Conservation Society) pour leur contribution assez remarquable dans la réalisation et l'aboutissement de ce travail. Nous remercions Feu Dr Akoi Kouadio, Feu Prof. Aké-Assi Laurent et M. Assi Yapo Jean pour leur contributions respectives au financement de l'étude et à l'identification des échantillons de plantes recensées dans le PNA. Nous disons grand merci aux agents du ministère des eaux et forêts en service dans le PNA et aux assistants de terrain qui ont été très utiles dans la collecte des données.*

### Références

- [1] - E.O. WILSON, The diversity of life. Penguin Books, 14 (1992) 88 p.
- [2] - D. KOUAME, C. Y. ADOU YAO, A. NANDJUI et K. E. N'GUESSAN., Le rôle de l'éléphant dans la germination des graines de *Irvingia gabonensis* (Irvingiaceae), *Balanites wilsoniana* (Balanitaceae), *Parinari excelsa* (Chrysobalanaceae) et *Sacoglottis gabonensis* (Humiriaceae) en forêt tropicale : cas du Parc National d'Azagny en Côte d'Ivoire, *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 4 (5) (2010) 1442 - 1454
- [3] - CENTRE MONDIAL DE SURVEILLANCE CONTINUE DE LA CONSERVATION DE LA NATURE, Guide de la diversité biologique de Côte d'Ivoire. *Rapport d'activité*, Cambridge, Angleterre, (1991) 25 p.
- [4] - R. PAÏVINEN, J. PITKÄNEN and R. WITT, Mapping closed tropical forest cover in West Africa using NOAA AVHRR-LAC data. *Silva carelica*, 21 (1992) 27 - 51
- [5] - N. MYERS, Conversion Tropical Moist forests. *National Academy of Sciences*, Washington, D.C., (1980) 87 p.
- [6] - R. F.W. BARNES, Deforestation Trends in Tropical Africa. *Afr. J. Ecol.*, 28 (1990) 161 - 173
- [7] - L. POORTER, F. BONGERS, F. N. KOUAMÉ and W.D. HAWTHORNE, Biodiversity of West African Forests : An Ecological Atlas of Woody Plant Species. *CABI Publishing*, Nederland, Pays-Bas, (2004) 521 p.
- [8] - S. CARLQUIST, Island biogeography. *Columbia University Press*, New York, (1974) 74 p.
- [9] - H. F. HOWE and J. SMALLWOOD, Ecology of seed dispersal. *Annual review of Ecology and Systematics*, 13 (1982) 201 - 228
- [10] - G. MERZ, Recherches sur la biologie de nutrition et les habitats préférés de l'éléphant de forêt. *Loxodonta africana cyclotis* (Matschie, 1900). *Mammalia*, 45 (3) (1981) 299 - 312
- [11] - J. SHORT, Diet and feeding behaviour of the forest elephants. *Mammalia*, 45 (1981) 177 - 185

- [12] - O. SOULEMANE et L. AKE-ASSI, Interaction entre flore et éléphant dans la forêt classée du Haut-sassandra (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire). *Ann. Bot. Afr. Ouest*, 3 (2004) 35 - 45
- [13] - H. H. ROTH and J. DOUGLAS-HAMILTON, Distribution and status of elephants in West Africa. *Mammalia*, 55 (1991) 489 - 527
- [14] - G. D. ANDERSON and B. H. WALTER, Vegetation composition and elephant damage in Sengwa Research area. Rhodesia. *Journal of Southern African Wildlife Management Association*, 4 (1974) 1 - 14
- [15] - J. SHOSHANI, Les éléphants-Pourquoi sauver les éléphants. *Bordas*, Paris, (1993) 226 - 229
- [16] - D. WESTERN, The ecological role of elephants in Africa. *Pachyderm*, 12 (1989) 42 - 45
- [17] - E. W. WAITKUTWAIT, Restauration d'un écosystème forestier : contribution à l'aménagement de la faune. *SODEFOR*, Abidjan, Côte d'Ivoire, (1991) 10 p.
- [18] - F. FEER, Morphology of fruits dispersed by African forest elephants. *Afr. J. Ecol.*, 33 (1995) 279 - 284
- [19] - S. K. ELTRINGHAM, Les éléphants - écologie et comportement. *Bordas*, Paris, (1993) 124 - 127
- [20] - J. L. GUILLAUMET et E. ADJANOHOON, La végétation de la Côte d'Ivoire. In "*Avenard J.M., Eldin E., Girard G., Sircoulon J., Touchebeuf P., Guillaumet J.L., Adjanooun E. & Perraud A. (eds.) 1971. Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire*". *ORSTOM* n° 50, Paris, (1971) 157 - 263
- [21] - J. M. AVENARD, M. EL DIN, G. GIRARD, J. SIRCOULON, P. TOUCHEBEUF, J. L. GUILLAUMET, E. ADJANOHOON et A. PERRAUD, Le milieu naturel de Côte d'Ivoire. *Mémoire O.R.S.T.O.M.* n° 50, Paris, France, (1971) 392 p.
- [22] - A. BOUICHO, Étude géographique de la réserve d'Azagny et son environnement anthropique. *Mémoire Maîtrise*, Univ. Paris VIII, (1978) 79 p.
- [23] - H. H. ROTH, État actuel des Parcs Nationaux de la Comoé et de Taï ainsi que de la Réserve d'Azagny et propositions visant à leur conservation et à leur développement aux fins de la promotion du tourisme. *PN : 7320856. Tome IV, Réserve d'Azagny*, GTZ, (1979) 8 - 51
- [24] - J. M. KING et F. W. WOOLEY, Rapport à M. le Ministre de l'Agriculture au sujet du développement des Parcs Nationaux et dommages causés aux plantations par les éléphants. *Afr. Wildl. Leadership Found.*, Nairobi, (1971) 22 p.
- [25] - S. ANIMAN, Rapport relatif aux dénombrements aériens des 5 et 7 août 1975 ; n° 002/BITA/PN ; Brigade itinérante des travaux, Direction des Parcs Nationaux, Secrétariat d'État chargé des Parcs Nationaux, Côte d'Ivoire, (1975) 8 p.
- [26] - D. KOUAME, C. Y. ADOU YAO, K. E. KOUASSI, K. E. N'GUESSAN et K. AKOI, Preliminary Floristic Inventory and Diversity in Azagny National Park (Côte d'Ivoire). *European Journal of Scientific Research*, 23 (4) (2008) 537 - 547
- [27] - B. T. A. VROH, C. Y. ADOU YAO, D. KOUAME, K. B. KPANGUI, Z. B. GONE BI, K.E. N'GUESSAN, Trees species diversity and above ground biomass in three tropical forest types in Azaguié area, Côte d'Ivoire. *Global Advanced Research Journal of Plant Science*, Vol. 1, (2) (2015) 030 - 038
- [28] - D. OUATTARA, D. KOUAME, M. S. TIEBRE, A. CISSE, K. E. N'GUESSAN, Diversité floristique et usages des plantes dans la zone soudanienne du Nord-ouest de la Côte d'Ivoire. *Journal of Animal & Plant Sciences*, Vol. 31, (1) (2016) 4815 - 4830
- [29] - C. Y. ADOU YAO, K. T. S. DENGUEADHE, D. KOUAME et K. E. N'GUESSAN, Diversité et distribution des ligneux dans le Sud du Parc National de Taï (PNT) Côte d'Ivoire. *Agron. Afr.*, 19 (2) (2007) 113 - 122
- [30] - J. HUTCHINSON and J. M. DALZIEL, Flora of West Tropical Africa. 2<sup>nd</sup> edition. Revised by *Key R.W.J., Hepper F.N. Crown agents for oversea Governments and Administrations*, London, England. 3 volumes. Vol. 1, Vol. 2 et Vol. 3, (1954 - 1972) 828 p.-544 p.-850 p.
- [31] - J. P. LEBRUN et A. L. STORK, Énumération des plantes à fleurs d'Afrique tropicale. Genève, Suisse, *Conservatoire & Jardin Botanique*, 4 volumes. Vol. 1, Vol. 2, Vol. 3 et Vol. 4, (1991 - 1997) 249 p.-257 p.-341 p.-712 p.

- [32] - L. AKE-ASSI, Flore de la Côte d'Ivoire 1, catalogue, systématique, biogéographie et écologie. Genève, Suisse : Conservatoire et Jardin Botanique de Genève ; *Boisseria*, 57 (2001) 396 p.
- [33] - L. AKE-ASSI, Flore de la Côte d'Ivoire 2, catalogue, systématique, biogéographie et écologie. Genève, Suisse : Conservatoire et Jardin Botanique de Genève ; *Boisseria*, 58 (2002) 441 p.
- [34] - F. WHITE, The vegetation of Africa: a descriptive memoir to accompany the UNESCO/A.E.T.F.A.T./UNSO vegetation map of Africa. *Natural Resources Research* XX. UNESCO, Paris, (1983) 356 p.
- [35] - IUCN Red List of Threatened Species, (2015) <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>
- [36] - G. DE LA MENSBRUGE, La germination et les plantules des essences arborées de la forêt dense humide de la Côte d'Ivoire. *Centre Techn. Forest. Tropic.*, Nogent-sur-Marne-, Publ., 26 (1966) 1 - 112
- [37] - L. AKE-ASSI, Espèces rares et en voie d'extinction de la flore de la Côte d'Ivoire. *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.*, 25 (1988) 461 - 463
- [38] - D. Y. ALEXANDRE, Le rôle disséminateur des Éléphants en forêt de Taï, Côte d'Ivoire. Doc. *ORSTOM*, (1978) 48 - 72
- [39] - S. MWAMBOLA, J. IJUMBA, W. KIBASA, E. MASENGA, E. EBLATE AND C. J. KAYOMBO, Feeding preference of the African elephant (*Loxodonta africana*) on woody plant species in Rubondo Island National Park (RINP), Tanzania. *American Journal of Research Communication*, Vol. 2, (11) (2014) 102 - 113
- [40] - K. K. MOHAPATRA, A. K. PATRA and D. S. PARAMANIK, Food and feeding behaviour of Asiatic elephant (*Elephas maximus* Linn.) in Kuldih Wild Life Sanctuary, Odisha, India. *Journal of Environmental Biology*, Vol. 34, (2013) 87 - 92
- [41] - L. VAN DER PIJL, Principles of dispersal in Higher Plants, 2<sup>nd</sup> Ed. *Springer Verlag*, Berlin, (1972) 161 p.
- [42] - Y. BIRU and A. BEKELE, Food habits of African elephant (*Loxodonta africana*) in Babile Elephant Sanctuary, Ethiopia. *Tropical Ecology*, 53 (1) (2012) 43 - 52
- [43] - V. G. NDIBALEMA, S. N. QOLLI, and S. L. S. MAGANGA, Effect of Elephant Browsing on Selected Species of Acacia along The Great Ruaha River in Ruaha National Park, Tanzania. *Ethiopian Journal of Environmental Studies & Management*, 7 (2) (2014) 124 - 133
- [44] - P. A. OMEJA, A. L. JACOB, M. J. LAWES, J. S. LWANGA, J. M. ROTHMAN, C. TUMWESIGYE and C. A. CHAPMAN, Changes in Elephant Abundance Affect Forest Composition or Regeneration. *Biotropica*, 46 (6) (2014) 704 - 711
- [45] - C. A. AHIMSA and B. STEVE, Megagardeners of the forest e the role of elephants in seed dispersal *Acta Oecologica*, 37 (2011) 542 - 553
- [46] - M. HIEN, I. BOUSSIM et S. GUINKO, Éléphants et dissémination des graines de quelques espèces végétales dans le Ranch de Gibier de Nazinga (Sud du Burkina Faso). *Pachyderm*, 29 (2000) 29 - 38
- [47] - J. THEUERKAUF, H. ELLENBERG and Y. GUIRO, Group structure of forest elephant in the Bossématié Forest Reserve, Ivory Coast. *Afr. J. of Ecol.*, 38 (2000) 262 - 264
- [48] - W. F. DE BOER, J. W. A. VAN OORT, M. GROVER, and M. J. S. PEEL, Elephant-mediated habitat modifications and changes in herbivore species assemblages in Sabi Sand, South Africa. *European Journal of Wildlife Research*, 61 (4) (2015) 491 - 503
- [49] - S. KOIKE, T. MASAKI, Y. NEMOTO, C. KOZAKAI, K. YAMAZAKI, S. KASAI, A. NAKAJIMA and K. KAJI, Estimate of the seed shadow created by the Asiatic black bear *Ursus thibetanus* and its characteristics as a seed disperser in Japanese cooltemperate forest. *Oikos*, 120 (2011) 280 - 290
- [50] - W. D. HAWTHORNE and M. P. E. PARREN, How important are forest elephants to the survival of woody plant species in Upper Guinean Forests? *J. Trop. Ecol.*, 16 (2000) 133 - 150
- [51] - M. MÜHLENBERG, J. SLOWIK und W. E. WAITKUWAIT, Waldrehabilitierung in der Ostregion der Côte d'Ivoire. Bericht über die ökologischen Begleitmaßnahmen in der projekt-phase 1991-1993. *Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit*, (1993) 123 p.

- [52] - M. I. K. E., Monitoring Illegal Killing of Elephant. In : *Roth H.H. & Douglas-Hamilton J. (1991). Distribution and status of elephants in West Africa. Mammalia, 55 (2004) 489 - 527*
- [53] - J. DE KONIG, La forêt du Banco, Tome II, la flore. *Section de taxinomie et de géographie botanique, Université Agronomique de Wageningen, Pays-Bas, (1983) 921 p.*
- [54] - A. AUBREVILLE, Flore forestière de la Côte d'Ivoire. Nogent-Sur-Marne, France : 2è éd. rev. *C.T.F.T., tome I, tome II et tome III, (1959) 372 p.-343 p.-335 p.*
- [55] - R. W. J. KEAY, Trees of Nigeria. A revised version of Nigeria trees. *Clarendon Press, Oxford, (1989) 114 p.*
- [56] - C. J. Taylor, Synecology and silviculture in Ghana. *Thomas Nelson and Co., London, (1960) 56 p.*
- [57] - A. G. VOORHOEVE, Liberian high forest trees. *PUDOC, Wageningen, (1965) 416 p.*
- [58] - N. BASKARAN, M. BALASUBRAMANIAN, S. SWAMINATHAN and A. DESAI, Feeding ecology of the asian elephant (*Elephas maximus* Linnaeus) in the nilgiri biosphere reserve, southern India *Journal of the Bombay Natural History Society, 107 (1) (2010) 3 - 13*
- [59] - I. J. CHAPMAN, C. A. CHAPMAN and R. W. WRANGHAM, *Balanites wilsoniana* : elephant dependent dispersal. *Journal of Tropical Ecology, 8 (1992) 275 - 283*
- [60] - E. P. COCHRANE, The need to be eaten : *Balanites wilsoniana* with and without elephant seed-dispersal. *Journal of Tropical Ecology, 19 (2003) 579 - 589*