



## Caractérisation de *Carapa Procera* DC et ses services économiques en milieu diola (Basse Casamance – Sénégal)

Edmée Mbaye\*, Claudette Soumbane Diatta\*\*,  
Mamadou Abdoul Ader Diédhiou\*\*\* &  
Barnabé Ephrem A. Diémé\*\*\*\*

### Résumé

La crise environnementale des années 1970 a frappé de plein fouet la Casamance. Face à la paupérisation en zone rurale, la biodiversité végétale a permis aux populations de survivre. Certaines espèces ont alors pris une importance particulière dans la vie des populations. *Carapa procera* est l'une de ces espèces d'où l'importance de disposer d'informations fiables sur le peuplement et les services qu'il offre aux communautés. Cette étude se propose de contribuer à l'évaluation des peuplements de *Carapa procera* en Basse Casamance. Pour ce faire, une caractérisation biophysique et socio-économique a été faite dans la zone d'étude par le biais d'un inventaire exhaustif des pieds de *Carapa procera* et d'enquêtes socio-économiques. Les résultats ont montré que dans les différentes localités étudiées, les caractéristiques dendrométriques étudiées révèlent une faible régénération et un vieillissement des peuplements. Cependant, l'arbre et sa graine sont des sources de revenus essentielles pour les femmes et les ménages de ces localités d'où l'intérêt de protéger et de reconstituer ce peuplement à travers le reboisement.

**Mots-clés :** Caractérisation, biophysique, services écosystémiques, *Carapa procera*, Basse Casamance.

---

\* Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal. Email: edmeediouf1@gmail.com

\*\* Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal. Email : claudettediatta@gmail.com

\*\*\* Université Assane Seck, Ziguinchor, Senegal. Email : abdoulader28@gmail.com ; m.diedhiou3372@zig.univ.sn

\*\*\*\* Université Assane Seck, Ziguinchor, Senegal. Email : ephremedieme@yahoo.fr

## Abstract

The environmental crisis of the 1970s hit Casamance hard. Faced with pauperization in rural areas, plant biodiversity has enabled populations to survive. Certain species then took on special importance in the life of populations. *Carapa procera* is one of these species, hence the importance of having reliable information on the population and the services it offers to communities. This study intends to contribute to the evaluation of the populations of *Carapa procera* in Lower Casamance. To do this, a biophysical and socio-economic characterization was carried out in the study area through an exhaustive inventory of *Carapa procera* plants and socio-economic surveys. The results showed that in the different localities studied, the dendrometric characteristics studied reveal poor regeneration and aging of the stands. However, the tree and its seed are essential sources of income for women and households in these localities, hence the importance of protecting and restoring this stand through reforestation.

**Keywords:** Characterization, biophysical socio-economic, *Carapa procera*, Lower Casamance.

## Introduction

### Contexte

En Basse Casamance, *Carapa procera* DC a une grande importance de par la diversité des bienfaits matériels et immatériels qu'elle procure aux communautés locales. Elle revêt une importance socioculturelle majeure pour les communautés locales. Plusieurs usages sont faits avec ses différentes parties. L'huile, faisant l'objet de transformation par certaines femmes, est connue pour ses vertus multidimensionnelles (médicinales, médicomagiques, insecticides, insectifuges, etc.) et est très prisée par les populations. Elle est commercialisée au niveau des différents marchés locaux et son prix ne cesse de grimper face à une demande croissante qui se heurte à ses difficultés d'accès. En outre, l'huile de *Carapa procera* connaît un regain d'intérêt dans la pharmacognosie notamment, en raison du développement des produits naturels dits « bio » et équitables. Outre son huile, il y a également les feuilles, les écorces et les racines, qui sont également utilisées dans la pharmacopée traditionnelle. L'espèce est présente principalement au Sénégal dans les régions sud-ouest et sud-est. La région de Ziguinchor, bénéficiant d'une pluviométrie supérieure à 1000 mm/an, présente des conditions écologiques favorables au développement de cet oléagineux. Les différentes parties de l'arbre, des racines aux écorces, servent à la préparation de divers produits (médicaux, cosmétiques...). De nombreuses propriétés

médico-magiques de l'arbre et des savoirs locaux sont à l'origine de modes de gestion traditionnels des peuplements, souvent relictuels, de *Carapa procera*.

À cela s'ajoute le fait que son exploitation, qui du reste est très discrète, implique essentiellement des vieilles femmes à cause de considérations d'ordres mystiques.

## Problématique

Les pertes de la biodiversité à cause des changements climatiques de nos jours sont une préoccupation mondiale. Il est noté un peu partout au Sénégal, une déperdition des ressources forestières qui n'a pas épargné *Carapa procera*. En outre, la Casamance, région où l'espèce est le plus rencontrée, a été le théâtre d'un conflit armé de plus de 30 ans causant d'énormes dégâts aussi bien sur la population que sur les ressources de la zone. En effet, entre 1995 et 1998, l'armée sénégalaise a lancé des ratissages des bastions rebelles, occasionnant un abandon massif de près de 12 pour cent des villages dans la région de Ziguinchor (Robin 2006:7). Ces populations séparées de leurs terres, leurs principales sources de revenus, sont privées de leurs moyens d'existence, dont l'essentiel provient de la pêche, de l'arboriculture, du tourisme et de l'exploitation des produits forestiers (ANSD 2017, République du Sénégal 2013:71-72).

Ces dernières années, avec l'accalmie observée et dans le contexte du développement territorial, il importe de s'intéresser à la façon dont les populations peuvent davantage tirer profit des écosystèmes naturels pour s'épanouir socialement, spirituellement et économiquement.

À ce jour, le potentiel de production d'huile de *Carapa procera* reste inconnu. Malgré un intérêt multidimensionnel, peu de recherches semblent néanmoins avoir été faites sur les potentialités, les modes d'organisation et d'accès, les savoirs locaux véhiculés par *Carapa procera* ainsi que les perspectives de valorisation. Au-delà des services d'approvisionnement, de régulation, socioculturels... l'état actuel de *Carapa procera* et l'identification des formes de contraintes et/ou d'intensification en cours pourraient contribuer à une valorisation plus efficace, pour soutenir un développement durable des terroirs.

Pour y parvenir, il est nécessaire d'avoir une connaissance plus poussée du potentiel et de la capacité de production des produits forestiers non ligneux. Cette étude, ciblant particulièrement *Carapa procera*, soulève des questionnements dont les réponses devraient donner une opinion plus avancée sur la contribution de cette espèce dans la zone, particulièrement sur les femmes.

L'atteinte de cet objectif passe nécessairement par de nouvelles options de valorisation de l'activité, qui ne saurait se faire, entre autres, sans une

bonne connaissance du potentiel de production, gage d'une bonne gestion des ressources et partant de là, d'un développement durable.

Dans quel état se trouvent les peuplements de *Carapa procera* en Basse Casamance? La régénération est-elle assurée? Les populations arrivent-elles à en tirer des profits?

## Objectif général

Cette étude se veut une contribution à une meilleure connaissance de l'état des peuplements de *Carapa procera* et des services écosystémiques que les populations de la Basse Casamance en tirent.

## Objectifs spécifiques

Il s'agit concrètement de :

- Connaître les distributions structurelle et spatiale ;
- Connaître l'état de la régénération
- Évaluer les services écosystémiques de *Carapa procera*.

Cet article s'articule autour des trois parties essentielles que sont le matériel et les méthodes utilisées dans cette étude, les résultats obtenus et leur discussion en plus d'une présentation de la zone d'étude, de l'espèce et de la sociodémographie.

## Présentation de la zone d'étude

L'étude a été conduite au niveau de 4 communes rurales de la région de Ziguinchor (figure 1) à savoir les communes de Mlomp (Blouf) et Thionck-Essyl dans le département de Bignona et celles de Mlomp (Kassa) et de Djembering dans le département d'Oussouye.

La commune de Thionck-Essyl est entourée par la commune de Mlomp (Blouf) qui est limitée à l'est par la commune de Mangagoulack, à l'ouest par la commune de Kafountine, au nord par la commune de Diégoune et au sud par la commune de Mlomp (Kassa). Quant à cette dernière, elle est limitée par les communes d'Enampore et d'Oukout à l'est, les communes de Kafountine et de Djembering à l'ouest, les communes de Mangagoulack et de Mlomp (Blouf) au nord et les communes d'Oukout et de Djembering au sud. Enfin, la commune de Djembering est limitée à l'est par les communes de Mlomp (Kassa) et d'Oukout, à l'ouest par l'océan Atlantique, au nord par la commune de Kafountine et au sud par la République de la Guinée-Bissau.

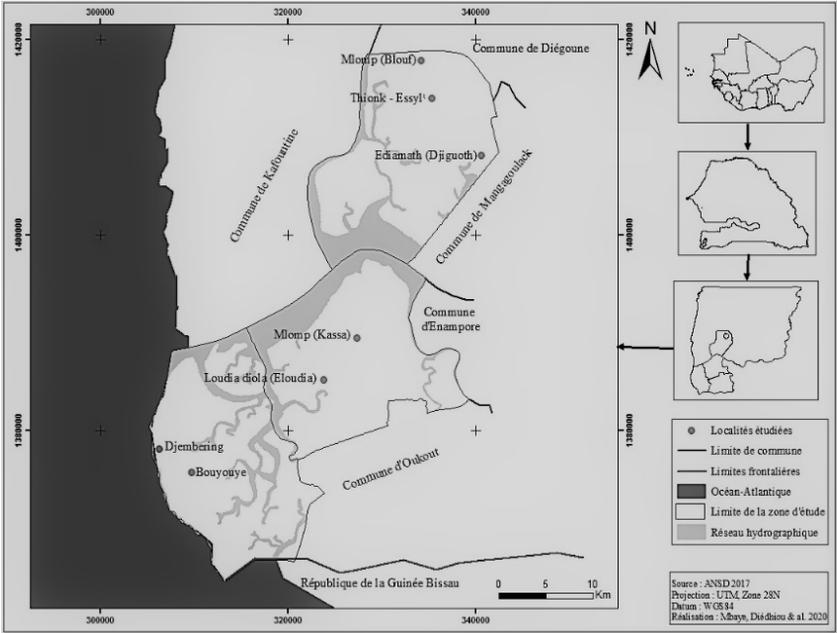


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude

Dans chacune de ces communes, 2 villages ont été choisis, sauf pour Thionck-Essyl, dont le village constitue à lui seul la commune du même nom. Il s'agit des villages de Mlomp (Blouf) et d'Ediamath pour la commune de Mlomp (Blouf), de Mlomp (Kassa) et Loudia Diola pour la commune de Mlomp (Kassa) et enfin de Djembering et Bouyouye pour la commune de Djembering. Le choix de ces villages est basé sur la présence de peuplements de *Carapa procera* et la pratique effective de son exploitation pour ses valeurs d'usage culturelles et économiques.

**Présentation de *Carapa procera* DC**

[décrite en 1824 : Prodr. (A. P. de Candolle) 1:626]

*Taxonomie et nomenclature de l'espèce*

*Carapa procera* est un arbre de la famille des *Meliaceae*. On peut trouver les synonymes suivants : *C. guineensis* Sweet ex A. Juss. ; *C. touloucouna* Guill. et Perr. ; *C. gummiflua* C. DC ; *Granatum surinamensis* (Miq.) Kuntze.

Ses autres appellations sont : *Carapa procera* (français) ; *Andiroba* (portugais) ; *Crabwood* (anglais) ; *Bou Kounoung* (Diola).

### *Distribution géographique et habitat de Carapa procera*

*Carapa procera* se rencontre dans les galeries forestières de la zone soudano-guinéenne d'Afrique de l'Ouest (Berhaut 1979; Kenfack 2011 cité par Sanogo 2015:48). L'espèce est présente de la Guinée à l'Ouganda en passant par la forêt congolaise (Figure 5.A). Au Sénégal, *Carapa procera* est présente au sud (en Casamance et dans les galeries forestières du Sénégal oriental). C'est une plante qui a besoin de peu de lumière au jeune âge pour son développement (Guillemot 2004:4). *Carapa procera* se développe sur des sols à drainage superficiel; sa densité est faible dans son habitat naturel avec moins de dix arbres par hectare (Fisch *et al.* 1995:195). Sur la base de son aire de répartition, *Carapa procera* a été classée espèce de préoccupation mineure [LC : Least Concern en rapport avec les critères de classification de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN)] par Sacandé *et al.* 2012 cités par Sanogo (2015:48).

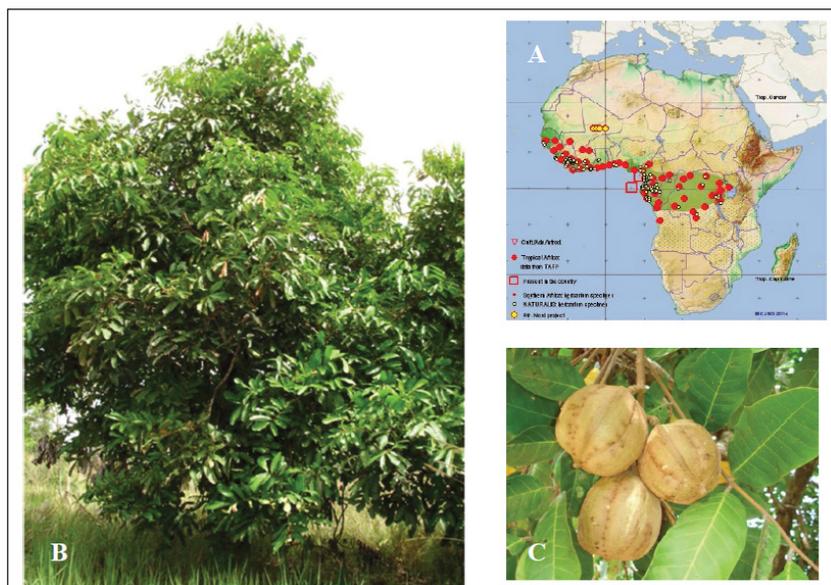
### *Présentation botanique de Carapa procera*

*Carapa procera* est un arbre de taille moyenne dépassant rarement 15 m de hauteur (Figure 2.B). Ses feuilles disposent d'un rachis long de 30 à 60 cm et portant 5 à 6 paires de folioles opposées ou subopposées (Berhaut 1979; Eyog-Matig *et al.* 2006; Wolf *et al.* 2010 cités par Sanogo 2015:48). C'est un arbre avec une frondaison serrée et épaisse donnant beaucoup d'ombre. Les feuilles sont composées, paripennées, de couleur vert foncé et grasses au toucher. Les inflorescences sont de longues panicules, glabres ou pubescentes, composées de petites fleurs unisexuelles blanches rosées et odorantes. Les fleurs sont en racème paniculé axillaire long de 25 à 40 cm. Les fruits sont de grosses capsules anguleuses larges de 6 à 10 cm et contenant 12 à 15 grosses graines trigones (Figure 2.C). La graine renferme une amande oléagineuse. Dans la région de Sikasso au Mali, la floraison de *Carapa procera* se déroule de janvier à mars et les fruits sont à maturité d'avril à mai (Sanogo *et al.* 2015:49). L'arbre adulte produit environ 200 kg de graines d'après Beguin et Guillemot (2005) cité par Sanogo (2015:49).

### *La forêt, une source de revenus pour parer à la pauvreté*

La forêt est indispensable, comme l'eau, à la vie sur terre et au développement des activités humaines. Elle participe entre autres à la régulation et fournit des bénéfices capables d'amortir la pauvreté des communautés. Et Bauer (2010:1), se basant sur McConnell (2010), montre que 1,2 milliard de personnes vivant dans des pays en développement dépendent des forêts

pour survivre. Cette idée a été reprise de façon plus globale par la FAO qui estime qu'en 2015, 25 pour cent de l'humanité tire ses ressources de l'exploitation des forêts. Ces dernières constituent  $\frac{1}{4}$  des revenus des ruraux.



**Figure 2** : Distribution géographique, arbre et fruits de *Carapa procera*

(A) carte de distribution de *Carapa procera* en Afrique ;

(B) arbre en pleine feuillaison ;

(C) fruits en cours de maturation.

Source : CJB African Plant Database, 2012

En Afrique subsaharienne, où la pauvreté est profonde, les populations locales ont le plus souvent recours aux bénéfices que leur offrent les forêts pour satisfaire les besoins fondamentaux (éducation, santé, nourriture). Déjà en 2017, la directrice de la division de la FAO chargée des politiques et des ressources forestières, Eva Müller, citée par Bertrand (2017:4) notait que « Les populations autochtones et les communautés locales [...] ne peuvent imaginer leur vie sans la nature. »

Ce constat constitue une réalité pour le Sénégal où, à côté du travail de la terre, l'exploitation des produits forestiers constitue le véritable moyen de subsistance des habitants du monde rural. À Ziguinchor dans les départements d'Oussouye et de Bignona, la forêt constitue une source sûre pour l'économie des ménages à travers l'exploitation de *Carapa procera*.

### *Conservation et menaces sur Carapa procera*

Selon Beguin & Guillemot (2005) cité par (Sanogo 2015:49), *Carapa procera* est en danger d'extinction en Afrique de l'Ouest. Les principales menaces qui pèsent sur cette espèce sont la faiblesse de la régénération naturelle, le défrichement des galeries forestières, l'assèchement précoce des cours d'eau, le vieillissement des peuplements, les ravages des rongeurs et le ramassage des graines. (Jansen *et al.* 2004:571 ; Weber *et al.* 2010:344)

Les espèces du genre *Carapa procera* sont d'une importance socioculturelle et médicinale reconnue sur l'ensemble de leurs aires de distribution (Guèye *et al.* 2010:357). En effet, toutes les parties de la plante sont utilisées en médecine traditionnelle (Malgras 1992, cité par Guèye *et al.* 2010:359; Weber *et al.* 2010:344; Dembélé *et al.* 2015:11). L'huile est la plus utilisée, devant les extraits de feuilles et d'écorces. Ces dernières années, on assiste à une demande croissante de l'huile de *Carapa procera* comme insecticide naturel dans la culture du coton biologique au Burkina Faso et au Mali (Dembélé *et al.* 2015:2). Pour une gestion durable de la filière huile de *Carapa procera*, il est impératif d'envisager des mesures de protection des peuplements naturels de l'espèce et de développer sa culture dans les terroirs villageois.

### **Données sociodémographiques**

À l'échelle départementale, Bignona est plus peuplé en valeur absolue avec 252 554 habitants contre 48 332 habitants pour le département d'Oussouye. Par contre, en raison de l'étroitesse de sa superficie, la densité est plus forte à Oussouye (54 habitants/km<sup>2</sup>) qu'à Bignona (48 habitants/km<sup>2</sup>) (Figure 3).

Du point de vue de la composition ethnique, les Diolas constituent le groupe majoritaire avec 57,8 pour cent de la population. Ils cohabitent avec d'autres groupes ethniques, dont les Mandingues (11,1 %), les Pulaars (10,5 %), les Ouolofs (3,9 %), les Manjacques (3,5 %), les Balantes (2,9 %), les Mancagnes (2,4 %), les Sérères (2,7 %), etc. (ANSD, 2015:12) La population est majoritairement jeune, car les moins de 30 ans en constituent 70 pour cent. Le sex-ratio est en faveur des hommes soit 105 hommes pour 100 femmes (ANSD, 2015:21). Dans les localités étudiées et selon l'échantillon, les données d'enquête donnent un pourcentage de 54 pour cent de femmes et 46 pour cent d'hommes dans le département de Bignona, contre 42,9 pour cent de femmes et 57,1 pour cent d'hommes à Oussouye. L'âge des chefs de ménage enquêtés varie entre 25 et 95 ans. La tranche d'âge 55-65 est majoritaire (29,4 %) dans l'échantillon enquêté à Bignona. À Oussouye, les chefs de ménage sont plus jeunes avec une domination de

25-35 ans (30,3 %). L'âge moyen des personnes enquêtées dans les ménages de Bignona est de 57 ans. Le constat est fait à Oussouye où les personnes âgées de 45 à 95 ans représentent 51 pour cent de l'échantillon.

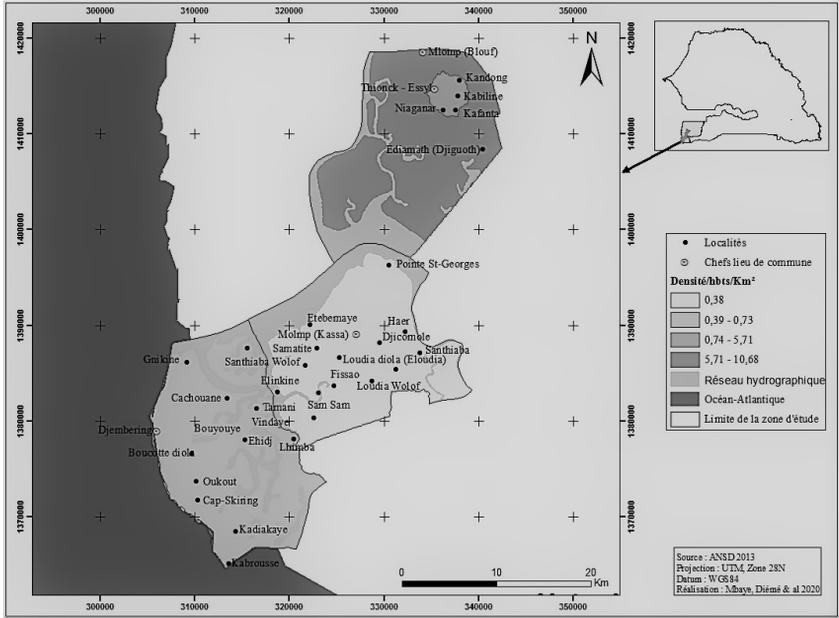


Figure 3 : Densité des habitants par km<sup>2</sup>

## Matériel et méthodes

### *Technique d'inventaire*

Les pieds de *Carapa procera* sont domestiqués et se retrouvent essentiellement dans la plupart des villages étudiés autour des habitations à l'exception de Bouyouye. En conséquence, il était quasiment impossible d'installer des placettes pour les relevés de végétation. Dès lors, l'option de faire un inventaire exhaustif des pieds de *Carapa procera* par le biais d'un recensement pour chaque village a été choisie. Cette méthode a consisté à sillonner toutes les terres de la zone d'étude afin de répertorier tous les pieds de *Carapa procera* et de prendre un certain nombre de leurs paramètres dendrométriques. Elle a permis en plus de prendre les points GPS de pieds de *Carapa procera* par localité, hormis ceux se trouvant dans les lieux sacrés où l'accès est exclusivement réservé aux populations initiées.

### *Mesures dendrométriques effectuées*

Elles ont essentiellement porté sur les paramètres dimensionnels suivants :

- Le diamètre à hauteur de poitrine (1,30 m) mesuré à l'aide d'un compas forestier a permis d'estimer la surface terrière et la structure horizontale des peuplements de *Carapa procera* selon la répartition des arbres suivant les classes de diamètre;
- Le diamètre croisé du houppier, qui est la projection du houppier au sol, a été évalué à l'aide d'un ruban mètre dans deux directions (longueur et largeur du houppier). Il a permis de calculer le recouvrement ou le couvert ligneux ;
- La hauteur des arbres estimée à l'aide du clisimètre (dendromètre sunto) pour établir la structure verticale des peuplements;
- La hauteur de la première branche a été mesurée à l'aide d'un ruban mètre pour déterminer le niveau de ramification ;
- La régénération du peuplement des *Carapa* a été estimée par un comptage des individus de diamètre tronc à 1,30 m inférieur à 5 cm.

### *Méthode d'enquête socio-économique*

L'exploitation de *Carapa procera* a fait appel à plusieurs intervenants dans le cadre de cette étude. Trois groupes cibles ont été identifiés, c'est-à-dire les ménages interrogés à travers des questionnaires individuels, les acteurs directs concernés par l'exploitation et les personnes-ressources.

La taille de l'échantillon des ménages à enquêter a été faite à partir d'une enquête préliminaire appliquée de façon aléatoire sur 30 personnes dans une des communes de l'étude, à savoir Thionck-Essyl. Ce travail préalable a permis de déterminer la proportion  $p$  de répondants qui connaissent et utilisent *Carapa procera*, mais aussi d'identifier les localités et les groupes-cibles associés à l'exploitation de cette espèce.

À partir de ces résultats, la taille de l'échantillon (voir tableau 1) a été déterminée en appliquant la formule de Dagnelie reprise par Gbemavo *et al.* (2014:71) et Assogba *et al.* (2017:20) :

$$n = \frac{U_{1-\alpha/2}^2 * p(1 - p)}{d^2}$$

$n$  la taille de l'échantillon à considérer dans l'ensemble de la zone d'étude.

$U_{1-\alpha/2}$  est la valeur de la variable aléatoire normale aléatoire pour une valeur de probabilité de  $\alpha$  ( $\alpha = 0,05$ ;  $U_{1-\alpha/2} = 1,96$ ) et  $d$  la marge d'erreur fixée à 5 %.

$p$  est la proportion d'individus connaissant et ayant fait usage de l'espèce *Carapa procera*.

Ainsi, l'utilisation de cette méthode a permis d'obtenir une proportion de  $p$  (83 %) d'individus ayant un rapport quelconque avec *Carapa procera*. De ce fait, la taille de l'échantillon est déterminée avec une marge d'erreur de 5 pour cent (tableau 1) et répartie en fonction du poids démographique de chaque village de l'étude.

En ce qui concerne les usages liés aux produits de *Carapa procera*, des questionnaires ménages adressés aux chefs de ménage dans chaque localité ont été appliqués.

$$\text{Taille échantillon} = \frac{\text{Poids ou pourcentage par village}}{\text{Population totale interrogée par village}} \times 100$$

Tableau 1 : Échantillonnage des villages de l'étude

Villages	Populations par village (n)	Effectif interrogé par village (% par village X nombre de personnes interrogées : 100)
Thionck-Essyl	8 388	41
Mlomp Blouf	2 659	13
Ediamath (Djiguoth)	406	2
Mlomp Kassa	5 531	52
Loudia Diola	317	3
Djembering	2 619	94
Bouyouye	229	8
<b>Total</b>	<b>20 149</b>	<b>213</b>

Source : données ANSD 2013; calcul : Mbaye *et al.* 2019

Des entretiens sous forme de *focus groups* ont été réalisés auprès des personnes-ressources pour compléter ou confirmer l'information reçue dans les ménages. Ils ont concerné les chefs de village, délégués de quartier et des notables de chaque localité.

L'évaluation a intéressé les services écosystémiques de *Carapa procera* et elle prend en compte les critères qualitatifs et fonctionnels. Il s'agit d'établir la valeur potentielle de *Carapa procera* sur les services qu'il rend aux populations. Nos données d'enquête ont permis d'identifier les quatre catégories de services regroupés selon le classement du Millennium Ecosystem Assessment (2005, cité par Ngom *et al.* 2014:2; Mbaye *et al.* 2018:10), mais notre évaluation porte uniquement sur les services d'approvisionnement. Le choix porté sur ces derniers se justifie par la diversité (âge, sexe, catégorie socioprofessionnelle) des agents qui en bénéficient, ainsi que par la variété notée au sein de cette catégorie de services. Cette évaluation est basée sur les études antérieures menées sur les services écosystémiques en général et ceux de la Basse Casamance en particulier.

### *Traitement de données*

Les données collectées lors de l'inventaire forestier ont été saisies et traitées sur un tableur Excel et ont servi à l'élaboration des graphiques. Il est aussi utilisé pour calculer les paramètres dendrométriques des peuplements de *Carapa procera*. Les formules ci-après sont utilisées pour procéder au calcul de ces paramètres. Les analyses factorielles de correspondances ont été réalisées avec le logiciel XLSTAT.

### *L'analyse fréquentielle*

L'analyse fréquentielle est une méthode qui consiste à apprécier la distribution des espèces à travers les relevés. La fréquence de présence renseigne sur la distribution d'une espèce dans un peuplement. Elle s'exprime en % et est estimée par la formule suivante de Roberts-Pichette et Gillespie (2002), cités par Ngom (2013:61) :

$$F = \frac{N_{ri}}{N_r} \times 100$$

F = fréquence de présence exprimée en pourcentage (%);

$N_{ri}$  = nombre de relevés où l'on retrouve l'espèce i et

$N_r$  = nombre total de relevés.

Dans cette étude, elle a servi à apprécier la distribution des individus dans les classes de diamètre ou de hauteur.

Les classes ont été déterminées à l'aide de la règle de STURGE. Elle permet d'établir le nombre de classes pour un échantillon de taille n selon la formule ci-après :

- règle de STURGE : Nombre de classes =  $1 + (3,3 \log n)$ .

L'intervalle entre chaque classe est obtenu ensuite de la manière suivante :

- Intervalle de classe =  $(X_{\max} - X_{\min}) / \text{Nombre de classes}$  avec  $X_{\max}$  et  $X_{\min}$ , respectivement la plus grande et la plus petite valeur de X dans la série statistique.

### *La densité*

La densité est le nombre d'individus par unité de surface. Elle s'exprime en nombre d'individus par hectare (ind./ha). Elle est obtenue par le rapport de l'effectif total des individus dans l'échantillon par la surface échantillonnée.

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

avec *Dob* = Densité observée, *N* = effectif total d'individus dans l'échantillon considéré et *S* = surface de l'échantillon en hectare (ha).

*Le recouvrement ou couvert ligneux*

Le couvert ligneux est la surface de la couronne de l'arbre projetée verticalement au sol. Il est exprimé en mètre carré par hectare ( $\text{m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ ). Le couvert ligneux est calculé avec la formule ci-dessous :

$$C = \frac{\sum \pi \left( \frac{d_{mh}}{2} \right)^2}{S_E} \quad \text{avec } C = \text{couvert ligneux}; d_{mh} = \text{diamètre moyen du houppier en mètre (m)}; S = \text{surface de l'échantillon considéré en hectare (ha)}.$$

*La surface terrière*

La surface terrière ou recouvrement basal désigne la surface de l'arbre évaluée à la base du tronc de l'arbre. Elle est exprimée en mètre carré par hectare ( $\text{m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ ). Elle est donc obtenue à partir de la formule suivante :

$$S_t = \frac{\sum \pi \left( \frac{d_{0,3}}{2} \right)^2}{S_E}$$

*Le taux de régénération du peuplement*

Il est donné par le rapport en pourcentage entre l'effectif total des jeunes plants et l'effectif total du peuplement (Poupon 1980, cité par Ngom 2013:63) :

$$\text{TRP} = \frac{\text{Effectif total des jeunes plants}}{\text{Effectif total du peuplement}} \times 100$$

Dans ce cas précis, est considéré comme régénération tout individu ayant un diamètre à 1,30 m compris entre 0 et 5 cm. C'est-à-dire les individus qui ont un diamètre à hauteur de poitrine inférieur à 5 cm.

L'effectif total du peuplement regroupe aussi bien les jeunes plants de la régénération que les plantes adultes de *Carapa procera* ou les individus de diamètre à 1,30 m supérieur ou égal à 5 cm.

*L'analyse factorielle des correspondances (AFC)*

L'analyse factorielle des correspondances est une méthode d'ordination non contrainte (unimodale) qui permet dans notre cas d'évaluer les similitudes entre les localités sur la base de leurs paramètres dendrométriques mesurés. C'est une méthode descriptive (Lebart & Fénélon 1971 ; Mercier *et al.* 1992 ; Legendre & Legendre 1998, cités par Diédhiou 2013:21), qui a pour objet

de résumer l'information contenue dans un tableau de données en écriture simplifiée sous forme de graphique ou plan factoriel. L'AFC s'applique au traitement des tableaux de contingence, qui croise deux caractères qualitatifs en donnant pour chaque combinaison l'effectif concerné (Ngom 2013:61).

### *La fréquence de citation (FC)*

Pour chaque catégorie d'usage, est calculée la fréquence des citations, qui indique les différentes utilisations de chaque service dans la zone. Une valeur proche de 0 indique que le service est peu utilisé, et plus la valeur est proche de 100, plus le service est utilisé par les populations. Elle se calcule par la formule suivante :

$$FC = \frac{\text{Nombre de citations d'un service}}{\text{Nombre de répondants}} \times 100$$

### *Niveau de fidélité (NF)*

En s'inspirant de l'utilisation du niveau de fidélité en ethnomédecine (Alexiades & Sheldon 1996; Cheikhoussef *et al.* 2011 et Ugulu 2013, cité par Camara 2018:107), le niveau de fidélité sera défini (NF) pour une espèce par rapport à différentes catégories d'usages.

$$NF = \frac{\text{Nombre de citations de l'espèce pour une catégorie}}{\text{Nombre de citations de l'espèce pour toutes les catégories}} \times 100$$

### *Valeur d'usage (VU)*

Pour chaque espèce citée, une valeur d'usage (*Use Value* ou UV), définie par Phillips *et al.* (1994), cités par Ngom *et al.* (2014:5), a été déterminée. La valeur d'usage est une manière d'exprimer l'importance relative de chaque espèce pour la population dans les usages des parcs agroforestiers. C'est l'indice le plus approprié pour estimer l'importance des espèces pour les populations. Elle permet de déterminer de façon significative les espèces ayant une grande valeur d'utilisation dans un milieu donné (Dossou *et al.* 2012:4).

$$UV = \frac{\sum u}{n} \rightarrow \quad U = \text{nombre de citations par espèce ; } n = \text{nombre d'informateurs}$$

## Résultats

### *Distribution spatiale des *Carapa procera**

La figure 4 ci-dessous montre la répartition spatiale des pieds de *Carapa procera* dans les quatre (4) communes étudiées selon leurs effectifs.

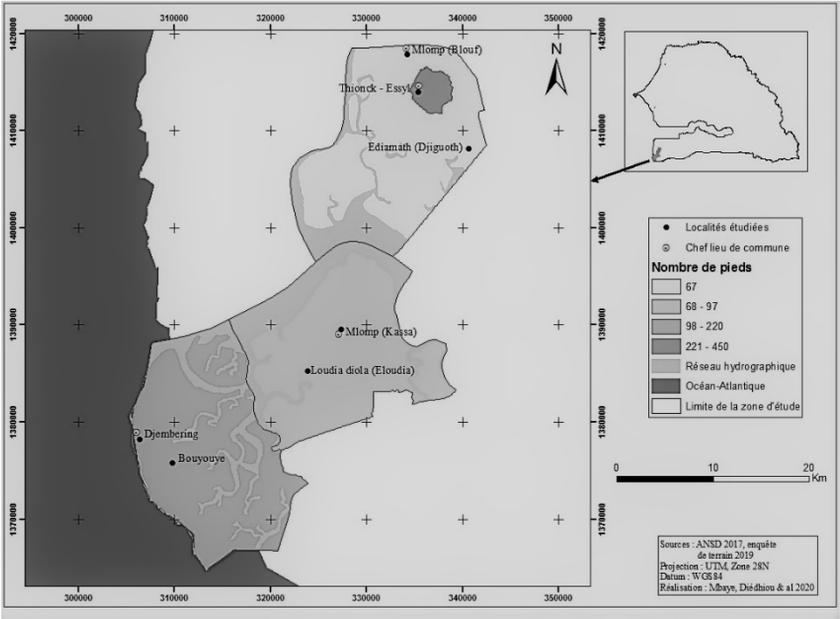


Figure 4 : Répartition spatiale des pieds de *Carapa procera* dans les communes étudiées en fonction des effectifs.

L'analyse de cette figure montre que la commune de Thionck-Essyl, avec près de 450 individus, renferme le plus grand nombre de pieds de *Carapa procera*. La commune de Djembering vient ensuite, avec environ 220 pieds de Carapa. Elle est suivie par la commune de Mlomp Kassa, qui elle, compte 97 individus de *Carapa procera*. Par ailleurs, la commune de Mlomp Blouf a le plus petit nombre de pieds de *Carapa procera* avec seulement 67 individus.

*Distribution des Carapa procera selon les paramètres mesurés*

La figure 5 est une analyse à factorielle de correspondances (AFC). Cette AFC donne une inertie totale de 95,78 % (84,77 % pour l'axe F1 et 11,01 pour cent. pour l'axe F2). L'axe F1 porté par le taux de régénération totalisant 62 pour cent. de l'information. Tandis que l'axe F2 est porté par la hauteur moyenne des arbres, qui a un score de 70 pour cent. Le recouvrement ou le taux de couverture participe, à hauteur de 32 pour cent. et 23 pour cent. respectivement, à la formation des axes F1 et F2. Cette inertie (95,78 %) est suffisante pour tirer le maximum d'informations des peuplements de *Carapa procera* dans la zone d'étude.

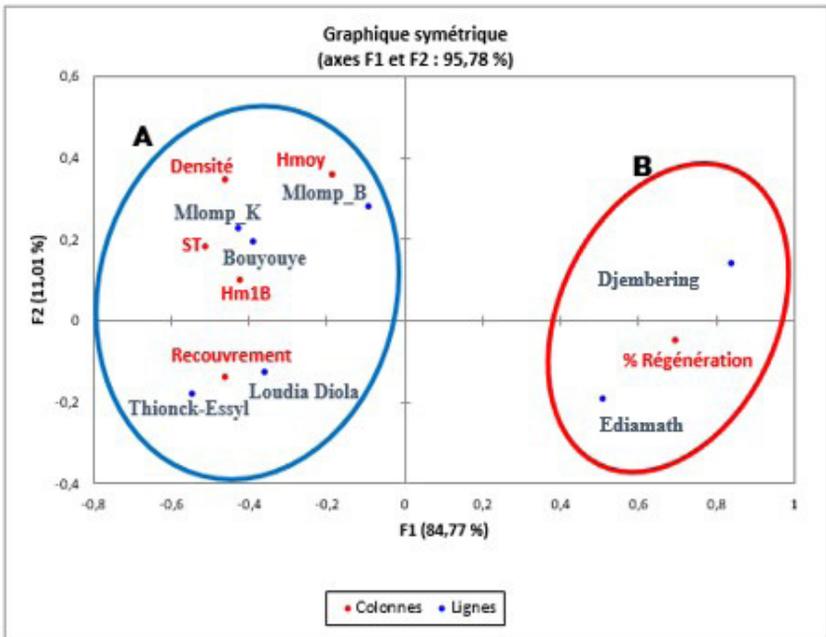


Figure 5 : Analyse factorielle de correspondances sur la matrice 6 paramètres x 7 villages

Il ressort de cette figure 5 que les peuplements de *Carapa procera* sur la base des paramètres dendrométriques mesurés forment deux grands groupes distincts (A et B) selon l'axe F1, qui explique 84,77 pour cent. des informations. Le groupe A est composé d'une part, suivant l'axe F2, des villages de Mlomp Kassa, Mlomp Blouf et Bouyouye, caractérisés par des densités importantes de *Carapa procera* de gros sujets (surface terrière et hauteur moyenne importantes) et une hauteur moyenne de la première branche élevée, et d'autre part, du sous-groupe composé de Loudia diola et Thionck-Essyl, caractérisé par un recouvrement important, c'est-à-dire des individus de *Carapa procera* avec une couronne bien développée. À l'opposé de ce groupe, suivant l'axe F1, se retrouvent les localités de Djembering et Ediamath. Ces sites se caractérisent par un taux de régénération plus élevé. Ce taux de régénération cache des disparités. En effet, ses localités sont caractérisées également par des densités très faibles.

#### *Paramètres structuraux des peuplements de Carapa procera*

Le tableau 2 montre les variations de quelques paramètres structuraux en fonction des villages étudiés. Il en ressort de façon générale que la densité des *Carapa procera* est faible, quelle que soit la localité considérée. En effet, seul le

village de Bouyouye dans le département d'Oussouye a environ deux individus à l'hectare (2 ind./ha). La régénération (individus de DBH inférieur à 5 cm) est également faible, avec moins de 30 jeunes pieds dans chacun des villages. Le taux de régénération est plus élevé à Ediamath (50 %) et Djembering (42,9 %), alors que Mlomp Kassa (5,1 %) et Bouyouye (6,5 %) en ont les plus petits. Ces deux localités, avec les plus forts taux de régénération, sont par ailleurs ceux ayant des petits nombres de pieds de *Carapa procera*.

Pour ce qui est de la surface terrière (ST), qui renseigne sur la grosseur des troncs des arbres à hauteur de poitrine, il ressort que les plus gros arbres sont rencontrés à Thionck-Essyl (0,11 m<sup>2</sup>/ha), Bouyouye (0,11 m<sup>2</sup>/ha) et Mlomp Kassa (0,1 m<sup>2</sup>/ha). Le recouvrement ou surface occupée par les couronnes des *Carapa procera* sur la surface totale du terroir renseigne sur l'envergure des *Carapa procera* dans les villages étudiés. On constate que Thionck-Essyl renferme les pieds de *Carapa procera* les plus majestueux (43,1 m<sup>2</sup>/ha) alors que Djembering en a les plus petits (4,07 m<sup>2</sup>/ha).

En ce qui concerne la hauteur moyenne (Hmoy) et la hauteur de la première branche (Hm1B), le constat est que les villages du département d'Oussouye, comme Mlomp Kassa (11,96 m), Bouyouye (11,45 m) et Djembering (11,36 m), ont les individus de *Carapa procera* les plus hauts, qui sont également plus bas-branchus. En effet, la hauteur moyenne de la première branche y est plus petite sauf pour Djembering (2,07 m).

Tableau 2 : Quelques paramètres structuraux des peuplements de *Carapa procera*

Villages	Densité (ind./ha)	Taux de Régénération (%)	ST (m <sup>2</sup> /h)	Recouvrement (m <sup>2</sup> /ha)	Hmoy (m)	Hm1B(m)
Thionck-Essyl	0,39	7,1	0,11	43,1	10,77	2,06
MlompBlouf	0,1	9,7	0,03	12,44	10,62	1,52
Ediamath	0,29	50	0,05	23,48	6,8	1,58
MlompKassa	0,27	5,1	0,1	19,4	11,96	2,07
LoudiaDiola	0,58	11,3	0,07	34,5	10,1	1,52
Bouyouye	1,58	6,5	0,11	21,06	11,45	0,74
Djembering	0,22	42,9	0,02	4,07	11,36	0,08

Source : Mbaye *et al.* – données d'inventaire 2019

### Structure horizontale

Elle a été appréciée à deux niveaux. D'abord de façon générale, en considérant les départements comme unité spatiale, puis de manière plus restreinte, les villages, suivant les départements.

## À l'échelle du département

La figure 6 ci-après montre la structure horizontale des peuplements de *Carapa procera* ou la distribution des arbres selon leur diamètre à hauteur de poitrine d'homme en classes de diamètre pour les départements de Bignona et d'Oussouye.

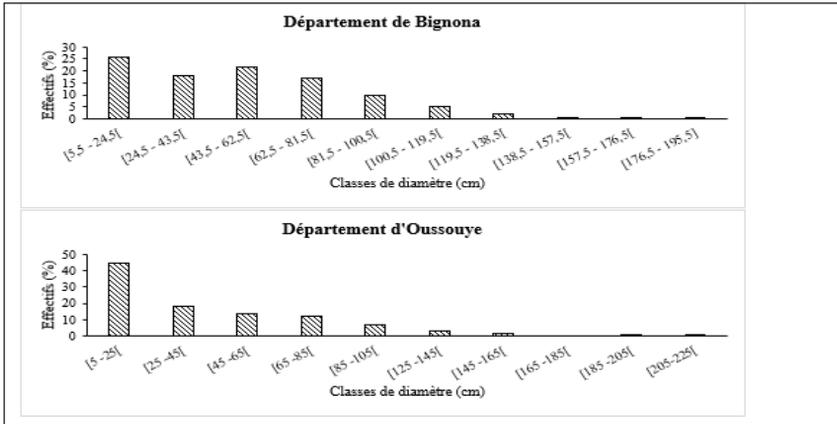


Figure 6 : Structures horizontales des peuplements de *Carapa procera* dans les départements de Bignona et d'Oussouye

L'analyse de la structure horizontale des peuplements de *Carapa procera* montre que 25 pour cent des individus rencontrés à Bignona et 45 pour cent à Oussouye ont des diamètres à hauteur de poitrine d'homme inférieurs à 25 cm, donc de jeunes sujets, avec toutefois des arbres de plus de 2 m de diamètre à Oussouye, qui sont de gros arbres. Les classes de diamètres intermédiaires sont aussi bien représentées à Bignona qu'à Oussouye. Mais on note que la classe [165-185] est vide, ce qui signifie qu'aucun individu de cette classe n'a été rencontré.

## À l'échelle des villages

À l'échelle des villages, la représentation horizontale de *Carapa procera* dans le département de Bignona au niveau des 3 villages étudiés signale d'énormes différences, démontrées à travers la figure 9 ci-dessous.

Les villages du département de Bignona

La distribution des pieds de *Carapa procera* en classes de diamètre dans les villages étudiés du département de Bignona est présentée au niveau de la figure 7 ci-après.

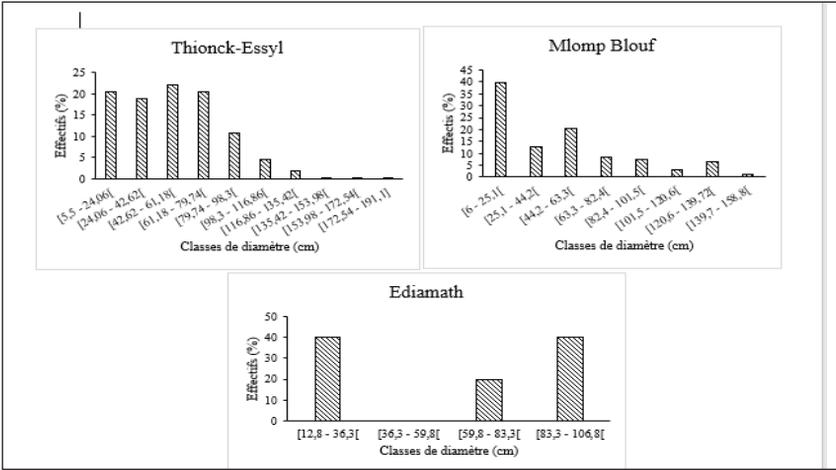


Figure 7 : Structures horizontales des peuplements de *Carapa procera* dans les villages du département de Bignona

En regardant de plus près la représentation horizontale des *Carapa procera* dans le département de Bignona au niveau des 3 villages étudiés, on note d'énormes différences. En effet, on constate une faible présence avec seulement trois classes, dont deux font 80 pour cent. du peuplement. À Thionck-Essyl et Mlomp Blouf, la structure est irrégulière avec un repeuplement notable, mais la gestion des grands sujets paraît problématique vu leur faible présence (moins de 1 %). À Ediamath, il ne reste que des reliques de *Carapa procera* avec un renouvellement de l'espèce quasiment inexistant.

### Les villages du département d'Oussouye

Les structures horizontales des peuplements de *Carapa procera* dans les villages du département d'Oussouye étudiés sont présentées par la figure 8.

Dans le département d'Oussouye, la répartition des individus de *Carapa procera* est plus ou moins régulière, des petites classes aux grandes classes de diamètre, avec des structures en « L » à Loudia Diola et Bouyouye. Ces dernières font état de la présence de peuplements de *Carapa procera* dont la régénération se fait bien. Par contre à Djembering, un réel déséquilibre apparaît dans la distribution des individus et surtout l'absence de gros arbres, par comparaison avec les autres villages. En effet, même le plus grand sujet, dans cette localité, ne fait pas 80 cm de diamètre à hauteur de poitrine, alors qu'à Bouyouye, des individus de plus de 2 m de diamètre ont été rencontrés.

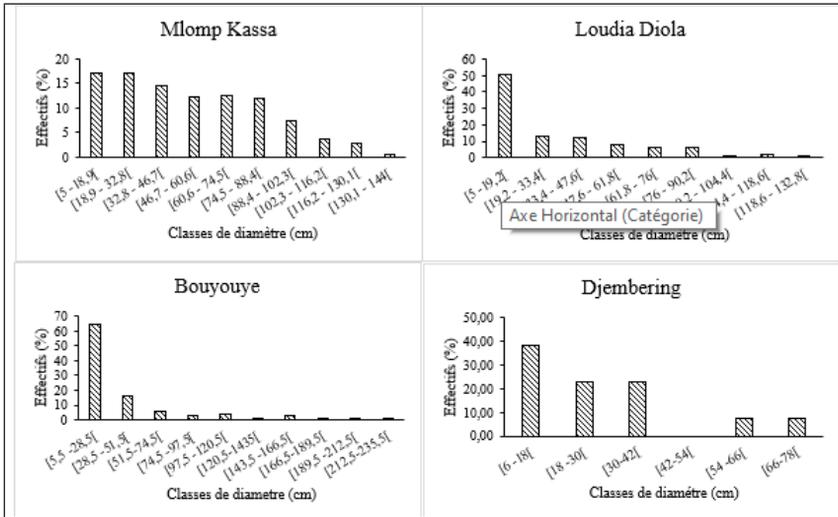


Figure 8 : Structures horizontales des peuplements de *Carapa procera* dans les villages du département d'Oussouye

*Structure verticale*

À l'échelle du département

La figure 9 ci-après montre la distribution selon la hauteur ou la structure verticale des peuplements de *Carapa procera* pour les départements de Bignona et d'Oussouye. Les arbres sont classés en différentes classes de hauteur.

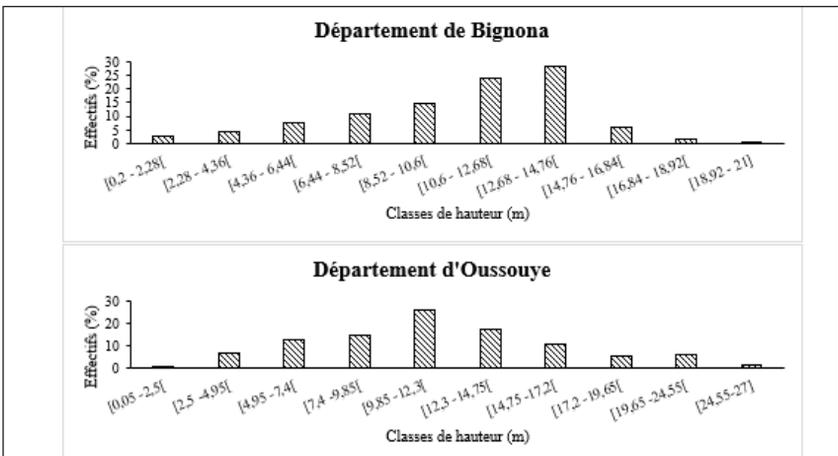


Figure 9 : Structures verticales des peuplements de *Carapa procera* dans les départements de Bignona et d'Oussouye

La distribution verticale ou la hauteur des pieds de *Carapa procera* (figure 9) dans les deux départements étudiés dégage une allure de cloche un peu asymétrique vers la droite à Bignona. Cette configuration révèle que les individus des classes moyennes sont plus représentés, mais surtout que la régénération des *Carapa procera* ne se fait pas correctement. Les grands sujets sont aussi rares, et cela dénote le vieillissement du peuplement. Cependant, la situation semble moins grave pour le département d'Oussouye. Les grands pieds de *Carapa procera* sont rencontrés dans le département d'Oussouye (27 m), alors qu'à Bignona la hauteur maximale est de 21 m.

À l'échelle des villages

- Les villages du département de Bignona

La répartition des pieds de *Carapa procera* dans les classes de hauteur pour chacun des villages étudiés du département de Bignona est présentée sur la figure 10.

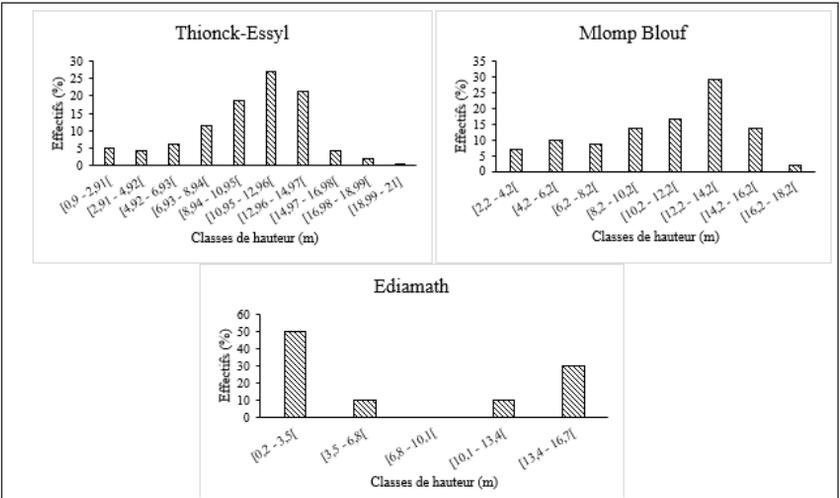


Figure 10 : Structures verticales des peuplements de *Carapa procera* dans les villages du département de Bignona.

La structure de classe asymétrique à droite pour le département de Bignona dans l'analyse globale est plus nette ici quand on prend spécifiquement les villages séparément. En effet, elle est plus perceptible à Thionck-Essyl et Mlomp Blouf, alors qu'à Ediamath, non seulement il n'y a pas beaucoup de pieds, mais la classe centrale manque et ses voisines immédiates sont les plus faiblement représentées. Les deux classes extrêmes sont les plus représentées,

et c'est plus inquiétant quand on constate le nombre de *Carapa procera* dans le village. Cela révèle tout simplement un réel problème de régénération du *Carapa procera*, car toutes les jeunes pousses n'arrivent plus à l'âge adulte. Thionck-Essyl abrite les plus grands sujets de *Carapa procera* (21 m) suivi de Mlomp Blouf (17,5 m) et Ediamath (16,5 m).

- Les villages du département d'Oussouye

La figure 11 présente les structures verticales des peuplements de *Carapa procera* dans les villages étudiés du département d'Oussouye.

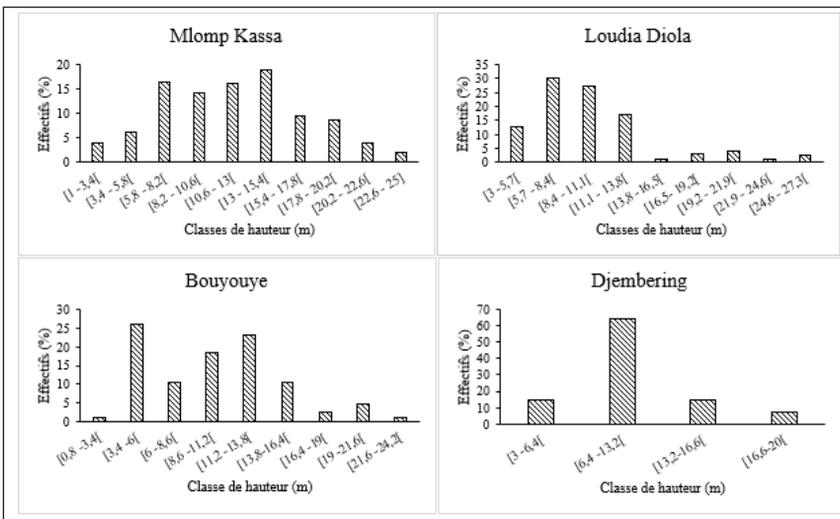


Figure 11 : Structures horizontales des peuplements de *Carapa procera* dans les villages du département d'Oussouye

L'analyse de la figure 11 montre que la distribution des *Carapa procera* dans les classes de hauteur renferme des situations diverses d'un village à l'autre, mais globalement la régénération est faible. En effet, les individus des différentes petites tailles sont moins représentés, ce qui ne favorise pas un renouvellement du peuplement dans les différents villages. On note une situation moins alarmante à Mlomp Kassa et Bouyouye, mais à Loudia Diola, le recrutement est moins problématique que le maintien des peuplements, qui subissent beaucoup de pertes pour les sujets de 13,8 m et plus. Le village de Djembering a le plus faible peuplement, représenté seulement en 4 classes avec en majorité des pieds de *Carapa procera* de hauteur inférieure à 13,2 m. Les arbres les plus grands ont été rencontrés à Loudia Diola, avec des hauteurs avoisinant les 27,3 m.

Au-delà de la caractérisation botanique, les peuplements de *Carapa procera* ont une valeur écosystémique importante. Cet aspect est analysé à travers la typologie des services écosystémiques offerts par *Carapa procera*, l'indice de fourniture des services écosystémiques, les fréquences de citation (FC), le niveau de fidélité (NF), les valeurs d'usage. Une telle démarche a permis d'apprécier l'utilité de *Carapa procera* ou de ses différentes parties pour les populations de la zone d'étude.

### ***Évaluation des services écosystémiques***

Les enquêtes socio-économiques effectuées ont permis l'extraction des divers services écosystémiques qui nous intéressaient, de même que les valeurs d'usage procurées aux communautés.

#### *Typologie des services au niveau des différents sites de l'étude*

Le tableau 3 présente les différents services écosystémiques liés au *Carapa procera* rencontrés dans la zone d'étude. Dans les départements de Bignona et d'Oussouye, on compte 21 services, dont 6 services d'approvisionnement, 5 services de régulation, 7 services culturels et 3 services de support de la biodiversité. Au niveau de Thionk Essyl, on retrouve 18 services fournis, répartis en 6 d'approvisionnement, 4 de régulation, 7 culturels et 3 supports de biodiversité. À Mlomp Blouf, on retrouve 15 services, dont 6 d'approvisionnement, 4 de régulation, 4 culturels et 2 supports de biodiversité. À Djembering, 12 services, dont respectivement 4 d'approvisionnement, 4 de régulation, 3 culturels, 2 supports de biodiversité. À Mlomp Kassa 14 services répartis en 4 d'approvisionnement, 4 de régulation, 5 culturels, 2 de support de la biodiversité sont répertoriés. Enfin à Bouyouye, on dénombre 17 services avec 6 d'approvisionnement, 4 de régulation, 5 culturels et 3 de support de la biodiversité.

#### *Indices de fourniture des services écosystémiques*

L'analyse des indices de fourniture de services offerts par *Carapa procera* dans les différents villages des communes de Thionck-Essyl, Mlomp (Blouf), Djembering, Bouyouye et Mlomp (Kassa) montre une fourniture de services écosystémiques assez importante.

L'évaluation des indices montre que les populations rencontrées dans ces villages tirent beaucoup de bénéfices des services offerts par *Carapa procera*. Les services d'approvisionnement et culturels ont un indice de 0,7, l'indice de régulation est de 0,8, et le support de la biodiversité capitalise l'indice le plus élevé 0,9 (Figure 12).

Tableau 3 : Typologie des services au niveau des différents sites de l'étude

Types de service	Services potentiels de Carapa procera	Thionck Essyl	MlompBlouf	Djembering	MlompKassa	Bouyouye
Approvisionnement	Alimentation	X	X	X	X	X
	Bois (matière première pour l'artisanat)	X	X			X
	Bois de chauffage	X	X	X		X
	Ombrage	X	X	X	X	X
	Pharmacopée	X	X	X	X	X
Total des services d'approvisionnement	Biofertilisants	X	X		X	X
		5	5	4	4	5
Régulation	Maintien d'une fonction hydrologique (infiltration)	X	X	X	X	X
	Séquestration de carbone atmosphérique	X	X	X	X	X
	Régulation de l'érosion éolienne et hydrique					
	Régulation du sol	X	X	X	X	X
	Atténuation des variations climatiques et leurs effets	X	X	X	X	X
Total des services Régulation		4	4	4	4	4
		X	X	X	X	X
Culturel	Esthétique et sentiment d'appartenance	X			X	
	Libation	X			X	
	Autel	X				
	Envoûtement	X	X		X	X
	Mauvais esprits	X				X
Total des services culturels	Esthétique	X	X	X	X	X
	Patrimoine immatériel	X	X	X	X	X
		7	4	3	5	5
Support	Habitat	X	X	X	X	X
	Reproduction					
Support de la biodiversité	Maintien de la diversité biologique	X	X	X	X	X
		2	2	2	2	3

Source : Mbaye *et al.*, enquêtes 2019.

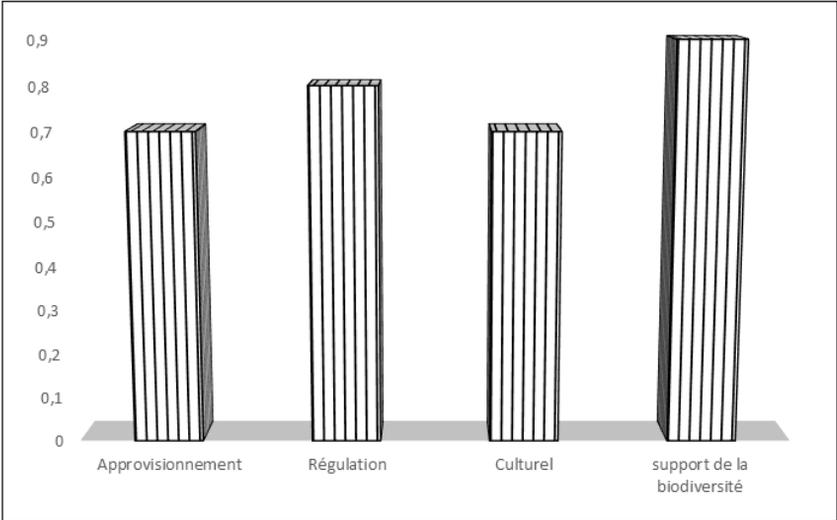


Figure 12 : Indice de services fournis par rapport au potentiel du *Carapa procera*.

Toutefois, considérant la répartition des services dans les différents villages, ces services cachent de profondes inégalités. En effet, nous constatons que les villages de Thionck-Essyl et Bouyouye bénéficient de plus de services écosystémiques, avec respectivement 19 et 18 services utilisés. Alors qu'à Djembering, le cumul de tous les services donne 12. Et ces disparités se creusent davantage si nous nous intéressons à la variation des indices de services fournis dans chaque village.

*Fréquence de citations (FC)*

L'analyse des données a permis d'identifier plusieurs services potentiels d'approvisionnement de *Carapa procera* fréquemment utilisés par les populations de la zone d'étude. Cette variété de services est constituée de bois (d'œuvre et de chauffe), des écorces, des feuilles, des racines, des fruits, des fleurs et des pétioles. Pour chaque service, nous analysons sa fréquence de citation (tableau 4), dont les valeurs sont obtenues à partir de la formule rappelée plus haut en méthodologie.

L'analyse de la fréquence de citation montre les parties les plus utilisées de l'arbre. Ainsi, avec un score de 97 pour cent. des 213, les fruits constituent la partie la plus utilisée de l'arbre. En fait, les fruits, au-delà de leur valeur économique, ont des implications socioculturelles, sanitaires et spirituelles. Le bois mort, avec une fréquence de 47,42 pour cent. arrive en deuxième position. Cette fréquence élevée s'explique par l'usage du bois en tant que combustible et, mais aussi dans la charpenterie.

Tableau 4 : fréquences de citations des services dans la zone

Services d'approvisionnement	Nombre de citations	FC
Bois	101	47,42
Ecorce	95	44,6
Feuilles	68	31,92
Racines	35	16,43
Fruits	207	97,18
Fleurs	3	1,41
Pétioles	23	4,32
Nombre de répondants	213	

Source : Mbaye *et al.*, enquêtes 2019

L'écorce, les feuilles et les racines ont une fréquence de citation de 44 pour cent., 31,92 pour cent., et de 16,43 pour cent.. Ces trois services sont le plus utilisés dans la pharmacopée pour soigner certaines maladies. Les pétioles et les fleurs présentent les plus faibles fréquences de citation, soit respectivement 4,32 pour cent. et 1,32 pour cent. Leur usage est restreint à la fabrication de cure-dents et d'insecticide dans les rizières. Ainsi, une analyse plus poussée des citations de chaque catégorie de services a été réalisée en s'intéressant au niveau de consensus des populations sur l'usage d'un service.

### *Niveau de fidélité*

Le niveau de fidélité des sept services composant la catégorie de services d'approvisionnement de *Carapa procera* affiche d'importantes diversités et une forte corrélation avec le nombre de citations des services (Figure 13).

Au regard du graphique de corrélation ci-dessus (Figure 13), le constat d'une forte relation entre le niveau d'utilisation et la fidélité se dégage. En effet, nous remarquons que plus le service est cité, plus le niveau de fidélité est élevé et inversement. Ainsi, les fruits affichent un nombre de 38,9 pour 207 citations alors qu'elle est > 1 pour 3 citations.

Le niveau de fidélité exprime la satisfaction des acteurs ou bénéficiaires à tirer profit d'un produit. C'est pourquoi les niveaux de fidélité les plus forts s'observent avec les fruits (38,9), tandis que les plus faibles sont enregistrés avec les fleurs (0,56). Ce qui est cohérent avec la fréquence de citation.

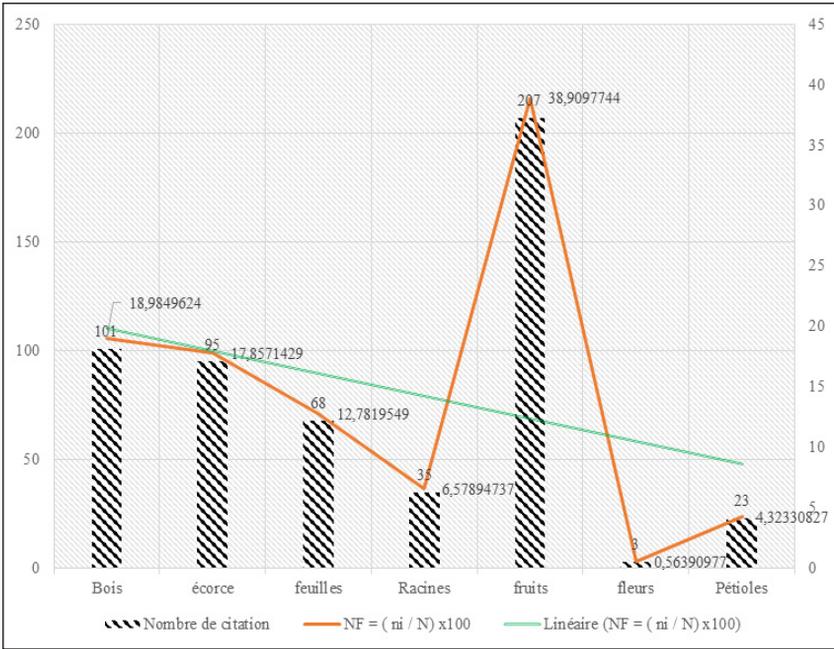


Figure 13 : Corrélation entre niveaux de fidélité et citations des services potentiels de *Carapa procera* dans la zone

### Les valeurs d'usage

Les services écosystémiques procurent aux communautés diverses utilités selon l'expression de leurs besoins. Elles varient en fonction des communautés et des villages. En effet, dans notre zone d'étude, les services écosystémiques du *Carapa procera* sont utilisés dans tous les villages dans lesquels nous avons mené nos enquêtes. Ainsi, afin de mieux comprendre le niveau d'utilisation des services offerts par *Carapa procera*, une évaluation de la valeur d'usage a été faite pour chaque service et dans chaque village, sur la base de la formule qui met en rapport le nombre de citations de chaque service et le total de répondants (Figure 14). Plus la valeur d'usage d'un service est élevée, plus l'importance de ce service pour la communauté est exprimée.

L'analyse des valeurs d'usage des services écosystémiques de *Carapa procera* montre non seulement une variation dans leur utilisation, mais une disparité d'usage selon les villages. Ainsi, nous notons une domination dans l'usage des graines dont des valeurs supérieures ou égales à 1 sont obtenues à Loudia Diola, Djembering et Mlomp Kassa avec respectivement (1; 1,07; 1,01), alors qu'à Thionk-Essyl, Mlomp Blouf et Bouyouye, des valeurs respectives

de 0,92; 0,93 et 0,87 ont été obtenues. Avec des valeurs très faibles (0,04 et 0,01), les fleurs sont très peu utilisées à Thionck-Essyl et à Djembering. Pour les écorces, nous constatons une utilisation plus élevée à Thionck-Essyl, 0,73, Mlomp Blouf, 0,73 et à Bouyouye, 0,87, alors que ce service n'a fait l'objet d'aucun usage à Loudia Diola et est faiblement utilisé à Djembering, 0,24.

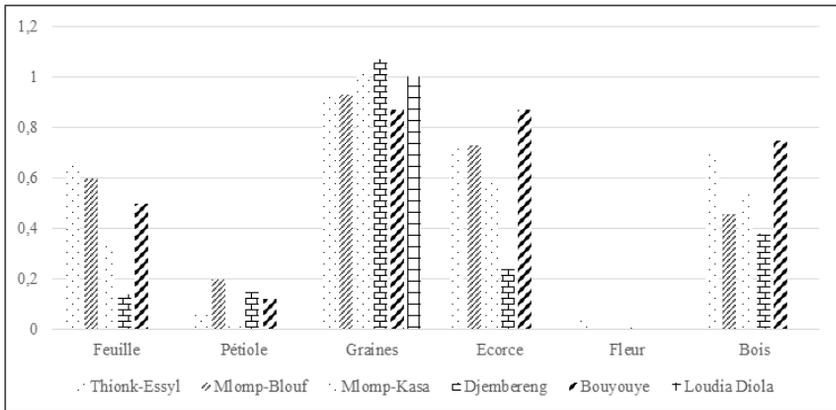


Figure 14 : valeurs d'usage par village

Cette disparité d'utilisation des services écosystémiques de *Carapa procera* entre les villages est d'autant plus importante si l'on considère les valeurs d'usage pour l'ensemble de la zone étudiée.

L'évaluation des valeurs d'usage des services écosystémiques de *Carapa procera* pour l'ensemble de la zone où nous avons mené notre étude montre que l'usage des graines est le plus élevé, suivi du bois et des écorces, avec respectivement 1; 0,5; 0,37. La valeur accordée à l'usage des graines s'explique par l'apport économique issu de la monétarisation de l'huile tirée de la transformation des graines. En effet, pour la plupart des ménages, dans cette zone, la commercialisation de l'huile est un moyen de subvenir à certains besoins de la famille. Quant au bois, la valeur accordée à son usage se justifie par son utilité dans la construction, l'artisanat et la menuiserie. Grâce à la résistance du bois issu de *Carapa procera*, il est utilisé comme bois de charpente, de « *kadiandou* », et pour la confection des tabourets. Les autres services tels que les racines, les feuilles, les écorces, les feuilles sont plus appréciés dans la pharmacopée.

## Discussion

### *Distribution spatiale de Carapa procera*

Le peuplement de *Carapa procera* est inégalement réparti dans la zone d'étude. C'est ainsi que dans le département de Bignona, notamment à Thionck-Essyl, les résultats des inventaires attestent une densité plus élevée par rapport aux autres localités (0,39). En effet, l'effectif plus élevé des pieds de *Carapa procera* à Thionck-Essyl pourrait s'expliquer par le caractère familial de l'arbre. Son exploitation par autrui nécessite impérativement l'accord des propriétaires. Aujourd'hui, de plus en plus, avec la prise de conscience de l'intérêt de l'arbre, quelques rares familles commencent à en planter pour pouvoir être autonomes.

Par contre, dans la commune de Djembering, dans le département d'Oussouye, et plus particulièrement dans le village de Bouyouye (1,58 individu/ha), la densité assez élevée de *Carapa procera* s'explique par la présence d'une forêt avec un peuplement de *Carapa* assez remarquable. En effet, dans ce village, le peuplement de *Carapa procera* se trouve en dehors des concessions, contrairement aux autres localités. Cependant, dans les deux communes de Mlomp Blouf et Mlomp Kassa, respectivement dans les départements de Bignona et d'Oussouye, les faibles effectifs inventoriés s'expliquent par le fait qu'une bonne partie des pieds se trouve à l'intérieur de sites sacrés. Or, l'accès aux lieux de rituels initiatiques (bois sacrés) ainsi que les sanctuaires sont strictement interdits aux profanes, ce qui constitue une limite pour le travail d'inventaire dans ces deux communes.

Notons que pour le cas spécifique de Mlomp (Blouf), l'essentiel du peuplement se trouve dans ces bois sacrés uniquement réservés aux hommes initiés.

Par ailleurs, Ediamath, deuxième village de ladite commune, se distingue par une faible densité du peuplement à *Carapa* (0,29 individu/ha), et la majorité des individus rencontrés sont localisés dans la brousse proche. Quant à la commune de Mlomp (Kassa), l'impossibilité d'accéder aux pieds de *Carapa procera* est liée au fait que beaucoup de ces arbres abritent des autels.

### *Paramètres structuraux des peuplements de Carapa procera*

Les résultats des analyses sur les paramètres structuraux des peuplements de *Carapa procera* montrent de façon générale que la densité de *Carapa procera* est faible, quelle que soit la localité considérée. La régénération est également faible, avec moins de 30 jeunes pieds dans chacun des villages. La faible densité et régénération obtenue à partir de la présente étude pourrait provenir des effets des conditions environnementales des sites de récolte ou

même de certaines caractéristiques physiologiques des arbres-mères (Sanogo 2015:80). La faiblesse de ces paramètres pourrait être due au fait que la quasi-totalité des graines qui tombent est ramassée, ce qui laisse très peu de chance pour la régénération de l'espèce. En effet, les graines de *Carapa procera* sont utilisées pour la fabrication d'huile.

Pour ce qui est de la surface terrière (ST), qui renseigne sur la grosseur des troncs des arbres à hauteur de poitrine, il ressort que les plus gros arbres sont rencontrés à Thionck-Essyl, Bouyouye et Mlomp Kassa.

Le recouvrement ou surface occupée par les couronnes des *Carapa* sur la surface totale du terroir renseigne sur l'envergure des *Carapa* dans les villages étudiés. Les pieds les plus majestueux ont été rencontrés à Thionck-Essyl, alors que Djembering en a les plus petits. En ce qui concerne la hauteur moyenne (Hmoy) et la hauteur de la première branche (Hm1B), le constat est que les villages du département d'Oussouye, comme Mlomp Kassa, Bouyouye et Djembering, ont les individus de *Carapa* les plus hauts, qui sont également plus bas-branchus. Au vu de ces résultats, il apparaît que le peuplement de *Carapa* est vieillissant et menacé de disparition. Cela corrobore d'ailleurs les résultats de Beguin et Guillemot (2005), cités par Sanogo (2015:49), qui ont montré que *C. procera* est en danger d'extinction en Afrique de l'Ouest du fait d'une surexploitation des arbres. Néanmoins, notons pour le cas de notre zone d'étude que les menaces qui pèsent sur *Carapa* sont plus liées à la faiblesse de la régénération naturelle, au défrichement culturel des galeries forestières, à l'assèchement précoce des cours d'eau en saison sèche et au vieillissement des peuplements. D'ailleurs cette espèce figure parmi celles qui sont protégées par les communautés. En outre, suite aux actions des déprédateurs (rats sauvages en particulier) et au ramassage des fruits contenant de l'huile par les femmes en milieu rural, la régénération naturelle de *Carapa procera* est aléatoire sur ses sites naturels. (Jansen *et al.* 2004:580; Weber *et al.* 2010:346)

### ***Les services écosystémiques liés au Carapa procera***

Les catégories d'usages les plus rencontrées dans ces peuplements de *Carapa procera* sont la pharmacopée, la conservation des sols, la fourniture de bois de chauffe et de service. Ces résultats sont en accord avec ceux de beaucoup d'auteurs. Les travaux de Diarassouba *et al.* (2008:82) et de Dossou *et al.* (2012:44) montrent respectivement que les usages du karité (*Vitellaria paradoxa*) dans la pharmacopée traditionnelle en Côte d'Ivoire et les bénéfices tirés des feuilles, écorces, fruits et racines dans la forêt marécageuse d'Agonvè au Bénin sont similaires aux usages de *Carapa procera* en Basse Casamance. Par ailleurs, la vente des produits de l'arbre constitue également

une importante source de revenus pour ces populations rurales. Selon Gning *et al.* (2013:5623), au fil de la saison sèche, les ligneux deviennent un appoint alimentaire quasi indispensable, en milieu malinké, donc une source de revenus pour les populations qui les commercialisent. C'est la même idée que nous retrouvons chez Camara *et al.* (2017:227) qui rappellent l'importance de la contribution économique de *Elaeis guineensis* dans le bien-être des populations de la Basse Casamance. Il en est de même au Niger où les ligneux contribuent de 50 à 70 pour cent. à la satisfaction des besoins alimentaires humains et animaux et à 80 à 90 pour cent. de la pharmacopée, selon Laminou *et al.* (2017:357) Les populations rurales ont des connaissances traditionnelles sur les ligneux, particulièrement *Carapa procera*. Les arbres leur procurent ainsi divers produits à usage pharmaceutique. Pratiquement, toutes les parties des arbres allant des feuilles aux racines en passant par les fruits et l'écorce sont utilisées pour soigner, soit les hommes, soit les animaux. L'usage des arbres dans la pharmacopée a été développé par plusieurs auteurs. Laminou *et al.*, (2017:362-362) ont recensé quelque 38 espèces ligneuses utilisées dans la pharmacopée traditionnelle pour le traitement de plusieurs pathologies et autres maladies ou infections.

À l'instar de plusieurs autres espèces forestières, *Carapa procera* fournit des services socioculturels remarquables, comme l'ont montré les travaux de Rabiou *et al.* (2017:49; Habou *et al.* 2020:242), qui donnent une idée de l'importance de la pharmacopée traditionnelle contre 25 maladies répertoriées. De plus comme l'ont souligné Weber *et al.* (2010 : 39.), l'huile extraite des graines revêt aussi d'importantes fonctions médico-magiques. Elle est utilisée contre l'envoûtement et pour éloigner les mauvais esprits, et servait à la conservation des morts jusqu'à l'enterrement avant l'existence de morgues dans les villages, toutefois cette pratique tend à disparaître.

## Conclusion

En définitive, on peut retenir de cette étude que de façon générale, les peuplements de *Carapa procera* dans les départements de Bignona et d'Oussouye sont dans une dynamique de vieillissement et que la régénération est très faiblement assurée. Cependant, la situation est beaucoup plus inquiétante dans la zone de Bignona et ceci est lié au fait que les pieds de *Carapa procera* bénéficient d'un meilleur statut de protection dans le département d'Oussouye. En effet, aussi bien les plus grands que les plus gros individus de *Carapa procera* se retrouvent à Oussouye. Par ailleurs, les besoins en produits de *Carapa procera* ne cessent d'augmenter, et cela augmente la pression exercée sur l'espèce.

Ainsi, la faiblesse de la régénération pourrait être imputable à l'importance économique de l'huile de *Carapa procera* produite à partir des graines, limitant ainsi les chances de renouvellement des peuplements. Il devient donc urgent que les populations prennent conscience du danger que courent ces arbres qui leur apportent beaucoup sur le plan économique autant que social, afin d'éviter sa disparition dans leurs terroirs respectifs en protégeant les jeunes pousses, voire, mieux, en effectuant carrément des reboisements.

## Références

- Alexiades, M. N. and J. W. Sheldon, 1996, "Selected Guidelines for Ethnobotanical Research: A Field Manual," *New York Botanical Garden*, Bronx, NY, USA, pp. 63.
- ANSD, 2015, *Service régional des pêches et de la surveillance de Ziguinchor (SRPSZ), Situation économique et sociale régionale 2013*. 126 pages.
- Bauer, L., 2010, *Forêts et réduction de la pauvreté dans les pays en développement : une relation à déchiffrer*, maîtrise en environnement, université de Sherbrooke, master ingénierie et management de l'environnement et du développement durable, université de technologie de Troyes.
- Berhaut, J., 1979, *Flore illustrée du Sénégal. Dicotylédones. Tome VI Linacées à Nymphéacées. Ministère du Développement rural et de l'Hydraulique*, Direction des Eaux et Forêts, Dakar, Sénégal, 636 p.
- Bertrand, M.-N., 2017, « La forêt appartient à ceux qui en vivent », *Environnement et Société* n° 15, <https://revue-progressistes.org/2017/05/05/la-foret-appartient-a-ceux-qui-y-vivent-marie-noelle-bertrand/> (consulté le 30/08/2020)
- Camara, B., 2012, *Caractérisation agro-écologique et socio-économique des parcs agroforestiers à élaeis guinéens jacq. et faidherbia albida (del.) Chev. Et leurs influences sur la productivité du riz pluvial en basse Casamance (Sénégal)*, Thèse soutenue publiquement le 19/05/2018, à l'université Assane Seck de Ziguinchor.
- Camara, B., B. Sagna D. Ngom M. Niokane et Z. D. Gomis 2017, « Importance socioéconomique de *Elaeis guineensis* Jacq. (Palmier à huile) en Basse-Casamance (Sénégal) », *European Scientific Journal*, vol. 13, pp. 214–230.
- Cheikhyoussouf, A. H. Ashekele, M. Shapi and K. Matengu, 2011, "Ethnobotanical study of indigenus knowledge on medicinal plant use by traditional healers in Oshikoto region, Namibia," *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, pp. 7–10.
- Dembélé, U., A. M. Lykke, Y. Koné, B. Témé and A. M. Kouyaté, 2015, "Use-value and importance of socio-cultural knowledge on *Carapa procera* trees in the Sudanian zone in Mali," *J. of Ethnobiol. and Ethnomed.*, 11, p. 14.
- Diarassouba, N., K. E. Koffi, K. A. N'Guessan, P. Van Damme et A. Sangare, 2008, « Connaissances locales et leur utilisation dans la gestion des parcs à karité en Côte d'Ivoire », *Afrika focus*, volume XXI, n° 1, 2008, p. 77-96.
- Diédhiou M. A. A., 2013, Reconnaissance Floristique et socioéconomique des parcs agroforestiers du village de Mar Fafaco dans l'île de Mar (Fatick, Sénégal) Mémoire de master, Département d'Agroforesterie, UFR/ST, UASZ, 59 p.

- Dossou, M. E., G. LHouessou, O. T. Lougbegnon, A. H. B. Tente et J. T. C. Codjia, 2012, « Étude ethnobotanique des ressources forestières ligneuses de la forêt marécageuse d'Agonvè et terroirs connexes au Bénin », *Tropicultura*, 30, 1, p. 41-48.
- Eyog-Matig, O., O. NDoye, J. Kengue and A. Awono, 2006, *Les Fruitières Forestières Comestibles du Cameroun*, International Plant Genetic Resources Institute, IPGRI Regional Office for West and Central Africa, Cotonou (Bénin), ISBN-13: 978-92-9043-707-9 ISBN-10: 92-9043-707-3; 220 p.  
<http://www.biodiversityinternational.org/fileadmin/biodiversity/publications/pdfs/1138>.
- Fisch, S. T. V., I. D. K. Ferraz and W. A. Rodrigues, 1995, "Distinguishing *Carapa procera guianensis* Aubl. From *Carapa procera* DC. (Meliaceae) by morphology of young seedlings," *Acta Amazonica* 25(3/4), pp. 193–200.
- Gbemavo, C. J. S. D., C. P. Gnangle, E. A. Assogbadjo et L. R. Glele Kakaï, 2014, « Analyse des perceptions locales et des facteurs déterminant l'utilisation des organes et des produits du *Jatropha curcas* linn. (Euphorbiaceae) au Bénin », *Agronomie africaine* 26(1), p. 69-79. <https://www.ajol.info/index.php/agal/article/view/104853>.
- Gning, O. N., O. Sarr, M. Gueye, L. E. Akpo et M. Ndiaye, 2013, « Valeur socio-économique de l'arbre en milieu malinké (Khossanto, Sénégal) », *Journal of Applied Biosciences* 70, pp. 5617– 5631.
- Guèye, M., D. Kenfack et P. M. Forget, 2009, « Importance socioculturelle, potentialités économiques et thérapeutiques de *Carapa procera* (Meliaceae) au Sénégal », dans X. Van der Burgt, J. Van der Maesen & J. M. Onana (eds), *Systématique et conservation des plantes africaines*, Royal Botanic Gardens, Kew, pp. 359-367.
- Guillemot, N., 2004, *Le Carapa procera, un arbre tropical aux intérêts écologiques et économiques prometteurs*, Rapport de stage, Institut national agronomique de Paris-Grignon (France), 22 p. [http://www.Carapa-procera.org/data/File/pdf/pdf\(20/12/2010\)](http://www.Carapa-procera.org/data/File/pdf/pdf(20/12/2010)), <https://www.yumpu.com/fr/document/read/17250982/rapport-de-stage-nicolas-guillemotpdf-carapaorg>.
- Habou, M. K., H. Rabiou, A. Laouali, M. I. Mamadou & A. Mahamane, 2020, « Connaissances ethnobotaniques et importance socioculturelle de *Balanites aegyptiaca* (L.) Del. dans le Centre-Est du Niger », *Afrique SCIENCE*, 16(4), p. 239-252 239. ISSN 1813-548X, <http://www.afriquescience.net>.
- Jansen, P. A., F. Bongers and L. Hemerik, 2004, "Seed mass and mast seeding enhance dispersal by a Neotropical scatter-hoarding rodent," *Ecological Monographs*, 74(4), p. 569–589.
- Kenfack, D., 2011, "A synoptic revision of *Carapa procera* (Meliaceae)," *Harvard Papers in Botany*, 16 (2), pp. 171–231.
- Laminou, M. O., B. Morou, S. Karim, O. B. Garba et A. Mahamane, 2017, « Usages socio-économiques des espèces ligneuses au Sahel : cas de Guidan Roundji au Niger », *European Scientific Journal*, vol. 13, n° 26, p. 355-373.
- Legendre, P. and L. Legendre, 1998, *Numerical ecology*, 2nd English ed., Amsterdam, Elsevier Science BV.
- Lebart, L. et J.-P. Fénelon, 1971, *Statistique et informatique appliquées*, Paris, Dunod, 426 p.

- Malgras, D., 1992, *Arbres et arbustes guérisseurs des savanes maliennes*, Paris, ACCT-Karthala.
- MBAYE, E., BADIANE, S. D., COLY, A., SALL, F., NDIAYE, B. et DIOP, A., 2018, 'Contribution à l'évaluation des services écosystémiques des Niayes de Dakar: quels apports face aux enjeux environnementaux en milieu urbain ?' (In Mbaye I. Éd. Harmattan) *La recomposition des espaces urbain et périurbain face aux changements climatiques en Afrique de l'Ouest*, 121-134.
- Mercier, H., M. Ollitrault and P.-Y. Le Traon, 1992, "An inverse model of the North Atlantic general circulation using Lagrangian float data," *J. phys. Oceanogr.*, 23, 689–715, doi:10.1175/1520-0485(1993)023<0689:AIMOTN>2.0.CO;2.
- Ngom, D., M. M. Charahabil, O. Sarr, A. Bakhoum et L. E. Akpo, 2014, « Perceptions communautaires sur les services écosystémiques d'approvisionnement fournis par le peuplement ligneux de la réserve de biosphère du Ferlo (Sénégal) », *Vertigo* - [En ligne], volume XIV, n° 2, septembre 2014, consulté le 26 avril 2020. URL : <http://vertigo.revues.org/15188>. DOI : 10.4000.
- Ngom, D., 2013, *Diversité végétale et quantification des services écosystémiques de la réserve de biosphère du Ferlo (Nord-Sénégal)*, Thèse, ED-SEV/UCAD, Dakar, 167 p.
- Phillips, O., A. H. Gentry, C. Reynel, P. Wilkin and B. C. Galvez-Durand, 1994, "Quantitative Ethnobotany and Amazonian Conservation," *Conservation Biology*, vol. 8, n° 1, pp. 225–248. Published by: Blackwell Publishing for Society for Conservation Biology Stable URL: <http://www.jstor.org/stable/2386737>
- Poupon, H., 1980, *Structure et dynamique de la strate ligneuse d'une steppe sahélienne au nord du Sénégal*, ORSTOM éd. (Études & Thèses), Paris, 307 p.
- Rabiou, H., B. A. Bationo, K. Adjonou, A. D. Kokutse, A. Mahamane et K. Kokou, 2017, « Perception paysanne et importance socioculturelle ethnobotanique de *Pterocarpus erinaceus* au Burkina Faso et au Niger », *Afrique Science*, 13(5), p. 43-60.
- Sanogo, S., 2015, *Essais de germination et conservation de fruits et graines de quelques espèces ligneuses à usages multiples au Mali*, Thèse de doctorat (PhD), Faculté des sciences en bio-ingénierie, Université de Gand, 231 pages.
- Sacandé, M., L. Sanou et H. Beentje, 2012, *Guide d'identification des arbres du Burkina Faso*, London, Kew Publishing. 280 pages, 300 planches en couleurs.
- Sané, T., 2017, « Vulnérabilité et adaptabilité des systèmes agraires à la variabilité climatique et aux changements sociaux en Basse-Casamance (sud-ouest du Sénégal) », *Géographie*, Université Sorbonne Paris Cité, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Thèse, 276 p.
- Ugulu, I., M. Sahin and S. Baslar, 2013, "High School Student's Environmental Attitude: Scale Development and Validation," *J. Edu. Sci.*, 5(4), pp. 415-424.
- Weber, N., P. Birnbaum, P. M. Forget, M. Gueye et D. Kenfack, 2010, « L'huile de *Carapa procera* (*Carapa procera* spp., Meliaceae) en Afrique de l'Ouest : utilisations et implications dans la conservation des peuplements naturels », *Fruits*, 65, p. 343-354.
- Wolf, J. de, P. Van Damme et H. Beeckman, 2010, *Guide des espèces ligneuses de la Casamance, Sénégal*, Musée royal de l'Afrique centrale, Belgique, 176 pages.