



**Original Paper**

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

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

## **Influence de la proximité des points d'eau sur l'intensité des dégâts des populations d'éléphants et sur les peuplements de *Adansonia digitata* L. et *Acacia sieberiana* DC. dans la Réserve de Biosphère de la Pendjari**

Comlan Aristide TEHOU<sup>1\*</sup>, Toussaint Olou LOUGBEGNON<sup>2</sup>, Laurent Gbènato HOUESSOU<sup>3</sup>, Guy Apollinaire MENSANH<sup>4</sup> et Brice SINSIN<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire d'Ecologie Appliquée (LEA), Faculté des Sciences Agronomiques (FSA), Université d'Abomey-Calavi (UAC), Bénin.

<sup>2</sup> Ecole de Foresterie Tropicale (EForT), Université Nationale d'Agriculture (UNA), Bénin.

<sup>3</sup> Faculté d'Agronomie (FA), Université de Parakou (UP), Bénin.

<sup>4</sup> Institut National de la Recherche Agronomique du Bénin (INRAB), Bénin.

\* Auteur correspondant ; E-mail: [tehouaristide@gmail.com](mailto:tehouaristide@gmail.com); Tél : (00229) 97581902

### **RESUME**

La présence de points d'eau permanents dans la Réserve de Biosphère de la Pendjari est très bénéfique pour la faune sauvage surtout pendant les périodes de stress hydrique. Cependant, l'impact des populations fauniques sur la végétation environnant les points d'eau reste peu étudié. L'objectif de cette étude est alors de déterminer l'impact des populations d'éléphants sur *Acacia sieberiana* et *Adansonia digitata* suivant un gradient hydrique. Les dégâts d'éléphants sur les arbres, la hauteur et le diamètre à hauteur de poitrine d'homme (dbh) des individus d'arbres attaqués ainsi que leur régénération ont été mesurés dans des placeaux installés le long d'un gradient d'humidité. L'écorçage, la cassure de branches et le déracinement ont été les dégâts causés par les éléphants. Les observations faites ont révélé que l'écorçage était le dégât le plus dommageable sur *Adansonia digitata* et était plus prononcé en s'éloignant des points d'eau. Par contre, *Acacia sieberiana* subissait plus la cassure de branches avec une intensité plus élevée à proximité des points d'eau. La régénération de *Acacia sieberiana* n'était pas significativement différente ( $p > 0,005$ ) entre les deux milieux. La régénération de *Adansonia digitata* était quasi inexistante en s'éloignant des points d'eau mais présente en s'en rapprochant.

© 2019 International Formulae Group. All rights reserved.

**Mots clés:** gradient hydrique, régénération, impacts, Pendjari, Bénin.

## **Influence of the water points proximity on the damage intensity on the stands of *Adansonia digitata* and *Acacia sieberiana* by elephant population in the Pendjari Biosphere Reserve**

### **ABSTRACT**

The presence of permanent water points in the Biosphere Reserve of Pendjari is beneficial for wildlife mainly during dry seasons. However, the effect of wildlife on vegetation surrounding these water points was rarely studied. The aim of the study was then to determine the impact of elephants on *Acacia sieberiana* and

*Adansonia digitata* population along a water gradient. Elephant damage on trees, height and diameter at the breast height (dbh) of attacked trees and regeneration were monitored in plots installed along water availability gradient. The debarking, branches breaking and uprooting were the damages caused by elephants on the trees. Findings showed that, on *A. digitata* debarking was the frequent damages with high occurrence rate from water point to dry one. Meanwhile, on *A. sieberiana* branches breaking was the important damages with a high intensity near water points. Statistical analyses showed that there was no significative difference regarding *Acacia sieberiana* regeneration between water and dry points ( $p>0.05$ ). The regeneration of *Adansonia digitata* was almost absent while going far from water points but abundant while close to water points.

© 2019 International Formulae Group. All rights reserved.

**Keywords:** water gradient, damages, regeneration, impacts, Pendjari, Benin.

---

## INTRODUCTION

La distribution des éléphants dans son habitat varie en fonction des saisons (sèches et pluvieuses) et à la disponibilité de l'eau et des ressources alimentaires (De Boer et al., 2005 ; Duffy et al., 2011). En s'alimentant, les éléphants impactent sur la végétation. A cet effet, dans leurs parcours, les éléphants d'Afrique jouent un rôle très important dans la dispersion des semences (Tèhou et Sinsin, 2000). Ils contribuent dans une large mesure à assurer la dispersion spatiale et la régénération naturelle des arbres fruitiers par zoochorie quand leur densité est inférieure à la capacité de charge du milieu (Tèhou et Sinsin, 2000). De nombreuses espèces végétales consommées par les éléphants dépendent pour leur survie de ce type de dispersion de graines. Ainsi, leur mode de vie peut créer une végétation variée utile à beaucoup d'autres espèces animales. Néanmoins, il importe de souligner que certaines espèces, surtout ligneuses, sont vulnérables aux effets des éléphants. Cette vulnérabilité dépend de leur biologie, leur dimension, leur état nutritionnel, leur réponse à la perturbation, de même que de l'aridité et du type de sol (Pretorius et al., 2011). L'exploitation de certaines espèces pour l'alimentation par les populations d'éléphants a abouti à des risques d'extinction locale (Lombard et al., 2001 ; Calenge et al., 2002).

Le parcours des populations d'éléphants dans la Réserve de Biosphère de la Pendjari (RBP) au Bénin cause énormément de modifications sur la végétation. En effet, la distribution des populations d'éléphants dans

cette réserve est conditionnée par la disponibilité en eau et en aliment. En saison sèche les éléphants sont plus concentrés autour des points d'eau qui sont des zones à potentiel alimentaire très élevé. Dans ce potentiel alimentaire, les espèces des genres *Acacia* et *Adansonia* sont très appréciées par les éléphants (Shoshani et al., 2004). C'est le cas de *Adansonia digitata* au parc national Gonarezhou au Zimbabwe (Kupika et al., 2014) et de *Acacia seyal* au parc national Zakouma au Tchad (Calenge et al., 2002). Les peuplements de ces espèces ont été soit exterminées, soit confinés dans des habitats refuges. Azihou (2008) a montré que *Acacia sieberiana* est sujet à une forte pression pastorale par les éléphants dans la Réserve de Biosphère de la Pendjari. Cette pression est accentuée par la concentration élevée des populations d'éléphants autour des mares permanentes situées au Nord et à l'Ouest de la RBP. Autour des points d'eau, les espèces végétales ligneuses de la RBP telles que *Acacia sieberiana* et *Adansonia digitata* subissent la pression de la part des populations d'éléphants.

Il importe donc, dans le cas spécifique de la RBP, d'investiguer les effets des populations d'éléphants autour des points d'eau sur des peuplements de *Acacia sieberiana* et *Adansonia digitata* afin de prédire leur dynamique. Ceci permettra de mettre à la disposition des gestionnaires des outils d'aide à la décision pour l'aménagement des écosystèmes attenants aux mares dans la RBP. Ainsi, l'objectif de la présente étude est de déterminer l'impact des

populations d'éléphants sur *Acacia sieberiana* et *Adansonia digitata* suivant un gradient hydrique. Il s'agit spécifiquement de (i) caractériser les dégâts causés par les éléphants sur *Acacia sieberiana* et *Adansonia digitata* suivant un gradient hydrique dans différentes formations végétales connexes aux points d'eau de la RBP et (ii) évaluer la structure de la population des individus endommagés de *Acacia sieberiana* et de *Adansonia digitata* suivant le gradient hydrique.

## MATERIEL ET METHODES

### Milieu d'étude

La Réserve de Biosphère de la Pendjari (RBP) est située au Nord-Ouest du Bénin entre 10°30' et 11°30' N et 0°50' et 2°00' E (Figure 1). Cette réserve classée Réserve Partielle de Faune de la Pendjari en 1954, est successivement devenue Réserve Totale de Faune en 1955, Parc National de la Pendjari en 1961 ; le statut de Réserve de Biosphère de la Pendjari lui est attribué en 1986 (IUCN, 2002). La RBP est localisée dans la zone de climat tropical. La saison humide couvre cinq mois avec une pluviométrie moyenne d'environ 1000 mm par an. Les pluies sont concentrées avec plus de 60 % enregistrées entre juillet et septembre (Sinsin et al., 2002). La température moyenne mensuelle pendant la saison pluvieuse est de  $26 \pm 4^\circ\text{C}$ . Sur le plan phytogéographique, la RBP est située dans le Centre Régional d'Endémisme Soudanien (White, 1986). Les principaux types de formations végétales rencontrées correspondant aux formations savanicoles et de forêts claires. La RBP est connue dans la sous-région pour la grande diversité de grands mammifères qu'elle regorge. On y trouve la plupart des espèces de grands mammifères typiques de l'Afrique de l'Ouest. L'éléphant (*Loxodonta africana*), s'impose par sa taille. Le buffle (*Syncerus caffer*), le Cob de Buffon (*Kobus kob*) et l'hippopotame (*Hippopotamus equinus*) sont les trois autres espèces les plus remarquables par leur effectif (Nago et al., 2016).

## Méthodes

### Dispositif de collecte des données

Au total, 62 placeaux de dimensions 30 m x 30 m ont été installés le long de transects de 3 km autour des points d'eau suivant un gradient d'humidité (proche des points d'eau et éloigné des points d'eau). Les placeaux proches des points d'eau étaient ceux situés dans un rayon inférieur à 1 km autour des mares. Ceux situés au-delà de 1 km des mares étaient considérés comme des placeaux éloignés (Figure 2). Les placeaux ont été installés en fonction de la présence des empreintes, des crottes, des couloirs de passage ou des dégâts causés par les populations d'éléphants sur la végétation en général et sur les individus de *Acacia sieberiana* ou de *Adansonia digitata* en particulier.

### Collecte des données

Les dégâts (mutilation ou chablis) causés par les populations d'éléphants sur les individus d'*Acacia sieberiana* et *Adansonia digitata* ont été inventoriés au sein de chacun des placeaux. Les individus mutilés ont été ceux ayant subi l'écorçage et la cassure de branches et comme chablis, tous ceux qui ont été déracinés. Sur chaque individu endommagé, la hauteur et le diamètre à hauteur d'homme (dbh) ont été mesurés. L'intensité des dégâts causés a été estimée avec l'appréciation de la densité des individus mutilés.

### Analyse des données

La prévalence des dégâts (cassure de branches, l'écorçage et du déracinement) a été d'abord estimée suivant le gradient hydrique en calculant la proportion d'individus des deux espèces ayant subi l'une des trois formes de pression. Ensuite, les paramètres structuraux tels que la hauteur moyenne, le diamètre moyen, la densité moyenne des arbres et la densité moyenne de la régénération ont été calculés pour évaluer l'impact des populations d'éléphants sur les deux espèces végétales cibles. Le test non paramétrique de Mann Whitney a été effectué pour comparer les fréquences moyennes de

dégâts suivant le gradient hydrique (milieu proche des points d'eau et milieu éloigné des points d'eau). Ce test statistique a été réalisé au seuil de 5% au moyen du logiciel Minitab14. Ce même test a été également utilisé pour comparer les paramètres dendrométriques (hauteur moyenne, le diamètre moyen, la densité moyenne etc.) des espèces.

Pour caractériser la structure des individus endommagés des deux espèces végétales, les histogrammes construits ont été ajustés à la distribution de Weibull à 3 paramètres ( $a$ ,  $b$  et  $c$ ). Cette distribution se caractérise par une grande souplesse d'emploi. Sa fonction de densité de probabilité se présente comme suit (Bonou et al., 2009) :

$$f(x) = \frac{c}{b} \left(\frac{x-a}{b}\right)^{c-1} \exp\left[-\left(\frac{x-a}{b}\right)^c\right],$$

où  $x$  = diamètre (circonférence) des arbres ;  $a$  = paramètre de position, il est égal à 0 si toutes les catégories d'arbres sont considérées (des plantules jusqu'aux semenciers) lors de l'inventaire ; il est non nul si les arbres considérés ont un diamètre ou hauteur supérieur ou égal à  $a$  ;  $b$  = paramètre d'échelle ou de taille ; il est lié à la valeur centrale des diamètres ou hauteurs des arbres du peuplement considéré ;  $c$  = paramètre de forme lié à la structure en diamètre ou hauteur considérée. La distribution de Weibull peut prendre plusieurs formes selon la valeur du paramètre de forme  $c$  (Tableau 1).

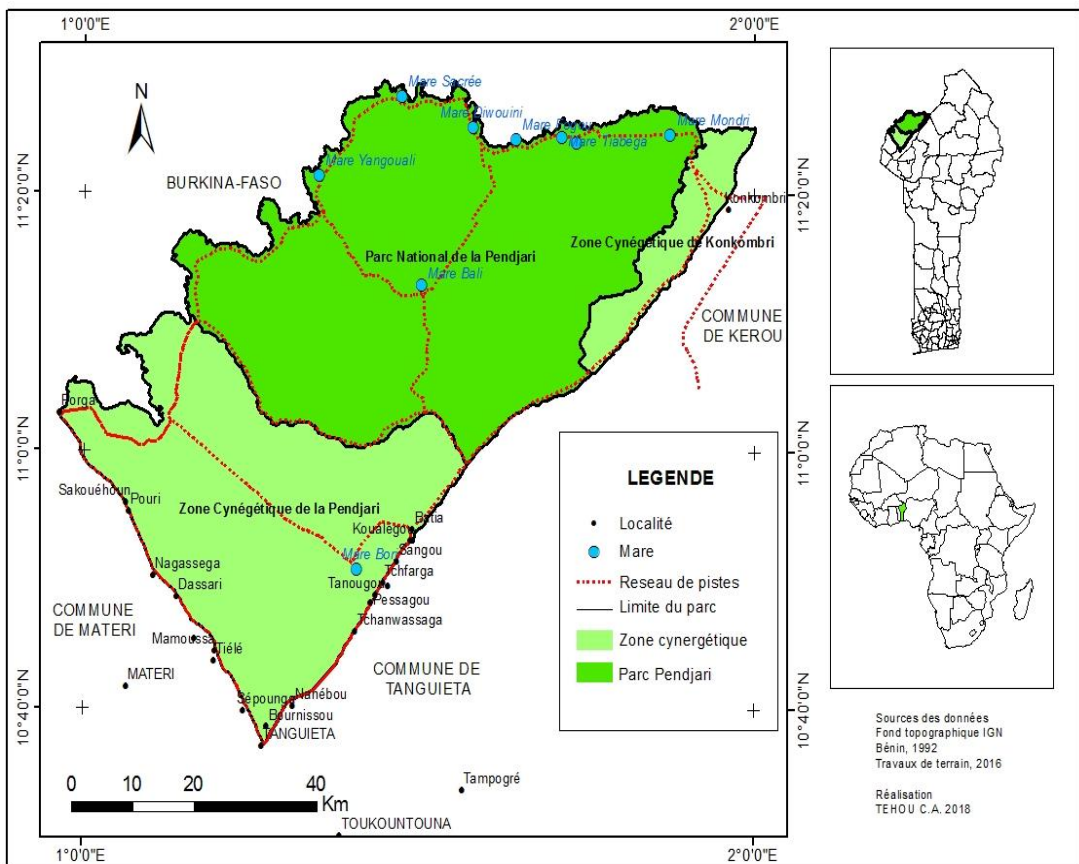
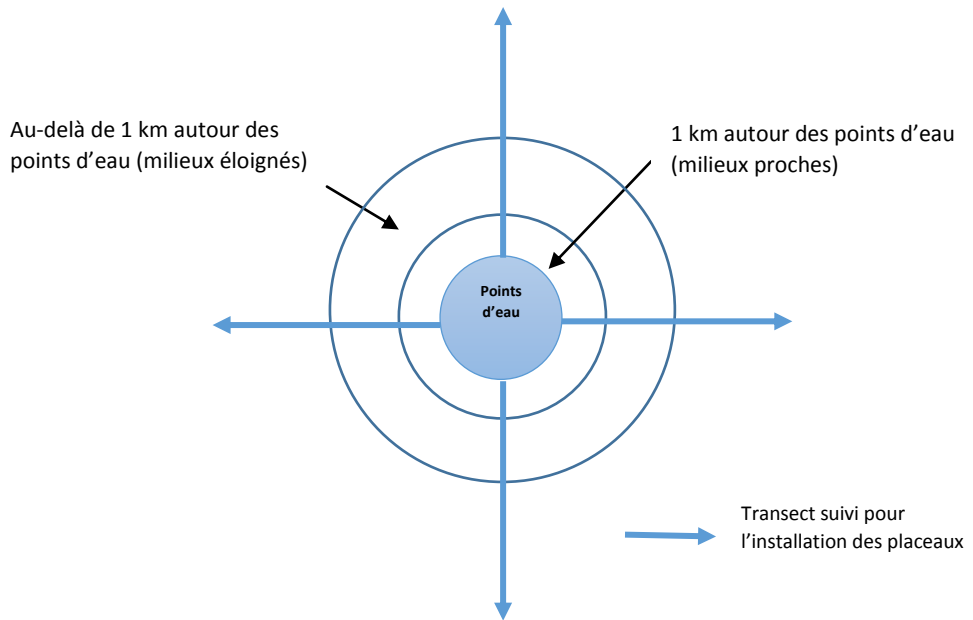


Figure 1 : Présentation du milieu d'étude.



**Figure 2** : Disposition des placeaux suivant les transects autour des points d'eau pour la collecte des données.

**Tableau 1** : Formes de la distribution de Weibull selon les valeurs du paramètre  $c$ .

Valeurs du paramètre de forme « $c$ »	Formes de la distribution de Weibull
$c < 1$	Distribution en « J renversé », caractéristique des peuplements multi spécifiques ou inéquiennes.
$c = 1$	Distribution exponentiellement décroissante, caractéristique des populations en extinction.
$1 < c < 3,6$	Distribution asymétrique positive ou asymétrique droite, caractéristique des peuplements monospécifiques avec prédominance d'individus jeunes ou de faible diamètre.
$c = 3,6$	Distribution symétrique, structure normale, caractéristique des peuplements équiennes ou monospécifiques de même cohorte.
$c > 3,6$	Distribution asymétrique négative ou asymétrique gauche, caractéristique des peuplements monospécifiques à prédominance d'individus âgés.

## RESULTATS

### Dégâts des populations d'éléphants sur *Acacia sieberiana*

Dans le Tableau 2 ont été présentées la prévalence et l'intensité de l'écorçage, de la cassure de branches et du déracinement sur les populations de *Acacia sieberiana* par les populations d'éléphants suivant le gradient hydrique investigué. On observe que 58,52% des branches des individus de *Acacia sieberiana* ont été cassées avec une intensité de 36,2% proche des points d'eau. La même tendance a été observée en s'éloignant des points d'eau, avec 55,25% de branches cassées et 25% d'intensité. Par conséquent, la cassure de branches a été le dégât le plus dommageable sur *Acacia sieberiana* et cette manifestation était plus intense en se rapprochant des points d'eau. La Photo 1 montre la cassure des individus d'*Acacia sieberiana* par les éléphants.

### Dégâts des populations d'éléphants sur *Adansonia digitata*

Le Tableau 3 présente la prévalence et l'intensité des dégâts par les éléphants sur les populations de *Adansonia digitata* suivant le gradient hydrique investigué. Il est remarquable que lorsqu'on est proche des points d'eau 57,83% des individus de *Adansonia digitata* à une intensité de 15,56% ont subi l'écorçage et 31% la cassure de branches. Par contre, quand on s'éloigne des points d'eau 95,16% sont écorcés avec une intensité de 31,98%. Ainsi, l'écorçage est demeuré le dégât le plus dommageable sur les individus de *Adansonia digitata* et est deux fois plus prononcé lorsqu'on s'éloigne des points d'eau. La Photo 2 montre le tronc d'un individu d'*Adansonia digitata* écorcé par les éléphants.

### Paramètres structuraux des peuplements végétaux suivant le gradient hydrique investigué

#### Cas de *Acacia sieberiana*

Dans le Tableau 4 ont été présentées les valeurs des paramètres structuraux du peuplement à *Acacia sieberiana* suivant le

gradient hydrique. Proche des points d'eau, le diamètre moyen des individus de *Acacia sieberiana* a été de 17,77 cm et leur hauteur moyenne a été évaluée à 5,11 m. Dans cette partie, les densités moyennes des arbres et de la régénération ont été respectivement de 39,92 individus/ha et de 123,46 individus/ha. Par contre, loin des points d'eau, le diamètre moyen a été de 22,64 cm et pour la hauteur moyenne de 7,22 m. La densité moyenne des arbres et la densité moyenne de la régénération ont été respectivement de 66,14 individus/ha et de 187,83 individus/ha.

#### Cas de *Adansonia digitata*

Le Tableau 5 présente les valeurs des paramètres structuraux du peuplement à *Adansonia digitata* suivant le gradient hydrique. A proximité des points d'eau, le diamètre moyen des individus de *Adansonia digitata* est 82,1 cm avec une hauteur moyenne de 12,51 m. Dans cette partie, les densités moyennes des arbres et de la régénération ont été respectivement de 22,2 tiges/ha et de 5,55 individus/ha. Par contre, loin des points d'eau, le diamètre moyen est de 134,65 cm et la hauteur moyenne de 13,62 m. La densité moyenne des arbres et la densité moyenne de la régénération ont été respectivement de 18,13 individus/ha et à 0 individu/ha. Ainsi, les gros individus de *Adansonia digitata* ont subi plus la pression des populations d'éléphants loin des points d'eau et la régénération de cette espèce a été plus remarquable à proximité des points d'eau.

### Structure des individus de *Acacia sieberiana* endommagés suivant le gradient hydrique

#### Structure horizontale

La Figure 3 présente la distribution par classes de diamètre des individus de *Acacia sieberiana* ayant subi de dégâts suivant le gradient hydrique. Cette structure s'était globalement ajustée à la distribution de Weibull. Proche des points d'eau, le paramètre de forme « c » a pris une valeur comprise entre 1 et 3,6 ce qui était caractéristique des peuplements

monospécifiques avec prédominance d'individus jeunes ou de faible diamètre. Par contre, en s'éloignant des points d'eau, la structure a présenté une forme en « J renversé », avec le paramètre de forme « *c* » qui a pris une valeur inférieure à 1, qui était une caractéristique des peuplements naturels multispécifiques en équilibre.

En outre, loin des points d'eau, la densité des individus endommagés appartenant à la classe de diamètre inférieur (5 à 10 cm), a été évaluée à 16,5 tiges/ha contre 8,5 tiges/ha à proximité. Ainsi, on note que les individus de *Acacia sieberiana* appartenant aux basses classes de diamètres subissaient plus la pression des éléphants en s'éloignant des points d'eau.

#### **Structure verticale**

La structure verticale des individus de *Acacia sieberiana* ayant fait l'objet de dégâts a été représentée à la Figure 4. Cette structure s'était globalement ajustée à la distribution de Weibull. Le paramètre de forme *c* de chaque milieu a eu une valeur comprise entre 1 et 3,6 qui était typique des peuplements monospécifiques avec une prédominance des individus jeunes ou de faible diamètre. Mieux les individus ayant une hauteur comprise entre 4 et 6 m puis 6 et 8 m ont eu pour densités respectives 6,28 tiges/ha et 5,79 tiges/ha proche des points d'eau puis 9,03 tiges/ha et 9,82 tiges/ha en s'éloignant. Ainsi, les individus de *Acacia sieberiana* appartenant à ces deux classes de hauteur subissaient plus de dommages en s'éloignant au fur et à mesure des points d'eau.

#### **Structure des individus endommagés de *Adansonia digitata***

##### **Structure horizontale**

La structure horizontale des individus endommagés de *Adansonia digitata* a été présentée à la Figure 5. Cette structure s'était globalement ajustée à la distribution de Weibull. Proche des points d'eau, elle a présenté une forme en « J renversé » avec le paramètre de forme *c* qui a eu une valeur inférieure à 1, qui était caractéristique des

peuplements naturels multispécifiques en équilibre. Par contre, loin des points d'eau, le paramètre de forme *c* a pris une valeur comprise entre 1 et 3,6 qui témoigne des peuplements monospécifiques avec une prédominance des individus jeunes ou de faible diamètre.

La densité des individus endommagés à diamètre compris entre 10 et 30 cm a été de 28,89 tiges/ha proche des points d'eau et de 1,23 tiges/ha loin de ceux-ci. Par contre, celle des individus à diamètre supérieur à 110 cm a été de 5,2 tiges/ha proche et de 13,35 tiges/ha loin des points d'eau. Ainsi, les plus gros individus de *Adansonia digitata* subissaient plus la pression des éléphants loin des points d'eau. Les petits individus ont été plus endommagés à proximité que loin de ces points d'eau.

##### **Structure verticale**

La structure verticale des individus endommagés de *Adansonia digitata* a été présentée à la Figure 6. Cette structure s'était globalement ajustée à la distribution de Weibull dans les deux milieux. Proche des points d'eau, le paramètre de forme *c* a pris une valeur comprise entre 1 et 3,6 qui était caractéristique des peuplements monospécifiques avec prédominance d'individus jeunes ou de faible diamètre. Par contre, loin des points d'eau, le paramètre de forme *c* a pris une valeur supérieure à 3,6 indiquant des peuplements monospécifiques avec une prédominance des sujets âgés.

Cette structure a révélé également que la densité des individus endommagés de hauteur comprise entre 5 et 8 m a été de 8,89 tiges/ha en s'approchant des points d'eau et de 1,85 tiges/ha au loin des points d'eau. Par contre, celle des individus de hauteur comprise entre 14 m et plus a été de 11,5 tiges/ha à proximité et de 11,8 tiges/ha loin des points d'eau. Ainsi, les individus de petites hauteurs ont été plus endommagés à proximité qu'au loin des points d'eau. En revanche, ceux de grandes hauteurs ont subi plus de dégâts plus au loin que proche de ces points d'eau.

**Tableau 2** : Prévalence et intensité du dégât des populations d'éléphants sur les populations de *Acacia sieberiana* selon le gradient hydrique.

Dégâts	Prévalence du dégât (%)		Intensité du dégât (%)	
	Proche	Eloigné	Proche	Eloigné
	des points d'eau			
<b>Ecorçage</b>	2,17 <sup>a</sup>	2,06 <sup>a</sup>	8,7 <sup>a</sup>	25 <sup>a</sup>
<b>Cassure de branche</b>	58,52 <sup>a</sup>	55,25 <sup>a</sup>	36,2 <sup>a</sup>	16,09 <sup>b</sup>
<b>Déracinement</b>	12,9 <sup>a</sup>	15,3 <sup>a</sup>	.	.

**Note** : Sur la même ligne, les valeurs portant en exposant la même lettre ne sont pas statistiquement différentes au seuil de 5 %. Par contre, celles portant les exposants différents sont statistiquement différentes au seuil de 5%.



**Photo 1** : Branches cassées de *Acacia sieberiana* par les éléphants.

**Tableau 3** : Prévalence et intensité du dégât sur *Adansonia digitata* selon le gradient hydrique investigué.

Dégâts	Prévalence du dégât (%)		Intensité du dégât (%)	
	Proche	Eloigné	Proche	Eloigné
	des points d'eau			
<b>Ecorçage</b>	57,83 <sup>a</sup>	95,16 <sup>b</sup>	15,56 <sup>a</sup>	31,98 <sup>b</sup>
<b>Cassure de branche</b>	31 <sup>a</sup>	14,05 <sup>a</sup>	10,83 <sup>a</sup>	3,42 <sup>a</sup>
<b>Déracinement</b>	24,83 <sup>a</sup>	3,05 <sup>a</sup>		

**NB** : Sur la même ligne, les valeurs portant en exposant la même lettre ne sont pas statistiquement différentes au seuil de 5%. Par contre, celles portant les exposants différents sont statistiquement différentes au seuil de 5%.





**Photo 2** : Tronc d'un individu de *Adansonia digitata* écorcé par les éléphants.

**Tableau 4** : Valeurs des paramètres structuraux du peuplement à *Acacia sieberiana* suivant le gradient hydrique.

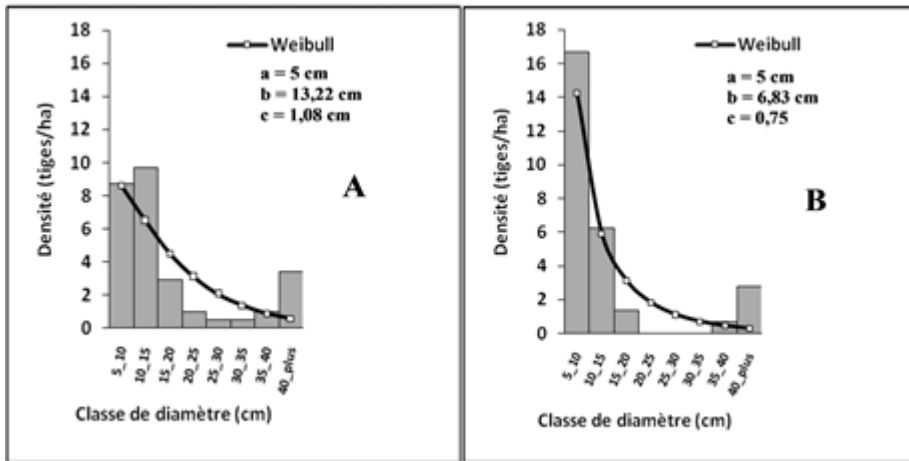
Paramètres structuraux du peuplement	Proche	Eloigné
	des points d'eau	
Diamètre moyen (cm)	17,77 <sup>a</sup>	22,64 <sup>a</sup>
Hauteur moyenne (m)	5,11 <sup>a</sup>	7,22 <sup>a</sup>
Densité moyenne d'arbres (tiges/ha)	39,92 <sup>a</sup>	66,14 <sup>a</sup>
Densité moyenne de régénération (individus/ha)	123,46 <sup>a</sup>	187,83 <sup>a</sup>

NB : Sur la même ligne, les valeurs portant en exposant la même lettre ne sont pas statistiquement différentes au seuil de 5%.

**Tableau 5** : Valeurs des paramètres structuraux du peuplement à *Adansonia digitata* suivant le gradient hydrique.

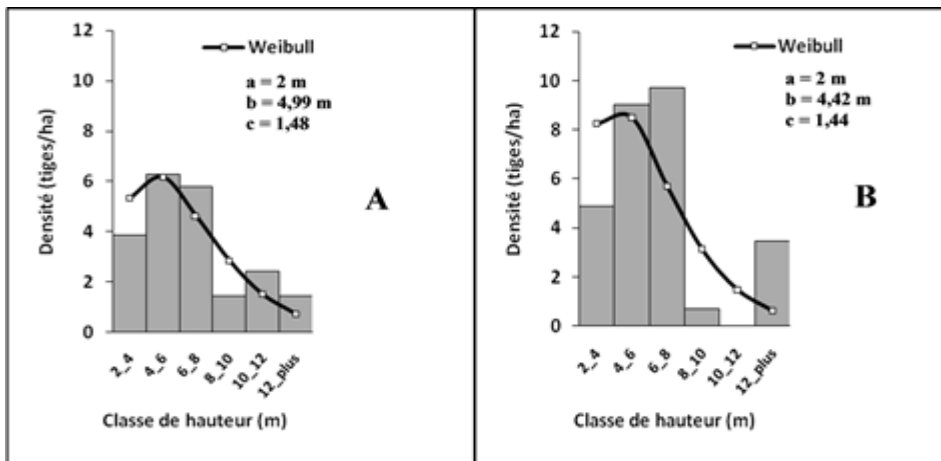
Paramètres structuraux du peuplement	Proche	Eloigné
	des points d'eau	
Diamètres moyens (cm)	82,1 <sup>a</sup>	134,65 <sup>b</sup>
Hauteurs moyennes (m)	12,51 <sup>a</sup>	13,62 <sup>b</sup>
Densité moyenne d'arbres (tiges/ha)	22,2 <sup>a</sup>	18,13 <sup>b</sup>
Densité moyenne de régénération (individus/ha)	5,55 <sup>a</sup>	0,00 <sup>b</sup>

NB : Sur la même ligne, les valeurs portant les exposants différents sont statistiquement différentes au seuil de 5%.



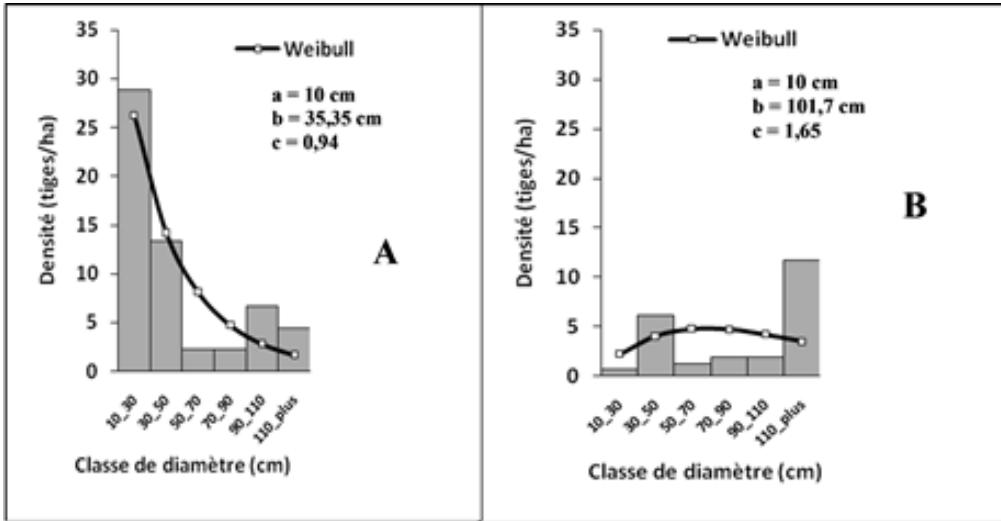
**Figure 3 :** Répartition par classes de diamètre des individus endommagés de *Acacia sieberiana* suivant le gradient hydrique.

A = proche du point d'eau et B = éloigné du point d'eau.

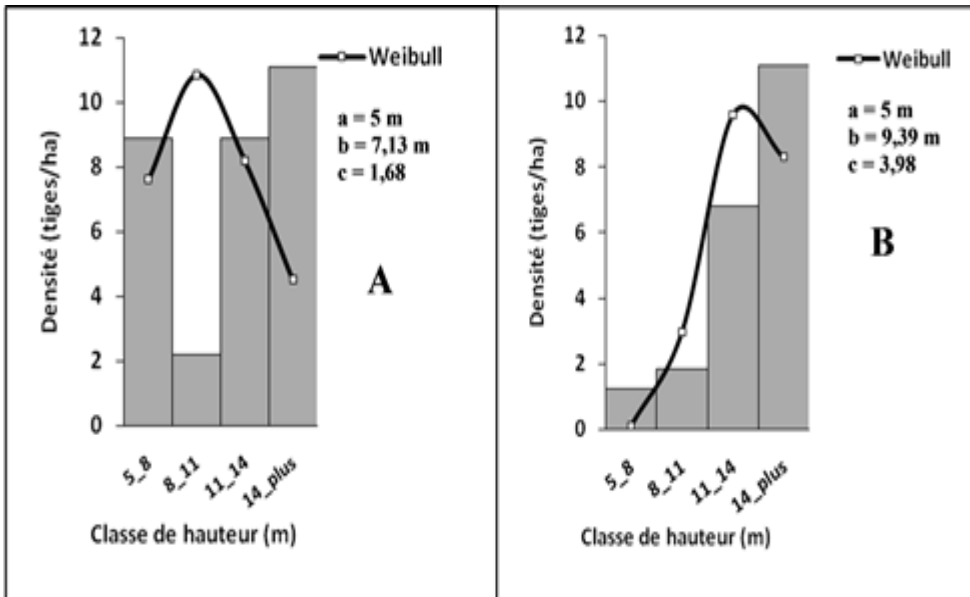


**Figure 4 :** Répartition par classes de hauteur des individus mutilés de *Acacia sieberiana* suivant le gradient hydrique.

A = proche du point d'eau et B = éloigné du point d'eau.



**Figure 5 :** Répartition par classes de diamètre du peuplement à *Adansonia digitata* suivant le gradient hydrique investigué.  
 A = proche du point d'eau et B = éloigné du point d'eau.



**Figure 6 :** Répartition par classes de hauteur du peuplement à *Adansonia digitata* suivant le gradient hydrique.  
 A = proche du point d'eau et B = éloigné du point d'eau.

## DISCUSSION

### Dégâts enregistrés sur les individus de *Acacia sieberiana*

La cassure de branches constitue le dégât le plus dommageable aux individus de *Acacia sieberiana*. Cette forme de pression sur les individus de *Acacia sieberiana* peut s'expliquer probablement par le fait que l'éléphant, à la recherche des feuilles plus tendres et riches en nutriments à mettre à la disposition surtout des éléphanteaux, casse les branches. Holdo (2003) a aussi montré qu'il existe une relation entre la richesse en nutriments des arbres et les dommages causés par les éléphants, ladite corrélation est positive entre la concentration des feuilles en calcium, magnésium, potassium et protéines. Notons que la cassure des branches peut perturber la reproduction chez l'espèce. Il est évident que les graines immatures que l'éléphant fait tomber ne vont pas repousser. Cette cassure de branches peut également contribuer au ralentissement de la croissance de ces individus de l'espèce et peut les rendre vulnérables à l'effet des feux de végétation. Maire (2000) confirme que les éléphants, par leur prélèvement sur les individus de 0 à 6 m de hauteur, empêchent leur croissance.

De plus, le résultat selon lequel en s'approchant des points d'eau, l'intensité de la cassure des branches est significativement plus élevée peut être lié au fait que l'éléphant passe relativement plus de temps dans les aires situées à proximité des points d'eau pour s'alimenter et s'abreuver en saison sèche. Ces aires lui offrent généralement à la fois des quantités suffisantes en fourrages et un accès à l'eau beaucoup plus aisé. Ainsi, certaines populations d'éléphants y séjournent. Dans de telles conditions, les éléphants causent de fortes déplétions à la végétation en ces lieux. de Beer et al. (2006) ont montré que le degré d'impact des éléphants sur les plantes est plus élevé proche des points d'eau et que la pression est plus intense sur les espèces du genre *Acacia*. Par contre, la faible intensité de cassure de branches loin des cours d'eau, peut être due au fait que ce milieu soit moins riche

en espèces végétales exploitées pour l'alimentation des éléphants. Ce qui peut emmener les populations d'éléphants à simplement parcourir ces aires sans y trop passer de temps.

### Dégâts enregistrés sur les individus de *Adansonia digitata*

L'écorçage est le dégât le plus destructeur causé par les éléphants sur des individus d'*Adansonia digitata* avec 57,83% d'individus endommagés à proximité des points d'eau contre 95,16% en s'éloignant. L'intensité d'écorçage est significativement ( $p < 0,05$ ) plus faible à proximité des points d'eau. Ainsi, l'éléphant exerce plus de pression sur les individus de *Adansonia digitata* loin des points d'eau où la disponibilité fourragère baisse énormément surtout pendant la saison sèche. Ce résultat est en accord avec celui de Styles et Skinner (2000) qui notent que loin des points d'eau, quand la disponibilité de l'herbe verte baisse pendant les saisons sèches, les éléphants consomment plus d'écorce. Cette situation découle du fait que les écorces contiennent plus d'eau et sont riches en tissus végétaux pour répondre aux besoins alimentaires pour les éléphants.

### Impact des éléphants sur les peuplements de *Acacia sieberiana* le long de gradient hydrique

Bien que l'intensité des dégâts sur les individus de *Acacia sieberiana* soit significativement ( $p < 0,05$ ) plus élevée à proximité des points d'eau que loin, aucune différence significative n'existe ( $p > 0,05$ ) entre la structure horizontale et la structure verticale des individus endommagés des deux milieux. Ceci peut s'expliquer d'une part, par le fait que la cassure de branches s'est peut être effectuée au-delà de 1,3 m de hauteur et d'autre part, par le fait que la différence est non significative ( $p > 0,05$ ) pour la prévalence de cassure de branches entre les deux milieux. Ainsi, l'éléphant n'influence pas la structure des peuplements de *Acacia sieberiana*.

Malgré la forte intensité de cassure de branches exercée par les populations d'éléphants sur *Acacia sieberiana* à proximité des points d'eau, aucune différence significative ( $p > 0,05$ ) n'existe entre la régénération dans les deux milieux. Ainsi, la cassure de branches n'influence pas la régénération de *Acacia sieberiana*. Selon Poilecot et al. (2007), la forte concentration en populations d'éléphants perturbe la régénération par effet de piétinement. La différence non significative ( $p > 0,05$ ) de la régénération obtenue dans cette étude peut résulter de la résistance des jeunes pousses d'*Acacia sieberiana* aux dommages causés par les éléphants. Ces juvéniles, malgré la pression, restent en vie avec une perturbation et un ralentissement de leur croissance. En effet, Owen-Smith (1996), dans les écosystèmes savanicoles africains, a montré que les arbres des plaines d'inondation subissent intensément les impacts des éléphants. Cependant, ces espèces traversent les périodes d'inondation où elles acquièrent une capacité régénérative pour résister aux dommages des éléphants ou pour les compenser. Durant la saison pluvieuse où les éléphants explorent d'autres formations végétales, les juvéniles ont l'opportunité de s'établir. Il est aussi important de rappeler que l'éléphant exerce une action bénéfique sur son habitat notamment à travers la dissémination des semences (Cochrane, 2003 ; Nchanji et Plumpre, 2003). Cette action de l'éléphant doit être à la base du même degré de régénération observée à proximité ou loin des points d'eau.

### **Impact des éléphants sur les peuplements de *Adansonia digitata* le long de gradient hydrique**

La structure des peuplements de *Adansonia digitata* révèle que l'éléphant cause plus de dégâts sur les petits individus à proximité que loin des points d'eau. Par contre, les grands individus sont plus endommagés loin que proche des points d'eau. Ceci peut être dû au fait que les plus gros pieds de *Adansonia digitata* se situent

loin des mares et que les moins gros sont plus concentrés à proximité. Sachant que les résultats de Ihwagi et al. (2010) ont montré que l'écorçage est positivement lié à la circonférence du tronc. Alors, les éléphants par leur comportement sélectif endommagent beaucoup plus les gros individus de *Adansonia digitata* éloignés des points d'eau. Cependant les résultats obtenus semblent contraires à ceux de Ngoro et al. (2016). Ces derniers dans leur étude le long d'un gradient hydrique dans le parc National de Mana Pools au Zimbabwe ont montré que la pression des éléphants sur les populations de baobab est tout aussi forte sur les individus âgés que jeunes entraînant de fait une perturbation de la structure et de l'abondance des populations de baobab.

La régénération de *Adansonia digitata* est présente à proximité des points d'eau avec une densité estimée à 5,5 individus/ha. Par contre, elle est quasi inexistante loin des points d'eau. Cette présence de la régénération dans le milieu proche de la source d'eau peut être due aux facteurs hydriques dont bénéficie le sol à cet endroit. A cela peut s'ajouter l'effet de zoochorie qui doit faciliter la germination des graines dans ces milieux où existe un microclimat particulier à cause de l'humidité qui persiste sur une longue période de l'année. Ces milieux offrent aussi la chance aux jeunes pousses de grandir sans être perturbées par les feux de végétation qui y parviennent très tardivement pendant la saison sèche.

Par contre, l'absence de la régénération peut s'expliquer par la forte intensité d'écorçage enregistré sur les individus situés loin des points d'eau. En effet, cette forme de dégât s'explique par le piétinement trop intense lié à leur séjour sous les individus. Ribeiro et al. (2008) ont remarqué une faible régénération au niveau des espèces endommagées par les éléphants dans la Niassa Reserve au Nord du Mozambique. Ces espèces sont souvent exposées à un risque d'extinction localisée (O'Connor et al., 2007). Ainsi, sous l'influence des éléphants *Adansonia digitata* a presque disparu à l'Est

du Tsavo au Kenya et dans le Gonarezhou au Zimbabwe (Owen-Smith et Mills, 2006). Notons également que cette absence de régénération de *A. digitata* loin des points d'eau, peut être aggravée par son faible taux de germination qui est inférieur à 20 % dans les conditions naturelles (Danthu et al., 1995). A cela s'ajoute l'effet des feux de végétation qui vont détruire les jeunes plants. Ce résultat rejoint également celui de Kossou (2007) qui a montré que la faible régénération des espèces dans la RBP est liée à l'effet de piétinement des éléphants et parfois au passage des feux de végétation.

### Conclusion

Le parcours des populations d'éléphants dans la Réserve de Biosphère de la Pendjari cause énormément de dégâts sur la végétation de leurs parcours. En saison sèche, les troupeaux d'éléphants sont plus concentrés autour des points d'eau qui sont des zones à potentiel alimentaire très élevé. Ces groupements végétaux de ces points d'eau sont riches en espèces appréciées par les éléphants. Dans ce cortège d'espèces appréciées, *Adansonia digitata* et *Acacia sieberiana* sont deux espèces très appréciées par ce pachyderme et qui sont exploitées de différentes manières. Ainsi, la cassure de branches est révélée comme le dégât le plus dommageable sur *Acacia sieberiana* avec une intensité plus élevée à proximité des points d'eau tandis que *Adansonia digitata* subit plus l'écorçage avec une forte intensité en s'éloignant. La régénération de chacune de ces deux espèces permet de constater que celle de *Adansonia digitata* au loin des points d'eau est plus menacée. Par contre celle de *Acacia sieberiana* présente une différence non significative entre les deux milieux. Ces résultats doivent et vont servir de vecteurs de décisions favorables à l'aménagement et à la conservation de ces points d'eau très fréquentés par les populations d'éléphants surtout dans le contexte actuel des variabilités et changements climatiques dans une région de savane comme celle de la Réserve de Biosphère de la Pendjari au Bénin.

### CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'il n'existe aucun conflit d'intérêt relatif à cet article.

### CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

CAT a conçu le protocole de recherche, a collecté les données sur le terrain, a analysé et a rédigé le manuscrit. TOL et LGH ont aidé dans l'analyse des données, la lecture et l'amélioration du draft de manuscrit. BS et GAM ont assuré la coordination du travail de recherche et ont lu le projet final de manuscrit avant soumission.

### REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient la Direction du Parc National de la Pendjari et le Centre National de Gestion des Réserves de Faune (CENAGREF) pour les facilités accordées lors des travaux de recherche sur le terrain. Nos remerciements vont également à l'endroit de Azihou Fortuné, Guillaume Atouba KOUAGOU, Gatien TIANDO et des membres de l'Association Villageoise de Gestion des Réserves de Faune Gestion pour leur implication active dans la collecte des données.

### REFERENCES

- Azihou AF. 2008. Influence de l'éléphant (*Loxodonta africana*) sur la structure des formations végétales et la disponibilité des espèces végétales appréciées par d'autres herbivores dans la Réserve de Biosphère de la Pendjari au Bénin. Thèse d'Ingénieur Agronome. FSA/UAC. Bénin, p.76.
- Bonou W, Glèlè KR, Assogbadjo AE, Fonton HN, Sinsin B, 2009. Characterisation of *Azelia africana* S.M. habitat in the Lama forest reserve of Benin. *Forest Ecology and Management*, **258**:1084-1092. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.05.032>.
- Calenge C, Maillard D, Gaillard JM, Merlot L, Peltier R. 2002. Elephant damage to

- trees of wooded savanna in Zakouma National Park, Chad. *Journal of Tropical Ecology*, **18**(4): 599-614. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0266467402002390>.
- Cochrane EP. 2003. The need to be eaten: *Balanites wilsoniana* with and without elephant seed-dispersal. *Journal of Tropical Ecology*, **19**(5): 579-589. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0266467403003638>.
- Danthu PJ, Roussel A, Gaye, El Mazzoudi EH. 1995. Baobab (*Adansonia digitata* L.) seed pretreatments for germination improvement. *Seed Sci and Technol.*, **23**: 469-475.
- de Beer Y, Kilian W, Versfeld W, Van Aarde RJ. 2006. Elephants and low rainfall alter woody vegetation in Etosha National Park, Namibia. *Journal of Arid Environments*, **64**(3): 412-421. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2005.06.015>.
- De Boer WF, Fairall N, Van Aarde RJ, Ntumi CP. 2005. Use of space and habitat by elephants (*Loxodonta africana*) in the Maputo Elephant Reserve, Mozambique. *South African Journal of Wildlife Research*, **35**(2): 139-146.
- Duffy KJ, Dai X, Shannon G, Slotow R, Page B. 2011. Movement patterns of African elephants (*Loxodonta africana*) in different habitat types. *South African Journal of Wildlife Research*, **41**(1): 21-28. DOI: <https://doi.org/10.3957/056.041.0107>.
- Holdo RM. 2003. Woody plant damage by African elephants in relation to leaf nutrients in Western Zimbabwe. *Journal of Tropical Ecology*, **19**: 189-196. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0266467403003213>.
- Ihwagi FW, Vollrath F, Chira RM, Douglas-Hamilton I, Kironchi G. 2010. The impact of elephants, *Loxodonta africana*, on woody vegetation through selective debarking in Samburu and Buffalo Springs National Reserves, Kenya. *African Journal of Ecology*, **48**(1): 87-95. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2028.2009.01089.x>.
- Kossou HES. 2007. Identification et caractérisation des formations végétales exploitées Par les éléphants d'Afrique (*Loxodonta africana*) dans la Réserve de Biosphère de la Pendjari. Thèse d'Ingénieur Agronome. FSA / UAC, Bénin, p. 120.
- Lombard AT, Johnson FC, Cowling RM, Pressey LR. 2001. Protecting Plants from elephants: botanical reserves scenarios within the Addo Elephant National Park. *South Africa Biological Conservation*, **102**(2): 191-203. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(01\)00056-8](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(01)00056-8).
- Maire M. 2000. Impact actuel des éléphants sur la savane à *Acacia seyal* : parc national de Zakouma (Sud-est du Tchad), N'Djaména, Tchad. FIF-Engref/Commission Européenne, 34p.
- Nago SGA, Amahowe I, Zannou O, Houessou L, Ahononga F, N'Sera P, Kouton M, Kidjo F, Sahilou S, Sinsin B. 2016. Diversité, abondance et densité des populations de faune dans la Réserve de Biosphère de la Pendjari (Nord Bénin). *Annales de l'Université de Parakou, Série Sciences Naturelles Agronomie*, **6**(1): 10-25.
- Nchanji AC, Plumptre AJ. 2003. Seed germination and early seedling establishment of some elephant-dispersed species in Banyang-Mbo Wildlife Sanctuary, south-western Cameroon. *Journal of Tropical Ecology*, **19**(3): 229-237. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0266467403003262>.
- Ndoro O, Mashapa C, Kativu S, Gandiwa E. 2016. Impact of African elephant on baobab along a surface water availability gradient in Mana Pools National Park, Zimbabwe. *Tropical Ecology*, **57**(2): 333-341.
- O'Connor TG, Goodman PS, Clegg B. 2007. A functional hypothesis of the threat of

- local extirpation of woody plant species by elephant in Africa. *Biological Conservation*, **136**(3): 329-345. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2006.12.014>.
- Owen-Smith N. 1996. Ecological guidelines for waterpoints in extensive protected areas. *South African J. Wildlife Research*, **26**: 107-112.
- Owen-Smith N, Mills MGL. 2006. Manifold interactive influences on the population dynamics of a multispecies ungulate assemblage. *Ecological Monographs*, **76**(1): 73-92. DOI: <https://doi.org/10.1890/04-1101>.
- Kupika OL, Kativu S, Gandiwa E, Gumbie A. 2014. Impact of African elephants on baobab (*Adansonia digitata* L.) population structure in northern Gonarezhou National Park, Zimbabwe, *Tropical Ecology*, **55**(2): 159-166.
- Poilecot P, Boulanodji E, Taloua N, Djimet B, Ngui T, Singa J. 2007. Parc national de Zakouma: des éléphants et des arbres. *Bois et Forêts des Tropiques*, **291** : 13-24.
- Pretorius Y, de Boer FW, van der Waal C, de Knegt HJ, Grant RC, Knox NM, Kohi EM, Mwakiwa E, Page B R, Peel MJS, Skidmore AK, Slotow R, van Wieren SE., Prins HHT. 2011. Soil nutrient status determines how elephant utilize trees and shape environments. *Journal of Animal Ecology*, **80**(4): 875-883. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2011.01819.x>.
- Ribeiro NS, Shugart HH, Washington-Allen R. 2008. The effects of fire and elephants on species composition and structure of the Niassa Reserve, northern Mozambique. *Forest Ecology and Management*, **255**(5): 1626-1636. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.11.033>.
- Shoshani J, Hagos Y, Yacob Y, Ghebrehiwet M, Kebrom E. 2004. Elephants (*Loxodonta africana*) of Zoba Gash Barka, Eritrea: Part 2. Numbers and distribution, ecology and behaviour, and fauna and flora in their ecosystem. *Pachyderm*, **36**: 52-68
- Sinsin B, Tèhou AC, Daouda I, Saidou A. 2002. Abundance and species richness of larger mammals in Pendjari National park in Benin. *Mammalian*, **66**: 369-380. <https://doi.org/10.1515/mamm.2002.66.3.369>.
- Styles C.V., Skinner J.D., 2000. The influence of large mammalian herbivores on growth form and utilization of mopane trees, *Colophospermum mopane*, in Botswana's Northern Tuli Game Reserve. *African Journal of Ecology* **38**(2): 95-101.
- Tèhou AC, Sinsin B. 2000. Ecologie de la population d'éléphants (*Loxodonta africana*) de la zone cynégétique de la Djona (Bénin). *Mammalia*, **64** (1): 29-40. <https://doi.org/10.1515/mamm.2000.64.1.29>.
- White F. 1986. La végétation d'Afrique. Mémoire accompagnant la carte de la végétation de l'Afrique. UNESCO/AETFAT/UNSO, ORSTOM) UNESCO, 384 p.