



# Optimalisation des services écosystémiques rendus par l'éléphant dans les concessions forestières certifiées (ELEFOR)

Contrat C162

Rapport d'activités final



Coordinateur du projet : Jean-Louis Doucet

Auteurs du rapport : Morgane Scalbert & Jean-Louis Doucet



# SOMMAIRE

1	Contexte et objectif de l'intervention .....	- 4 -
2	Financements .....	- 5 -
3	Zones d'étude .....	- 6 -
4	Volet 1 : revue de la littérature sur les interactions entre l'exploitation forestière et les éléphants .....	- 7 -
5	Volet 2 : impact de l'exploitation forestière sur la présence, l'abondance, le rythme d'activité et les déplacements des éléphants .....	- 8 -
5.1	Activité 2.1 : inventaires d'éléphants avant et après exploitation (CEB-PW – Gabon) .....	- 8 -
a)	Méthode .....	- 8 -
b)	Résultats .....	- 9 -
5.2	Activité 2.2 : inventaires d'éléphants dans une zone exploitée et une zone non exploitée ...	- 11 -
a)	Méthode .....	- 11 -
b)	Résultats .....	- 12 -
5.3	Activité 2.3 : inventaires d'éléphants sur différents types de pistes .....	- 13 -
a)	Méthode .....	- 13 -
b)	Résultats .....	- 14 -
5.4	Conclusion .....	- 16 -
6	Volet 3 : influence de l'exploitation sur la répartition spatiale des graines dispersées par l'éléphant et le devenir de celles-ci .....	- 17 -
6.1	Activité 3.1 : Observations des consommateurs de fruits au pied de quatre essences .....	- 17 -
a)	Méthode .....	- 17 -
b)	Résultats .....	- 18 -
6.2	Activité 3.2 : Observations de graines et plantules dans les crottes d'éléphants + tests de germination .....	- 20 -
a)	Méthode .....	- 20 -
b)	Résultats .....	- 20 -
6.3	Activité 3.3 : étude de la dispersion secondaire et de la prédation des graines dans les crottes d'éléphants .....	- 21 -
a)	Méthode .....	- 21 -
b)	Résultats .....	- 21 -
6.4	Conclusion .....	- 22 -
7	Volet 4 : dégâts occasionnés par les éléphants aux essences commerciales et aux plantations .....	- 23 -
7.1	Activité 4.1 : Caractérisation des dégâts d'écorcement .....	- 23 -
a)	Méthode .....	- 23 -

b)	Résultats.....	- 23 -
7.2	Activité 4.2 : Identification des molécules volatiles présentes dans les écorces .....	- 24 -
a)	Méthode.....	- 24 -
b)	Résultats.....	- 25 -
7.3	Activité 4.3 : Caractérisation des dégâts dans les reboisements .....	- 26 -
a)	Méthode.....	- 26 -
b)	Résultats.....	- 27 -
7.4	Activité 4.4 : Test d'une méthode pour limiter les dégâts dans les reboisements .....	- 28 -
a)	Méthode.....	- 28 -
b)	Résultats.....	- 28 -
7.5	Conclusion .....	- 29 -
8	Valorisation des résultats du projet .....	- 30 -
8.1	Communications scientifiques .....	- 30 -
8.2	Médias.....	- 31 -
8.3	Vulgarisation .....	- 32 -
9	Conclusion .....	- 33 -

# **1 Contexte et objectif de l'intervention**

L'éléphant de forêt (*Loxodonta cyclotis*) est connu pour jouer un rôle crucial dans la dynamique des écosystèmes forestiers (Nchanji & Plumptre, 2003; Campos-Arceiz & Blake, 2011; Poulsen et al., 2018; Sivaperuman & Venkataraman, 2018). Il permet notamment une régénération des espèces végétales en (i) dispersant leurs graines sur de longues distances, (ii) ouvrant le sous-bois et en créant des conditions de lumière potentiellement propices au développement des plantules d'essences héliophiles et (iii) redistribuant les nutriments dans le sol (Poulsen et al., 2018). L'éléphant pourrait même être le seul mammifère (outré l'Homme) capable de disperser sur de très longues distances des essences commerciales possédant de gros fruits comme le moabi (*Baillonella toxisperma*) (Ndiade-Bouroubo et al., 2009), le douka (*Tieghemella africana*) et le pao rosa (*Bobgunnia fistuloides*).

Malheureusement, aujourd'hui cette espèce est gravement menacée pour deux raisons principales : (i) elle fait l'objet d'un braconnage sans précédent pour l'ivoire (Bennett, 2015) et sa viande, (ii) elle est à l'origine de nombreux dégâts aux plantations vivrières et forestières, ce qui n'incite pas les victimes de ses raids à la protéger (Ngama et al., 2016). L'éléphant est une espèce légalement protégée dans la plupart des pays et doit donc faire l'objet d'une attention particulière dans le cadre de la certification forestière. D'une certaine manière, une concession certifiée hébergeant encore des éléphants apparait comme un lieu à sanctuariser pour sa conservation et pour le maintien des fonctions de l'écosystème.

Dans le contexte de l'exploitation forestière, deux problématiques importantes sont à souligner. Premièrement, en créant des routes, et en l'absence de contrôle, l'exploitation forestière facilite le déplacement des braconniers. On peut toutefois considérer que cet impact est limité dans les concessions forestières certifiées au sein desquelles une lutte anti-braconnage est mise en œuvre (éco-gardes, logiciel smart,...). Deuxièmement, l'éléphant occasionne de nombreux dégâts en écorçant des arbres pour se nourrir (Ihwagi et al., 2010). Cela peut conduire à une perte de qualité des fûts et une diminution de la ressource forestière. Des observations préliminaires réalisées dans la concession de CEB Precious Woods (CEB-PW) au Gabon, où les densités d'éléphants sont particulièrement élevées, témoignent de dégâts considérables sur des essences commerciales majeures comme l'okan (*Cylicodiscus gabunensis*), le moabi (*Baillonella toxisperma*) ou le douka (*Tieghemella africana*), tant au niveau des tiges que de la régénération. Le cas de l'okan (*Cylicodiscus gabunensis*) est particulièrement problématique. Cette essence est en seconde position en termes d'exploitation, après l'okoumé, et les volumes concernés dépassent les 300.000 m<sup>3</sup> sur l'ensemble de la concession. Les éléphants occasionnent aussi des dégâts dans les plantations réalisées par l'équipe de reboisement de cette société et dans les séries agricoles dédiées aux plantations vivrières des riverains. L'ensemble a des répercussions économiques qu'il conviendrait de quantifier et de maîtriser au cours de la rotation.

Il apparaît donc nécessaire de caractériser précisément le rôle disperseur de l'éléphant mais aussi l'impact destructeur qu'il peut avoir sur son environnement, afin d'acquérir une vision plus complète de son rôle écologique. Une concession forestière représente un contexte particulier car l'exploitation pourrait potentiellement influencer ces processus. En effet, cette dernière, par la création de routes et de pistes de débardage, pourrait modifier les mouvements et la présence des éléphants. Des observations préliminaires laissent présager que les pistes de débardage semblent devenir, quand elles sont abandonnées, des voies très utilisées par les éléphants. Si cela était confirmé, la répartition spatiale des graines dispersées serait modifiée, ce qui pourrait impacter (positivement ou négativement) plusieurs espèces de bois d'œuvre.

En conséquence, ce projet visait à répondre aux questions suivantes : (i) Comment l'exploitation forestière impacte-t-elle la présence, l'abondance, le rythme d'activité et les déplacements des éléphants ? (ii) Comment l'exploitation forestière impacte-t-elle la répartition des graines dispersées par l'éléphant (iii) Quelle est l'ampleur des dégâts occasionnés par l'éléphant aux arbres commerciaux et aux plantations et comment les limiter ? Ces trois questions sont traitées séparément dans les volets 2, 3 et 4 de ce rapport.

## **2 Financements**

Ce projet a été financé par deux bailleurs de fonds, le Programme de Promotion de l'Exploitation Certifiée des Forêts (PPECF) d'une part et la *Precious Forests Foundation* (PFF) d'autre part.

Le logement, la nourriture et les déplacements sur les sites d'étude ont été couverts par les sociétés forestières CEB Precious Woods (CEB-PW) au Gabon et SEFAC au Cameroun.

### 3 Zones d'étude

Les données utilisées pour répondre aux objectifs ont été récoltées dans trois zones d'étude : la concession forestière CEB-PW et le Parc National de la Lopé, situés au Gabon, ainsi que la concession forestière SEFAC, située dans le sud-est du Cameroun (Figure 1). Deux autres concessions forestières (ALPICAM et PALLISCO) ont été approchées mais on y retrouve peu d'éléphants. La zone d'étude principale est la concession CEB-PW, qui s'étend sur environ 600 000 hectares dans l'est du Gabon. Hormis lorsque c'est précisé, les activités se sont déroulées dans la concession CEB-PW. Les travaux réalisés dans le Parc National de la Lopé et dans la concession SEFAC ont été menés par des étudiants en Master 2 de Gembloux Agro-Bio Tech dans le cadre de leur travail de fin d'études (TFE).

Sept missions de collecte de données ont été entreprises :

- CEB-PW
  - Décembre 2019 à mars 2020
  - Janvier à avril 2021
  - Janvier à avril 2022
- SEFAC
  - Février à avril 2021
  - Février à avril 2022
- Lopé
  - Février à mars 2020
  - Mars à mai 2021

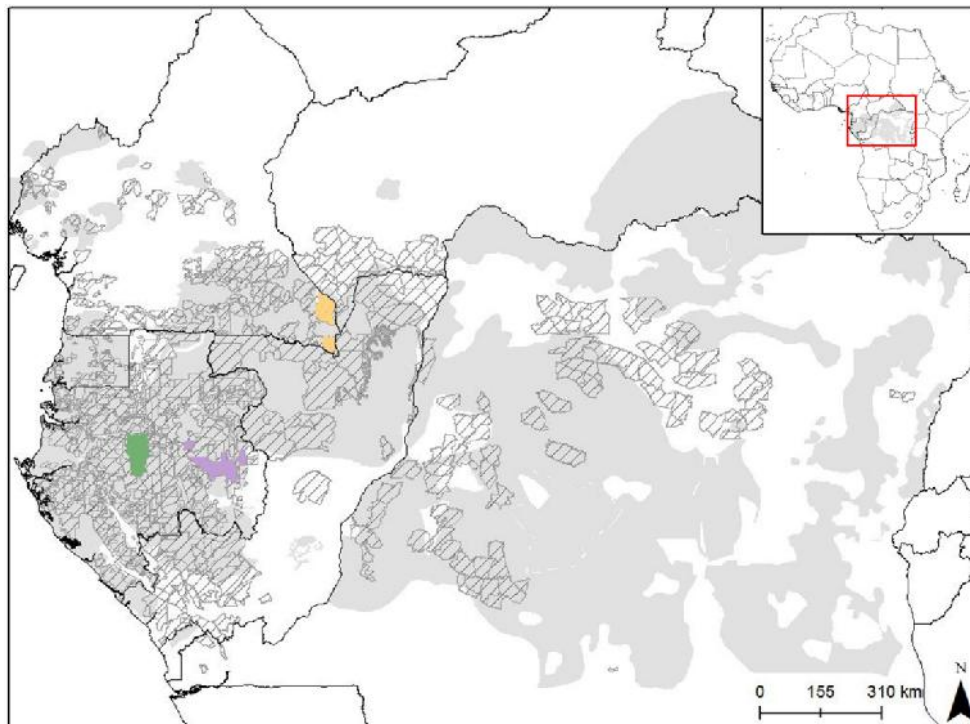


Figure 1. Localisation des concessions forestières CEB-PW (en mauve) et SEFAC (en jaune), et du Parc National de la Lopé (en vert). L'aire de distribution potentielle de l'éléphant de forêt est représentée en gris.

## **4 Volet 1 : revue de la littérature sur les interactions entre l'exploitation forestière et les éléphants**

Un travail conséquent de recherche bibliographique a été effectué afin d'acquérir une vision exhaustive des connaissances disponibles jusqu'en 2022 sur les éléphants. Dans ce but, des moteurs de recherche pour les publications scientifiques, comme *Scopus* et *Google Scholar*, ont été utilisés pour collecter les articles pertinents. Près de 400 articles ont été parcourus et classés selon les thèmes abordés et l'intérêt de l'article.

De nombreux sujets sont traités dans ces articles. On retrouve notamment des études sur le régime alimentaire de l'éléphant, son rôle dans la dispersion des graines et la régénération des espèces végétales, l'état actuel des populations d'éléphants et leur statut, le braconnage et le commerce illégal de l'ivoire, le conflit homme-éléphant, les dégâts d'herbivorie, l'impact des activités anthropiques et l'utilisation d'habitat. La majorité des publications porte sur l'éléphant de savane mais l'éléphant de forêt fait aussi l'objet de nombreuses études, tant en Afrique qu'en Asie.

Sur base de cette recherche, un article scientifique portant sur les interactions entre l'exploitation forestière et les éléphants a été publié. Cet article traite notamment de l'impact de l'exploitation sur la présence d'éléphants, du rôle de l'éléphant dans la dispersion d'essences commerciales, des dégâts (principalement d'écorcement) causés par l'éléphant aux essences commerciales et discute le rôle des concessions forestières dans la conservation de cette espèce emblématique.

Les recherches existantes sur les éléphants de forêt suggèrent que les concessions forestières, lorsqu'elles sont exploitées légalement, constituent des zones clés pour la conservation des éléphants de forêt. Par ailleurs, les éléphants de forêt contribuent à la régénération de nombreuses essences commerciales en dispersant leurs graines sur de longues distances. En revanche, et bien que cela reste à quantifier, ils peuvent causer des pertes économiques, en écorçant les arbres ou en brisant les jeunes plants d'essences commerciales. En compilant les résultats de nombreuses études, cet article fournit pour la première fois des listes d'espèces de bois d'œuvre connues pour être dispersées et/ou écorcées par les éléphants de forêt.

L'article intitulé "The challenging coexistence of forest elephants *Loxodonta cyclotis* and timber concessions in central Africa" a été publié dans la revue *Mammal Review* (IF : 5.373) le 5 octobre 2022. La version pdf se trouve en annexe et est également disponible aux liens suivants : <https://hdl.handle.net/2268/295751> et <https://doi.org/10.1111/mam.12305>.

## **5 Volet 2 : impact de l'exploitation forestière sur la présence, l'abondance, le rythme d'activité et les déplacements des éléphants**

Trois activités ont été menées dans le but d'évaluer l'impact de l'exploitation forestière sur la présence, l'abondance, le rythme d'activité et les déplacements des éléphants de forêt. L'une d'entre elles a été réalisée dans la concession CEB-PW (Gabon) et les deux autres dans la concession SEFAC (Cameroun). Les inventaires de faune basés sur des observations directes d'animaux ne sont pas simples à réaliser dans des zones où la végétation est dense, comme c'est le cas dans nos zones d'étude. Ce sont alors des observations indirectes (empreintes, crottes, nids, images issues de pièges photographiques...) qui sont utilisées comme proxys d'abondance. Pour l'étude des éléphants, le comptage de crottes et l'utilisation de pièges photographiques ou de capteurs acoustiques sont généralement adoptés.

### **5.1 Activité 2.1 : inventaires d'éléphants avant et après exploitation (CEB-PW – Gabon)**

#### **a) Méthode**

Au Gabon, nous avons réalisé des inventaires avant et après l'exploitation d'une zone en utilisant deux méthodes : les pièges photographiques et le comptage de crottes.

Un réseau de 35 pièges photographiques a été mis en place durant les mois de décembre 2019 et janvier 2020 dans trois assiettes annuelles de coupe (AAC) adjacentes : AAC1 = AAC 3520, AAC2 = AAC 3521 et AAC3 = AAC 3523 (Figure 2). Les pièges photographiques sont restés en place pendant trois mois. Une distance d'un kilomètre séparait chacune des caméras et ces dernières étaient systématiquement orientées vers une piste d'éléphants. En janvier 2022, neuf mois après l'exploitation de l'AAC1 et quelques semaines après l'exploitation de l'AAC2, le même réseau de pièges photographiques a été réinstallé afin de comparer les abondances relatives d'éléphants entre les deux inventaires.

Chaque observation d'éléphant a été considérée comme un événement indépendant dès lors qu'elle se déroulait au moins 30 minutes après l'observation précédente. Un indice d'abondance relative (RAI) a été compilé pour chaque inventaire, calculé de la manière suivante :

$$RAI = \frac{\text{Nombre d'événements indépendants}}{\text{Nombre de caméra. jours}} \times 100$$

Le nombre d'événements indépendants ainsi que leur timing (jour/nuit), ont été utilisés dans différents modèles statistiques (modèles d'occupation et modèles linéaires généralisés mixtes) afin de déterminer l'effet de l'exploitation sur la présence, l'abondance et le rythme d'activité des éléphants. L'influence de l'intensité d'exploitation (nombre d'arbres abattus par hectare), de la densité de routes et de débardages, ainsi que de la distance aux routes et aux débardages sur l'abondance d'éléphants a aussi été évaluée.

Le comptage de crottes a également été réalisé avant et après exploitation, aux mêmes périodes que les inventaires par pièges photographiques, mais uniquement dans l'AAC 1. Des transects espacés de



200 m et traversant toute l'AAC dans l'axe nord-sud ont été parcourus et toutes les crottes d'éléphants observées depuis le transect ont été enregistrées (Figure 2). Au total, 73 kilomètres de transects ont été parcourus lors de chaque inventaire.

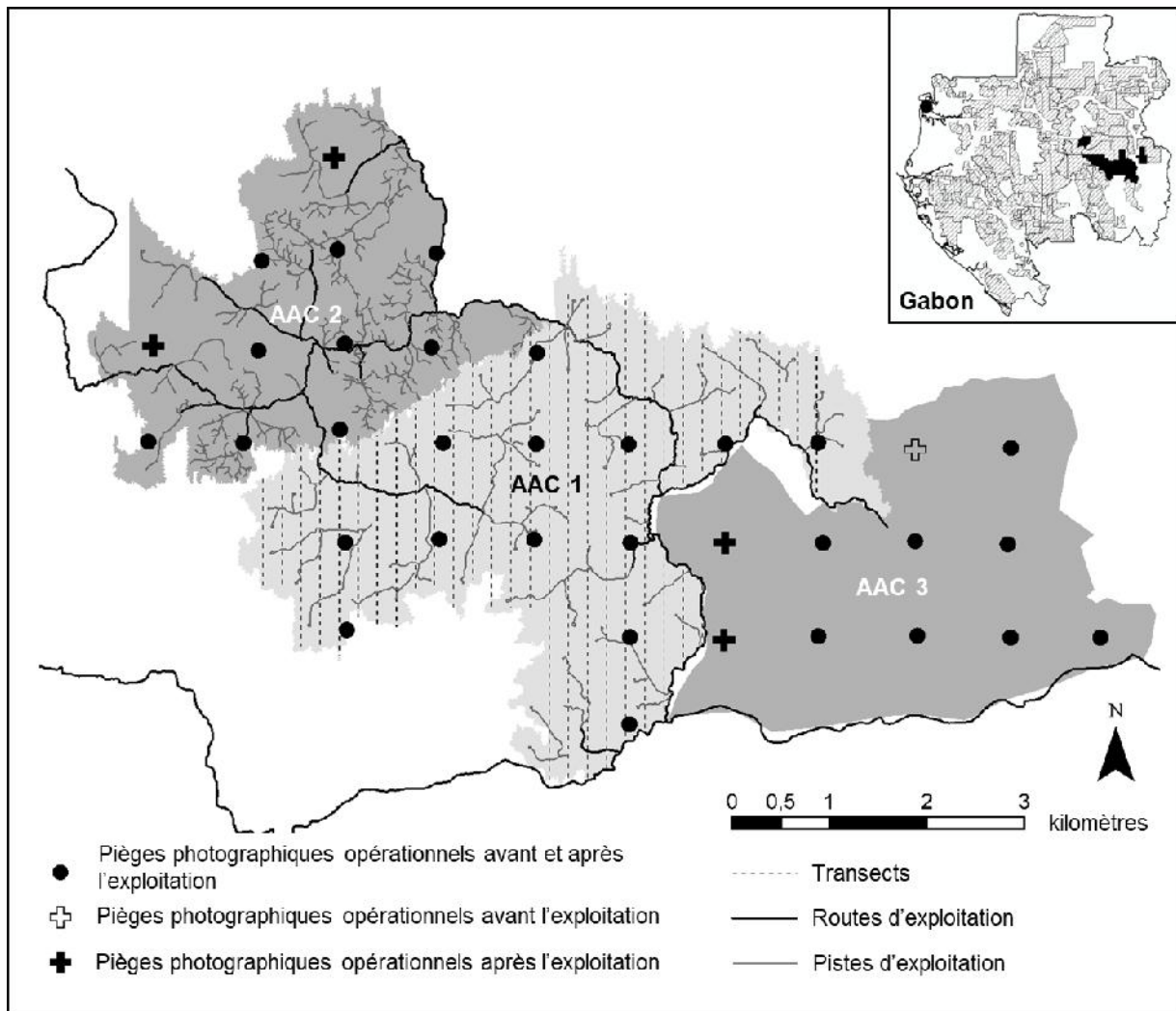


Figure 2 Localisation de la zone d'étude, des pièges photographiques et des transects linéaires utilisés pour les inventaires d'éléphants

## b) Résultats

Les inventaires par pièges photographiques menés avant et après l'exploitation ont donné lieu à 2 807 et 4 531 caméras.jours, respectivement. Lors de l'inventaire de 2020 (avant l'exploitation), 40 événements indépendants d'éléphants de forêt ont été enregistrés, ce qui a donné un RAI global de 1,43. Après l'exploitation, le nombre d'événements indépendants est passé à 88, soit un RAI global plus élevé de 1,94.

L'analyse d'occupation n'a pas montré d'effet significatif de l'exploitation sur la présence d'éléphants, la proportion de sites où les pièges photographiques ont détecté l'éléphant étant restée similaire après l'exploitation. L'abondance d'éléphants est également restée stable après l'exploitation dans les AAC 2 et 3 mais a augmenté (quasi doublé) dans l'AAC 1, exploitée neuf mois avant le second inventaire (Figure 3).

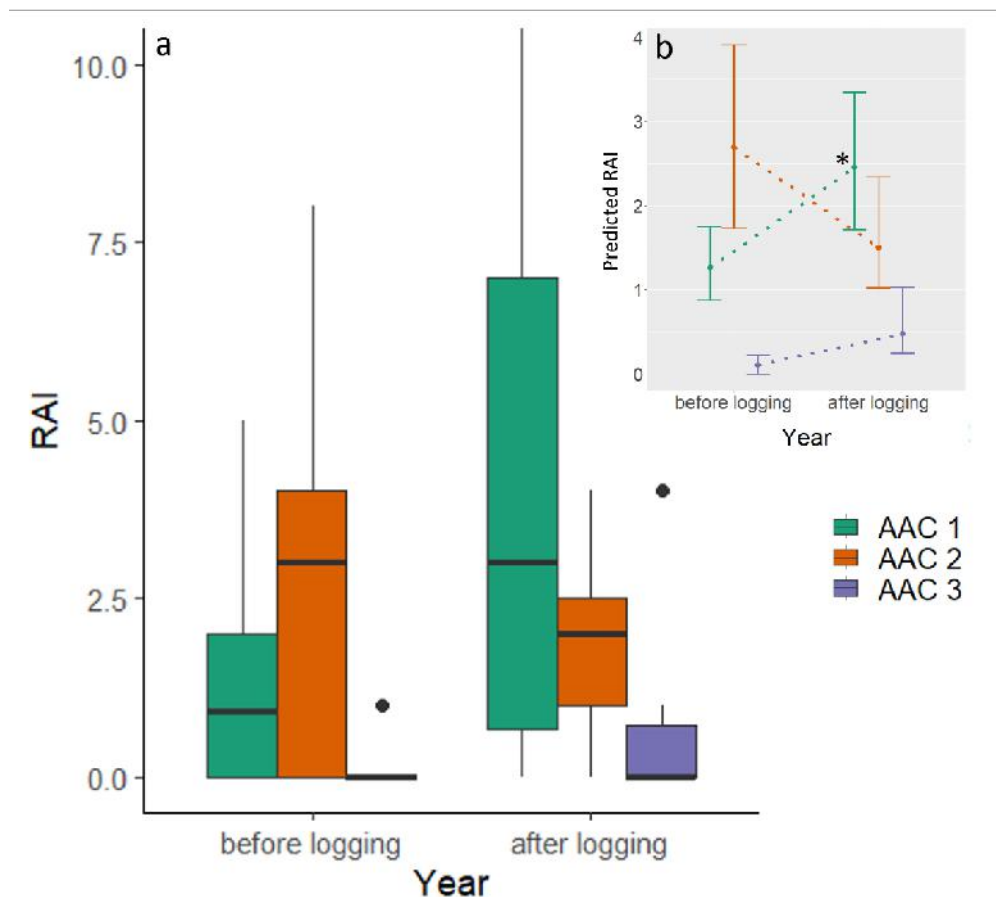


Figure 3 Evolution du RAI d'éléphant entre les deux années d'inventaires pour chacune des AACs. Les boxplots (a) illustrent les données de l'étude tandis que le graphique b correspond aux prédictions du modèle statistique. Le signe \* signifie que l'augmentation entre 2020 (avant exploitation) et 2022 (après exploitation) est significative pour l'AAC 1. Aucune différence significative n'est observée entre les deux années pour les AAC 2 et 3. En 2022, l'AAC 1 était exploitée depuis près d'un an, tandis que l'AAC 2 venait de l'être et l'AAC 3 ne l'était pas encore

Le rythme d'activité des éléphants ne semble également pas avoir été impacté par l'exploitation. Ils étaient plus actifs de jour que de nuit, aussi bien avant qu'après l'exploitation.

Enfin, l'intensité de l'exploitation forestière et, dans une moindre mesure, la densité des routes ont été identifiées comme des facteurs ayant un impact positif sur l'abondance des éléphants.

La méthode par comptage de crottes utilisée dans l'AAC 1 a donné des résultats similaires. En effet, 294 crottes avaient été observées avant l'exploitation et 780 après, soit une augmentation de 2,65 fois. Ceci coïncide avec l'augmentation du RAI obtenu par les pièges photographiques dans la même AAC.

Ces résultats font l'objet d'un article scientifique qui est en cours de révision dans la revue *Conservation Science and Practice* (IF : 3.1).

## 5.2 Activité 2.2 : inventaires d'éléphants dans une zone exploitée et une zone non exploitée

### a) Méthode

Dans la concession forestière SEFAC, au Cameroun, l'impact de l'exploitation forestière sur l'abondance et le rythme d'activité des éléphants a été évalué à l'aide de pièges photographiques et de capteurs acoustiques.

Au lieu de réaliser des inventaires successifs, avant et après exploitation, comme cela a été fait au Gabon (point 5.1), les inventaires ont été menés simultanément durant les mois de février à avril 2021 dans deux AACs présentant des historiques d'exploitation contrastés. L'exploitation de l'AAC 5-2 a pris fin en janvier 2021 tandis que l'AAC 6-1 a été exploitée pour la dernière fois entre 1976 et 2004. Autrement dit, une période de 17 à 45 ans s'est écoulée depuis sa dernière exploitation (Figure 4).

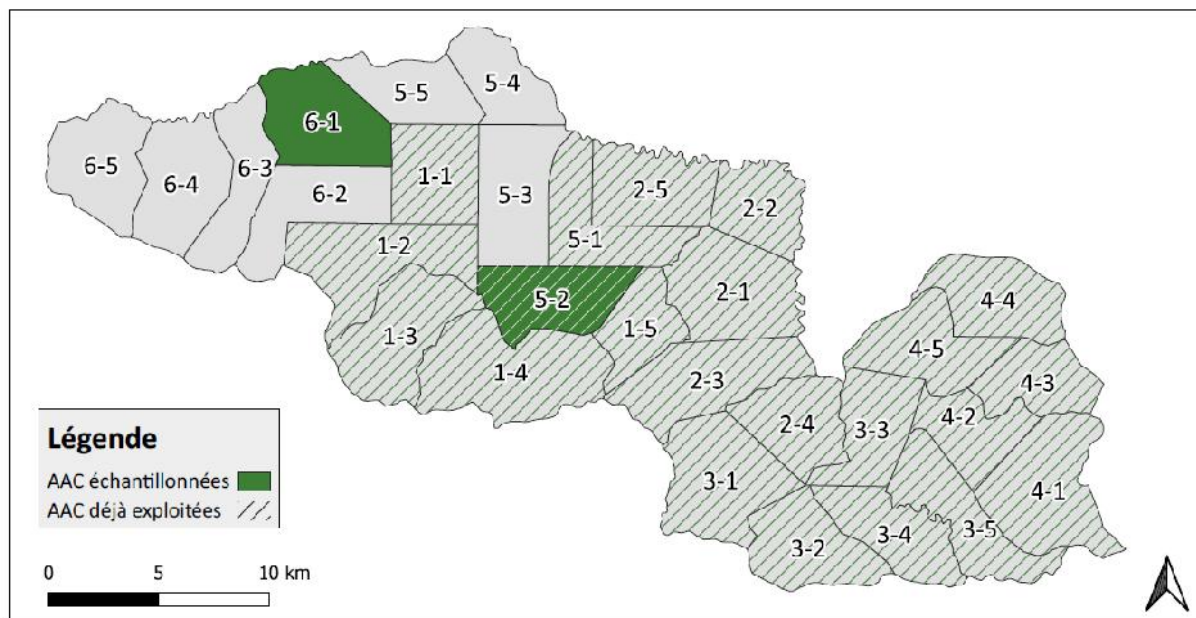


Figure 4 Localisation des AAC échantillonnées dans l'UFA n°10-012.

Douze pièges photographiques, séparés par une distance de 1,4 km ont été installés dans chacune des deux AACs (Figure 5). Des vidéos de 5 secondes ont été enregistrées à chaque fois qu'un mouvement était détecté. Six capteurs acoustiques ont également été installés dans chaque AAC, associés à un piège photographique et de sorte que leur zone de détection (environ 550 m) soit la plus contenue possible dans l'AAC étudiée afin d'éviter la détection d'animaux situés dans les AACs voisines. Ils ont été réglés pour enregistrer pendant une heure toutes les deux heures tous les sons d'une fréquence inférieure à 8khz, permettant ainsi l'enregistrement des infrasons émis par les éléphants de forêt. Les deux dispositifs sont restés en place pendant sept semaines.

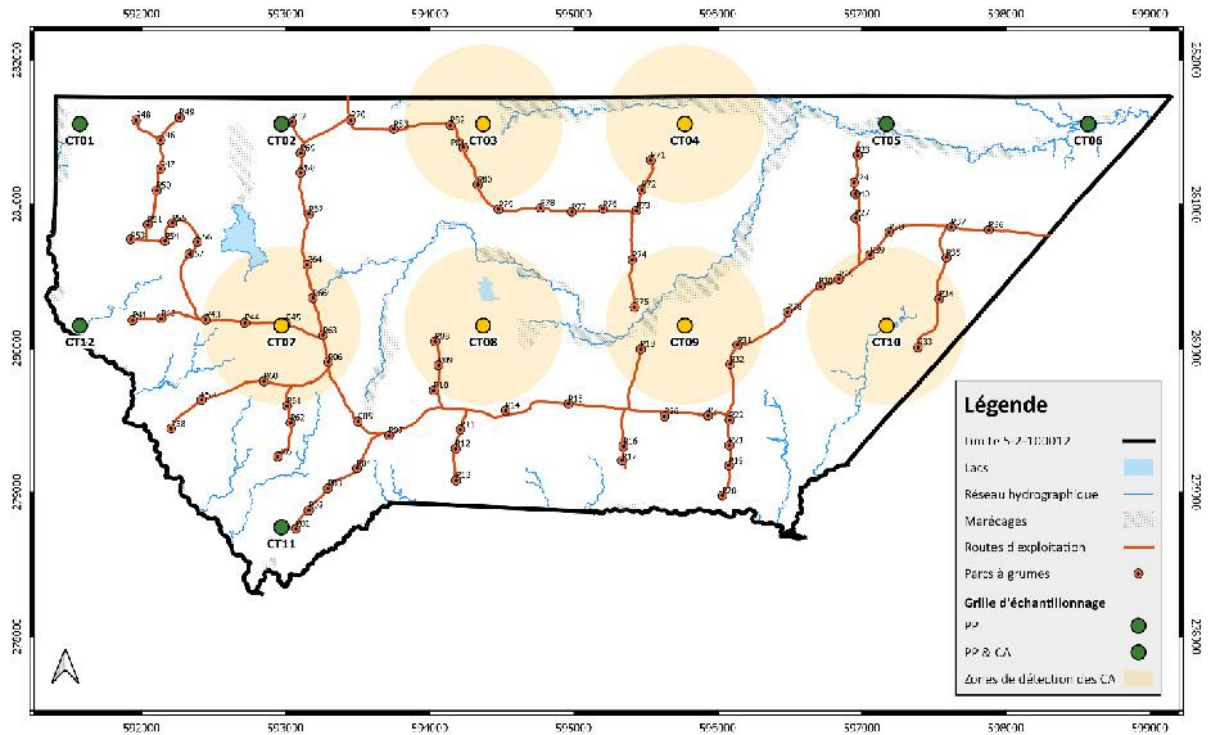


Figure 5 Plan d'échantillonnage des pièges photographiques (PP) et des capteurs acoustiques (CA) dans l'AAC 5-2, zone récemment exploitée.

## b) Résultats

Bien que les résultats obtenus avec les données acoustiques soient moins fiables que ceux issus des pièges photographiques car l'utilisation d'un détecteur automatique de cris d'éléphant a engendré de nombreux faux positifs, les deux méthodes présentent des conclusions similaires. Aucune différence significative n'a été observée entre les indices d'abondance relative d'éléphants des deux AACs (Figure 6). Cela suggère que les éléphants utilisent autant l'AAC récemment exploitée que celle exploitée des dizaines d'années auparavant.

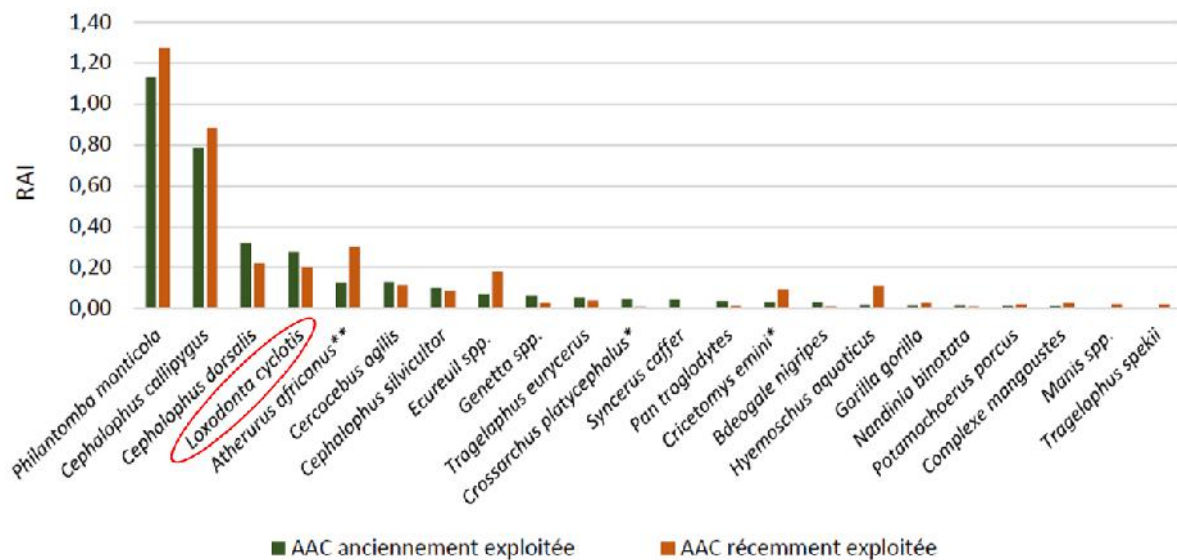


Figure 6 Indices d'abondance relative des espèces détectées par les pièges photographiques, groupés par zone d'étude et classés par ordre décroissant des valeurs obtenues pour l'AAC anciennement exploitée. Selon les résultats au test t de student ou de Wilcoxon-Mann-Whitney visant à définir la significativité des différences de moyennes des RAI entre les deux AAC, les espèces sont surmontées de \* si  $p < 0,05$  ; \*\* si  $p < 0,01$  ; \*\*\* si  $p < 0,001$  (Tossens, 2021).

L'analyse des rythmes d'activité n'a également montré aucune différence significative entre les deux AACs. Les éléphants étaient plus actifs de nuit que de jour dans les deux zones.

Cette étude constitue le travail de fin d'études de Sarah Tossens, intitulé « Evaluation de l'impact de l'exploitation forestière sélective sur la biodiversité mammalienne à l'aide de pièges photographiques et de capteurs acoustiques dans le sud-est du Cameroun ». Le document complet est disponible en annexe et sur demande à l'adresse suivante : <http://hdl.handle.net/2268.2/13043>.

## 5.3 Activité 2.3 : inventaires d'éléphants sur différents types de pistes

### a) Méthode

Afin d'évaluer dans quelle mesure la création de routes d'exploitation et de pistes de débardage peut influencer les déplacements d'éléphants et d'autres grands mammifères, nous avons placé 60 pièges photographiques et réalisé des inventaires pédestres par comptage de crottes sur 20 km de trois types de pistes (routes secondaires, pistes de débardage et pistes d'éléphants) dans quatre AACs de la concession SEFAC, au Cameroun (Figure 7). Deux des AACs ont été exploitées en 2020 et les deux autres en 2021. Les inventaires se sont déroulés durant les mois de février, mars et avril 2022. Les résultats de ces inventaires ont permis de calculer respectivement les indices d'abondance relative (RAI) et les indices d'abondance kilométrique (KAI).

Des analyses statistiques ont ensuite permis de comparer la fréquentation des trois types de pistes en fonction de l'année d'exploitation, du facteur jour/nuit et du fait que l'individu soit solitaire ou en groupe.

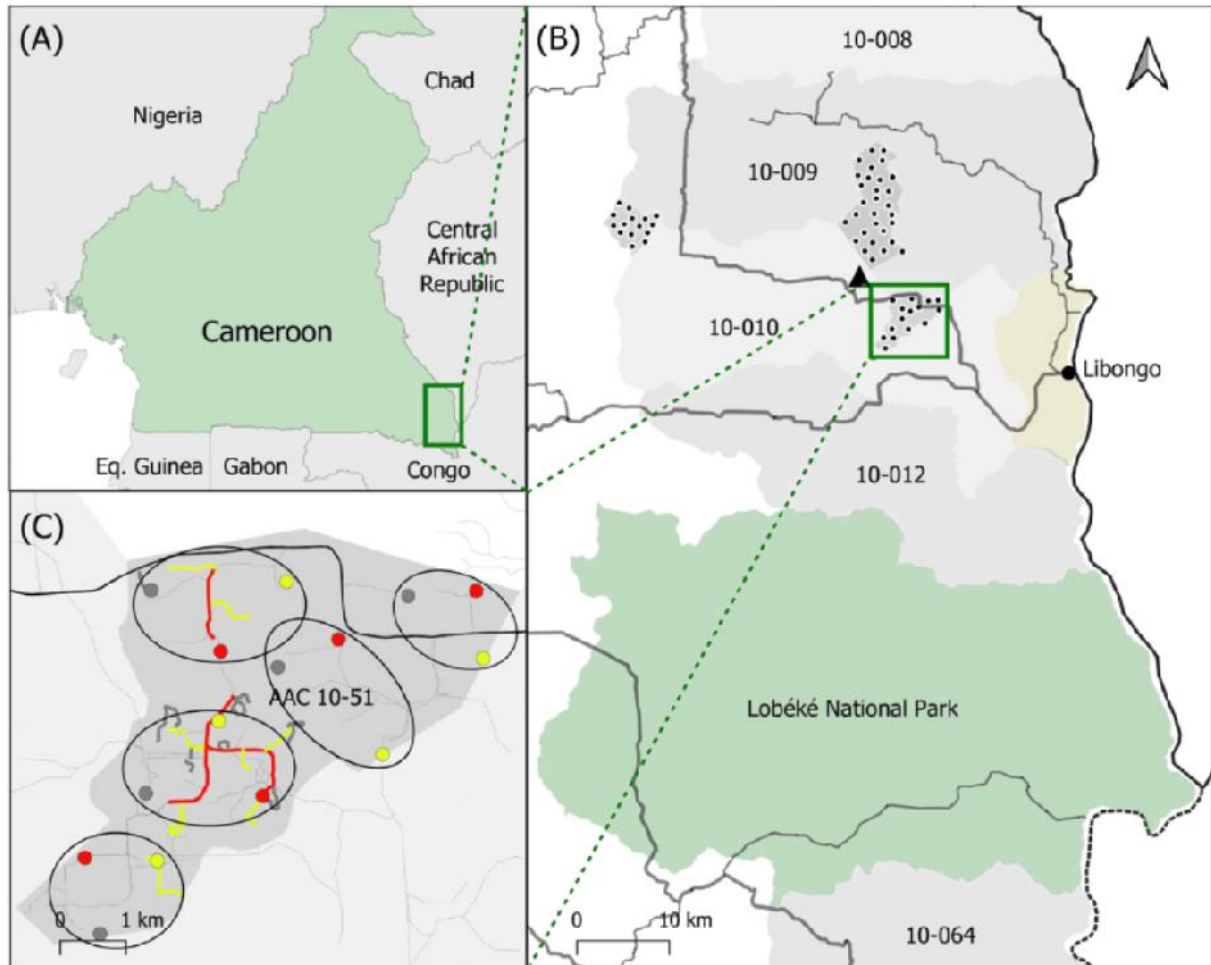


Figure 7 (A) Localisation de la concession forestière de SEFAC (cadre vert) au Cameroun. (B) Localisation de la zone d'étude (les points noirs représentent les pièges photographiques) dans la concession forestière de SEFAC et par rapport au PN de Lobéké. Le triangle noir symbolise la base anti-braconnage de Faro Safaris. (C) Schéma expérimental dans l'AAC 10-51. Les points représentent les pièges photographiques et les lignes représentent les transects des inventaires pédestres (rouge = routes secondaires, jaune = pistes de débardage et gris = pistes d'éléphants). Les ellipses noires indiquent les triplets de pièges photographiques constitués pour tenir compte de la variabilité environnementale locale.

## b) Résultats

Les résultats n'ont montré aucune préférence pour l'un ou l'autre type de piste chez les gorilles (*Gorilla gorilla*) et les chimpanzés (*Pan troglodytes*). En revanche, les buffles (*Syncerus caffer*), les éléphants de forêt (*Loxodonta cyclotis*) et les bongos (*Tragelaphus eurycerus*) ont été significativement plus observés sur les routes secondaires (Figures 8 et 9). Le buffle n'a été observé que sur les routes tandis que pour l'éléphant et le bongo, la différence n'était significative que s'ils étaient détectés dans les zones les plus récemment exploitées, la nuit (pour les éléphants) ou seuls (pour les bongos). Le léopard (*Panthera pardus*) n'ayant été observé qu'à deux reprises (sur une route), nous n'avons pas pu réaliser d'analyse statistique pour cette espèce.

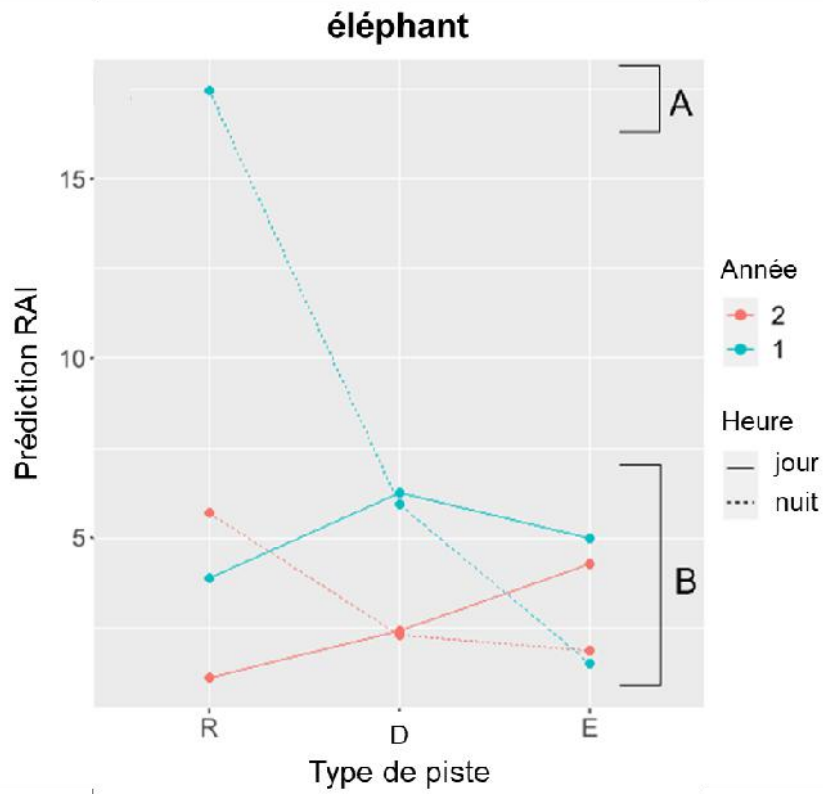


Figure 8 Représentation graphique de l'interaction piste x année x heure pour l'éléphant de forêt. R = routes secondaires, D = pistes de débarquement, E = pistes d'éléphants. Année 1 = exploitée depuis moins d'un an, Année 2 = exploitée depuis un à deux ans. Les points d'un même groupe (A ou B) n'ont pas un RAI significativement différent.

Cette étude constitue le travail de fin d'études de Quentin Stiernon, intitulé « Use of logging roads by large mammals in a timber concession of southeast Cameroon ». Le document complet se trouve en annexe et est disponible sur demande à l'adresse suivante : <http://hdl.handle.net/2268.2/15828>.

Les résultats ont également été publiés dans la revue *Forest Ecology and Management* (IF : 4.384) en mai 2023. La version pdf se trouve en annexe et est également disponible aux liens suivants : <https://hdl.handle.net/2268/302770> et <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2023.120910>.



*Figure 9 Eléphants détectés par un piège photographique sur une ancienne route d'exploitation*

## 5.4 Conclusion

Les résultats de ce volet ont révélé que, dans deux sites d'étude, l'exploitation forestière n'a pas incité les éléphants de forêt à abandonner les zones récemment exploitées. Au Gabon, il n'y a pas eu de variation significative dans la proportion de sites occupés, et les indices d'abondance ont même augmenté environ un an après les opérations d'exploitation dans l'un des sites échantillonnés. Au Cameroun, les éléphants utilisaient autant la zone exploitée que celle non exploitée.

L'exploitation n'a pas provoqué de changement dans le rythme d'activité des éléphants, en revanche elle semble avoir impacté leurs déplacements. En effet, au Cameroun, les éléphants se sont préférentiellement déplacés sur les anciennes routes secondaires, le plus souvent la nuit. De plus, l'intensité de l'exploitation forestière et la densité des routes forestières ont été identifiées comme des facteurs positivement corrélés avec l'abondance des éléphants de forêt au Gabon. Ce changement dans les schémas de déplacement pourrait entraîner des conséquences à long terme sur la distribution des espèces dispersées par les éléphants de forêt.

Les résultats de ce volet soulignent l'importance de promouvoir les certificats de gestion durable et les pratiques d'exploitation à faible impact, notamment la fermeture et le contrôle des accès aux routes une fois l'exploitation forestière terminée.



## **6 Volet 3 : influence de l'exploitation sur la répartition spatiale des graines dispersées par l'éléphant et le devenir de celles-ci**

Afin d'évaluer l'importance de l'éléphant dans la régénération d'essences d'intérêt et d'évaluer l'impact de l'exploitation sur ce rôle, des activités ont été menées en lien avec les différents stades de la dispersion des graines (consommation des fruits, dispersion primaire, prédation et dispersion secondaire des graines). Le suivi de plantules dans les crottes d'année en année n'a pas été possible pour cause de contraintes logistiques et la difficulté de retrouver les emplacements précis des crottes. Nous avons plutôt inventorié toutes les plantules des essences étudiées observées dans les crottes lors des inventaires pédestres avant et après exploitation.

### **6.1 Activité 3.1 : Observations des consommateurs de fruits au pied de quatre essences**

#### **a) Méthode**

Pour évaluer l'importance de l'éléphant, par rapport à d'autres espèces animales, dans la dispersion des graines d'essences commerciales, des pièges photographiques ont été placés au pied de trois mambodé (*Detarium macrocarpum*), cinq pao rosa (*Bobgunnia fistuloides*), sept douka (*Tieghemella africana*) et six moabi (*Baillonella toxisperma*) en fruits entre février 2020 et mars 2022, à CEB-PW et dans le parc national de la Lopé (Figure 10).

A chaque détection, les pièges photographiques enregistraient des vidéos de 30 secondes afin de pouvoir caractériser le comportement des individus observés envers les fruits. Le type de comportement et le nombre de fruits avec lesquels il y a eu une interaction ont été indiqués pour chaque événement.



Figure 10 Piège photographique installé au pied d'un douka en fruits

## b) Résultats

Au total, 487 événements indépendants (séparés de 30 minutes ou impliquant des espèces différentes) ont été comptabilisés sur une période de 336 caméra.jours. Vingt-sept espèces animales différentes ont été observées, parmi lesquelles dix ont consommé les fruits et huit étaient potentiellement impliquées dans la dispersion des graines (Figure 11).

La communauté de consommateurs et de disperseurs potentiels de graines a varié selon les essences, le moabi présentant la communauté la plus diversifiée avec un total de sept espèces. Chaque espèce a sa propre façon de consommer les fruits et les graines des quatre essences, entraînant différentes implications écologiques (Figure 12).

L'éléphant de forêt est la seule espèce impliquée dans la consommation des fruits des quatre essences. Il est également le seul à avoir consommé les fruits entiers des espèces à grosses graines (douka, mambodé et moabi), augmentant ainsi la probabilité de dispersion de leurs graines sur de longues distances. D'autres espèces telles que les grands singes, céphalophes et rongeurs ont été impliqués dans des événements de consommation mais ceux-ci ne consomment généralement que la chair du fruit dans le cas des essences à grosses graines, ou ne dispersent les plus petites graines que sur de bien plus courtes distances. Seul l'humain, observé ramassant des fruits de moabi, serait également capable de disperser les graines sur de longues distances.



Figure 11 Eléphant de forêt (A) et gorille (B) en train de consommer les fruits de douka

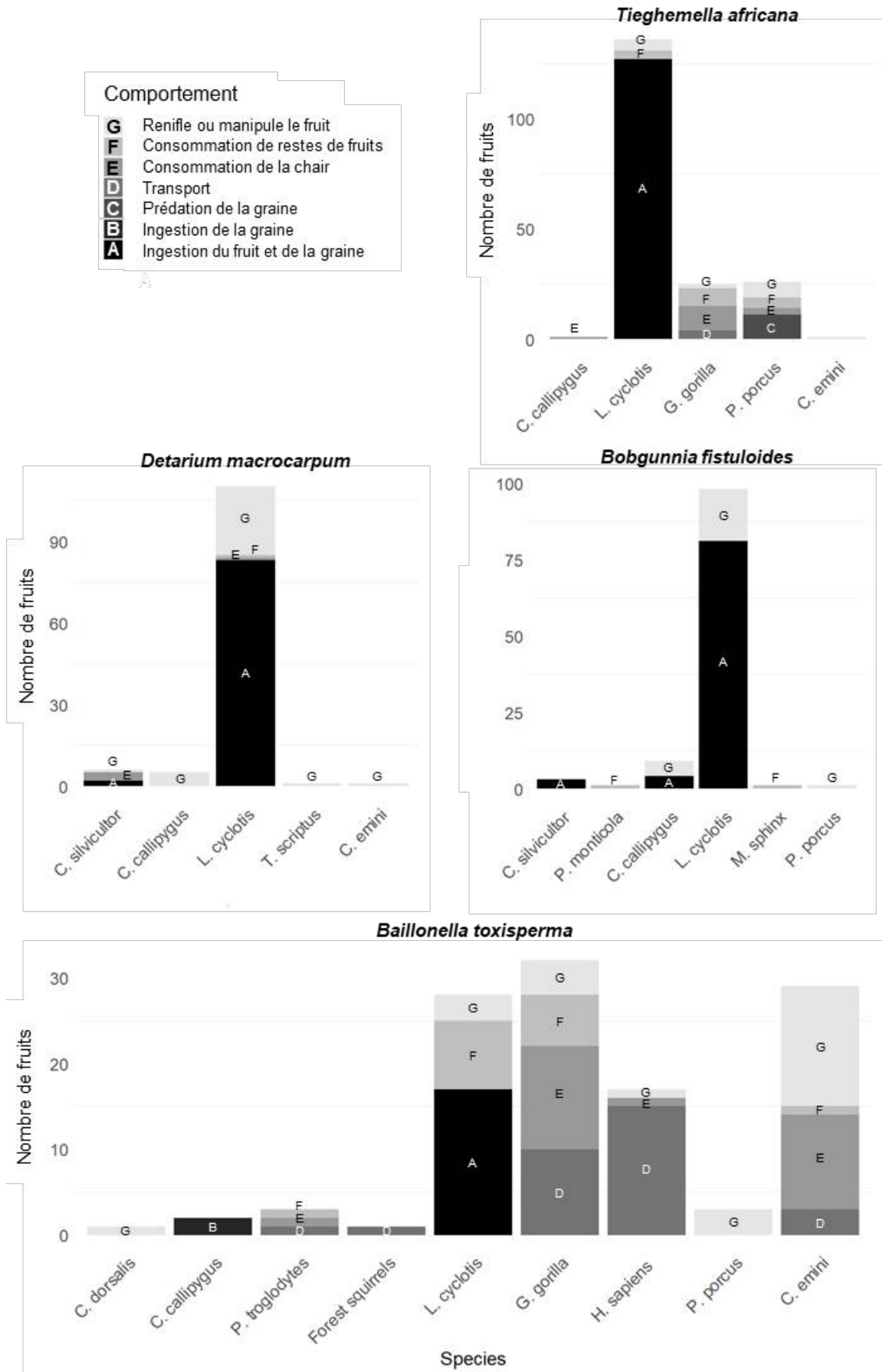


Figure 12 Proportion des différents comportements envers les fruits de douka, mambodé, moabi et pao rosa, pour chaque espèce animale.

## 6.2 Activité 3.2 : Observations de graines et plantules dans les crottes d'éléphants et tests de germination

### a) Méthode

Au cours des différentes activités menées entre janvier et avril de chaque année (2020-2022), nous avons recherché de manière opportuniste des graines de ces quatre mêmes essences dans 157 crottes d'éléphants. Nous avons également recherché leurs plantules dans 1118 crottes.

Quelques-unes des graines trouvées ont pu être semées dans la pépinière de CEB pour vérifier leur aptitude à germer.

### b) Résultats

Durant cette activité nous avons observé la présence de 14 graines de douka dans deux crottes d'éléphant, ainsi qu'une plantule (Figure 13). De plus, 36 graines de mambodé (dont 10 cassées) ont été identifiées dans 21 crottes, accompagnées de six plantules. Aucune graine de moabi ou de pao rosa n'a été trouvée. Cependant, nous avons trouvé une plantule de chacune de ces deux essences.

Sur les 14 graines de douka semées en pépinière, neuf (64%) ont germé. Une seule graine de mambodé a été semée (les autres graines ayant été trouvées à la Lopé où il n'y avait pas de pépinière) et elle a germé.



*Figure 13 Plantule de douka se développant dans une crotte d'éléphant*

## 6.3 Activité 3.3 : étude de la dispersion secondaire et de la prédation des graines dans les crottes d'éléphants

### a) Méthode

De nombreux processus peuvent intervenir après la dispersion primaire. Afin de mieux comprendre le devenir des graines dispersées par les éléphants, nous avons installé des pièges photographiques au niveau de crottes fraîches d'éléphants et orientées vers ces dernières pour pouvoir filmer les animaux qui venaient les fouiller (Figure 14). Dix-huit crottes ont été suivies dans le parc national de la Lopé et 8 dans la concession forestière de CEB-PW.



Figure 14 Piège photographique orienté vers une crotte d'éléphant

### b) Résultats

A la Lopé, deux espèces ont été observées en train de fouiller les crottes d'éléphants à la recherche de graines : le potamochère (*Potamochoerus porcus*) et le mandrill (*Mandrillus sphinx*) (voir d'Aspremont Lynden, 2020 pour plus de détails ; Figure 15). En les prédatant, ces deux espèces pourraient donc empêcher la germination d'une partie des graines dispersées par l'éléphant de forêt.

A CEB-PW, une mangouste à long museau (*Xenogale naso*) et un céphalophe à dos jaune (*Cephalophus silvicultor*) ont été observés en train de fouiller une crotte et de manger quelque chose qui en provenait, mais il n'a pas été possible d'identifier s'il s'agissait d'une graine ou non.



Figure 15 Potamochère (A) et mandrill (B) fouillant une crotte d'éléphant

Les résultats de la Lopé proviennent du travail de fin d'étude de Marie d'Aspremont Lynden, intitulé « Rôle écologique de l'éléphant de forêt (*Loxodonta cyclotis* Matschie, 1900) en tant que disperseur et prédateur d'espèces ligneuses gabonaises ». Le document complet est en annexe et est disponible à l'adresse suivante : <http://hdl.handle.net/2268.2/10642>.

## 6.4 Conclusion

Les résultats des trois activités confirment l'importance des éléphants de forêt dans la dispersion des graines du douka, du mambodé, du moabi et du pao rosa. A l'exception des humains qui récoltent les fruits du moabi, les éléphants de forêt semblent être les seules espèces capables de disperser les graines de ces essences sur de longues distances (jusqu'à 57 km selon Blake et al. (2009)). Tout déclin ou disparition des populations d'éléphants pourrait altérer de manière significative le recrutement de ces essences car d'autres disperseurs de graines potentiels, tels que les grands singes, les céphalophes ou les rongeurs ne seraient pas en mesure de disperser les graines sur de telles distances. L'absence d'éléphants entraînerait probablement une distribution moins uniforme au fil du temps des essences qui dépendent d'eux pour la dispersion, car elles se regrouperaient près des semenciers. Cela entraînerait plus de prédation des graines et plantules, et limiterait les échanges génétiques, ce qui affecterait finalement la dynamique des populations.

Néanmoins, l'impact positif de l'éléphant sur la régénération de ces essences peut être en partie contrebalancé par la prédation des graines et des jeunes plants dans leurs crottes. En effet, les graines constituent une grande part du régime alimentaire de certaines espèces comme le mandrill et le potamochère, qui ont toutes deux été observées en train de fouiller et/ou consommer des graines dans les crottes d'éléphants. De grandes concentrations de graines dans les crottes d'éléphants pourraient donc attirer des prédateurs de graines, ce qui réduirait la quantité finale de graines pouvant finalement avoir une chance de germer.

Dans les concessions forestières, la modification des schémas de déplacement des éléphants (voir volet 2) pourrait résulter en une dispersion dirigée vers les routes. A long terme, cela pourrait peut-être faciliter l'accès à ces essences, aussi bien pour l'exploitation de leur bois que des produits forestiers non ligneux. Cela pourrait aussi procurer de meilleures conditions de lumière pour les espèces héliophiles. Néanmoins, l'impact positif pour ces essences sera probablement réduit du fait que les mêmes routes risquent d'être utilisées par les engins d'exploitation lors de la prochaine rotation. De plus si d'autres herbivores utilisent également préférentiellement les routes, les plantules pourraient être exposées à une plus grande pression d'herbivorie.

## **7 Volet 4 : dégâts occasionnés par les éléphants aux essences commerciales et aux plantations**

### **7.1 Activité 4.1 : Caractérisation des dégâts d'écorcement**

#### **a) Méthode**

Afin de caractériser les dégâts d'écorcement, différentes méthodes ont été appliquées dans le parc national de la Lopé :

- 1) L'identification des individus écorcés sur deux transects inventoriés en 1992 et 2021 afin d'étudier l'évolution de l'écorcement
- 2) L'inventaire des dégâts d'écorcement de 24 parcelles afin de déterminer l'influence de l'environnement sur l'écorcement
- 3) La conception d'une base de données reprenant des caractéristiques spécifiques aux espèces d'arbres écorcées afin d'établir un lien avec les préférences de l'éléphant
- 4) L'établissement d'un indice sanitaire rapide (IndSan) et son application sur 170 individus afin de relier la probabilité d'écorcement à l'état sanitaire.
- 5) Le placement de pièges photographiques au pied de 16 individus d'essences fréquemment écorcées afin de documenter et décrire le comportement d'écorcement des espèces ligneuses par l'éléphant de forêt (Figure 16).

#### **b) Résultats**

L'étude des dégâts d'écorcement dans le parc national de la Lopé a montré que :

- 1) Les espèces écorcées semblent évoluer au cours du temps dans une même zone, certaines le devenant et d'autres ne l'étant plus.
- 2) La présence de salines et d'arbres à gros fruits est positivement corrélée à l'écorcement, alors que l'altitude et la longueur de la route sont négativement corrélées.
- 3) L'aspect du rhytidome, l'épaisseur de l'écorce, l'aspect de la tranche et son odeur ainsi que la taille du fruit et le type de forêt influencent la probabilité qu'un arbre soit écorcé.
- 4) Pour certaines espèces, notamment l'engona (*Pentaclethra eetveldeana*) et le mubala (*Pentaclethra macrophylla*), la probabilité qu'un arbre soit écorcé augmente avec la détérioration de l'état de santé.
- 5) La plupart des éléphants de forêt observés en train d'écorcer un arbre sont des femelles adultes. Une observation intéressante d'éléphant s'enduisant l'intérieur des oreilles d'une salive blanche et épaisse après mastication de l'écorce d'okan (*Cylicodiscus gabunensis*) pourrait suggérer qu'ils s'en servent pour se débarrasser de potentiels parasites.

Cette étude constitue le travail de fin d'études de Justin Holvoet, intitulé « Ecorcement des espèces ligneuses par l'éléphant de forêt (*Loxodonta cyclotis* Matschie, 1900) dans le Parc National de la Lopé (Gabon) ». Le document complet est disponible en annexe et sur demande à l'adresse suivante : <http://hdl.handle.net/2268.2/13198>.



Figure 16 Eléphant en train d'écortcer un okan dans le Parc National de la Lopé

Par ailleurs, des observations réalisées dans la concession de CEB-PW et les informations disponibles dans la littérature (voir volet 1), indiquent que :

- 1) Le pourcentage d'individus touchés par l'écorticement varie d'une essence à l'autre mais également d'un site à l'autre pour une même essence. Par ailleurs, l'éléphant est plus ou moins sélectif dans les essences qu'il écorce d'un site à l'autre également et certaines essences écorcées à un endroit ne le sont pas nécessairement ailleurs.
- 2) L'intensité de l'écorticement varie d'une essence à l'autre. Certaines essences peuvent être souvent écorcées mais sur une petite surface (par exemple, le dabéma (*Piptadeniastrum africanum*) n'est généralement écorcé qu'au niveau des contreforts), alors que d'autres sont généralement écorcées sur toute leur circonférence (c'est notamment le cas de l'okan).
- 3) La résistance à l'écorticement varie entre essences (et entre individus). Certaines essences auront tendance à très bien cicatriser alors que d'autres vont généralement présenter des pourritures ou autres défauts à cause de l'écorticement.

## 7.2 Activité 4.2 : Identification des molécules volatiles présentes dans les écorces

### a) Méthode

Pour comprendre ce qui incite l'éléphant à écorcer des arbres, 32 échantillons d'écorce ont été prélevés sur des arbres écorcés à la Lopé, afin d'être analysés en laboratoire et éventuellement identifier des molécules volatiles attractives pour les éléphants. Les échantillons ont été prélevés sur huit essences : *Baillonella toxisperma*, *Cylicodiscus gabunensis*, *Detarium macrocarpum*, *Irvingia gabonensis*, *Irvingia grandifolia*, *Pentaclethra eetveldeana*, *Petersianthus macrocarpus* et *Piptadeniastrum africanum*.



Un morceau d'écorce de 10x10 cm a été prélevé sur quatre arbres par essence (Figure 17). Une fois détachée du tronc, l'écorce était emballée dans un sachet de polyacetate et les échantillons ont été conservés dans un congélateur jusqu'à leur analyse au laboratoire.



*Figure 17 Collecte d'un échantillon d'écorce de moabi*

## **b) Résultats**

Toutes essences confondues, 85 composés organiques volatils ont été identifiés dans les échantillons d'écorces. Six composés sont communs aux huit essences étudiées : le beta-pinène, l'éthanol, l'éthylbenzène, le limonène, le p-xylène et le toluène. Leurs quantités relatives dans chaque essence sont reprises à la Figure 18.

L'éthanol et l'éthylbenzène sont connus pour être émis par des plantes en réaction à des dommages mécaniques par un herbivore. Le toluène est un composé toxique au-delà de certaines concentrations. Si le bêta-pinnène et le limonène sont connus pour leurs propriétés médicinales, la plupart des monoterpènes (dont fait aussi partie le p-xylène) ont une activité cytotoxique.

Malgré les propriétés toxiques caractérisant certains composés volatiles communs à toutes les essences appréciées par l'éléphant, ceux-ci peuvent être utilisés par les herbivores comme indices d'une source de nourriture. Néanmoins, leur rôle dans les interactions faune-flore reste à ce jour peu documenté.

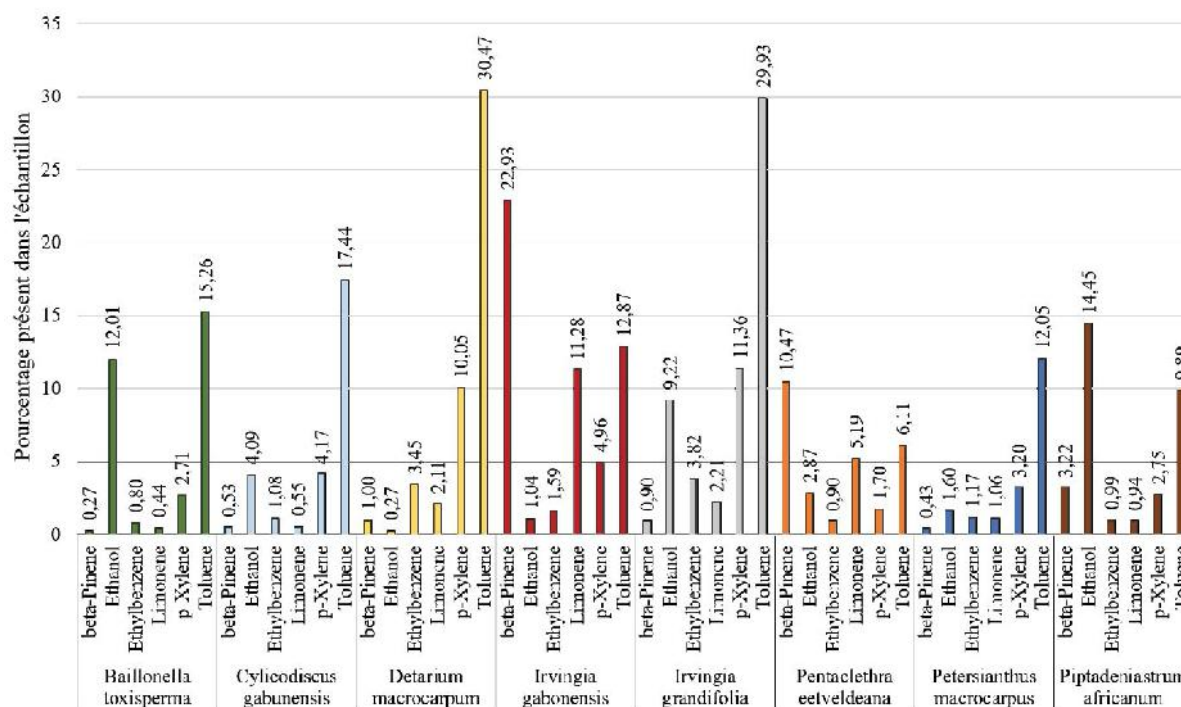


Figure 18 Quantités relatives (exprimées en pourcentage) des composés organiques volatils communs aux 8 essences

Ces résultats proviennent du travail de fin d'étude de Marie d'Aspremont Lynden, intitulé « Rôle écologique de l'éléphant de forêt (*Loxodonta cyclotis* Matschie, 1900) en tant que disperseur et prédateur d'espèces ligneuses gabonaises ». Le document complet est disponible en annexe et à l'adresse suivante : <http://hdl.handle.net/2268.2/10642>.

La comparaison des profils d'odeur caractérisés dans cette étude avec ceux d'arbres non écorcés par les éléphants permettrait d'analyser les différences de composition chimique entre des écorces d'essences appréciées par l'éléphant et d'autres. Ces résultats permettraient ensuite d'identifier les molécules ou combinaisons de molécules potentiellement attractives ou répulsives.

Pour se faire des échantillons d'écorce supplémentaires ont été collectés dans la concession de CEB-PW. 23 échantillons ont été pris sur des arbres écorcés et non écorcés appartenant à 11 essences. Leurs analyses font l'objet d'une nouvelle thèse de doctorat réalisée par Roméo Koumba Koumba.

## 7.3 Activité 4.3 : Caractérisation des dégâts dans les reboisements

### a) Méthode

172 trouées reboisées durant l'année 2020 ont été revisitées en mars 2021 afin d'y relever les dégâts occasionnés aux plants. Il s'agit de 72 trouées de l'AAC 3419 et 100 de l'AAC 2419, enrichies aux mois de mai et novembre 2020 respectivement. Différents types de dégâts ont pu être identifiés tels que des plants arrachés, piétinés ou cassés ainsi que des feuilles et branches coupées ou arrachées (Figures 19 et 20). Lorsque c'était possible, la cause probable du dégât était déterminée.



Figure 19 Plant dont la tige principale a été cassée



Figure 20 Tige principale d'un plant cassé qui rejette

## b) Résultats

Des dégâts ont été observés dans la quasi-totalité des trouées. Seules trois trouées sur les 172 ont été épargnées. Ces trois trouées se trouvaient dans l'AAC 2419, où les éléphants sont moins abondants mais où le suivi avait été réalisé seulement trois mois après les plantations, contre 10 mois dans l'AAC 3419. 188 dégâts ont été attribués aux éléphants dans l'AAC 3419 (72 trouées suivies 10 mois après la plantation) contre 69 dans l'AAC 2419 (100 trouées suivies trois mois après la plantation). Certaines essences telles que le dabéma, le douka, le koto (*Pterygota bequaertii*), le movingui (*Distemonanthus benthamianus*) et l'okan semblent plus affectées par les dégâts d'éléphants que d'autres (Tableau 1). La majorité des dégâts attribués aux éléphants consiste en des plants arrachés. Les autres types de dégâts (autres espèces animales ou cause naturelle) ne se traduisent pas nécessairement par la mort des plants.

Tableau 1 Dégâts d'éléphants dans les trouées reboisées

Essence	N plants	N Dégâts	N dégâts éléphants
Agba	135	68 (50 % des plants)	16 (24 % des dégâts)
Azobé	132	48 (36 % des plants)	5 (10 % des dégâts)
Dabéma	21	16 (76 % des plants)	9 (56 % des dégâts)
Dibétou	30	14 (47 % des plants)	4 (29 % des dégâts)
Douka	176	87 (49 % des plants)	46 (53 % des dégâts)
Doussié	126	43 (34 % des plants)	7 (16 % des dégâts)
Kévazingo	90	17 (19 % des plants)	7 (41 % des dégâts)
Koto	6	6 (100 % des plants)	6 (100 % des dégâts)
Moabi	76	24 (32 % des plants)	7 (29 % des dégâts)
Movingui	60	37 (62 % des plants)	17 (46 % des dégâts)
Okan	249	152 (61 % des plants)	73 (48 % des dégâts)
Padouk	89	40 (45 % des plants)	12 (30 % des dégâts)
Pao-rosa	202	101 (50 % des plants)	34 (34 % des dégâts)
Tali	144	52 (36 % des plants)	9 (17 % des dégâts)
Tiama	48	10 (21 % des plants)	5 (50 % des dégâts)
<b>Total</b>	<b>1584</b>	<b>715 (45 % des plants)</b>	<b>257 (36 % des dégâts)</b>

## 7.4 Activité 4.4 : Test d'une méthode pour limiter les dégâts dans les reboisements

### a) Méthode

Afin de tester deux techniques pour limiter les dégâts d'éléphants aux plantations opérées dans les trouées d'abattage, 91 trouées ont été enrichies selon trois modalités (Figures 21 et 22). L'essence ciblée par cette étude est le douka (*Tieghemella africana*), très apprécié par l'éléphant. Les deux moyens de lutte testés sont (1) d'appliquer un répulsif naturel sur les plants et (2) de mélanger les espèces plantées au sein d'une même trouée. Les trois modalités de plantation ont été réparties de la façon suivante :

- 25 trouées « témoin » reboisées avec 9 plants de douka ;
- 25 trouées reboisées avec 9 plants de douka sur lesquels un répulsif à base de piments et de résine d'okoumé a été appliqué ;
- 41 trouées reboisées avec un mélange d'espèces : 3 douka, 3 doussié (*Azelia bipindensis*) et 3 tiamia (*Entandrophragma angolense*), les deux dernières étant selon des observations préalables, moins appréciées par l'éléphant.

Le dispositif a été installé dans l'assiette annuelle de coupe 3419. Deux suivis des dégâts ont été réalisés après 3 et 15 mois.



Figure 21 Dégagement d'une trouée avant d'être reboisée



Figure 22 Application du répulsif naturel sur un plant de douka

### b) Résultats

Après trois mois, les trouées où des dégâts ont été observés étaient les moins nombreuses dans la modalité 'Douka témoin', où seuls des plants de douka avaient été plantés (Tableau 2). De plus, ces trouées présentaient la plus faible proportion de plants de douka endommagés. Cependant, lors du

deuxième suivi (après 15 mois), pratiquement toutes les trouées présentaient des dommages et plus de 60% des plants de douka étaient touchés.

Bien qu'il soit difficile de confirmer avec certitude l'origine des dégâts, les éléphants ont été identifiés comme la principale cause probable des dommages aux plants de douka, à l'exception des trouées où un répulsif avait été appliqué. Dans ces dernières, le répulsif lui-même a été en grande partie responsable du mauvais état des plants, étant parfois trop concentré en piment ou appliqué de manière excessive, provoquant des brûlures sur les plants. Pour véritablement évaluer l'impact du piment sur les dommages causés par les éléphants, il serait nécessaire de mener d'autres tests en utilisant des quantités de piment moins élevées.

Tableau 2 Dégâts d'éléphants dans les trouées reboisées selon trois modalités

	Douka témoin	Douka répulsif	Mélange
<b>Après 3 mois</b>			
<b>N trouées suivies</b>	25	25	41
<b>N plants</b>	225	225	369 (123 doukas)
<b>N trouées dégâts</b>	13 (52 % des trouées)	23 (92 % des trouées)	35 (85 % des trouées)
<b>N douka dégâts</b>	45 (20 % des plants)	158 (70 % des plants)	39 (32 % des plants)
<b>N dégâts éléphant</b>	21 (47 % des dégâts)	24 (15 % des dégâts)	15 (38 % des dégâts)
<b>N douka en bon état</b>	199 (88 % des plants)	75 (33 % des plants)	99 (80 % des plants)
<b>Après 15 mois</b>			
<b>N trouées suivies</b>	24	24	38
<b>N plants</b>	216	216	342 (114 doukas)
<b>N trouées dégâts</b>	23 (96 % des trouées)	24 (100 % des trouées)	37 (97 % des trouées)
<b>N douka dégâts</b>	140 (65 % des plants)	187 (87 % des plants)	73 (64 % des plants)
<b>N dégâts éléphant</b>	121 (86 % des dégâts)	45 (24 % des dégâts)	60 (82 % des dégâts)
<b>N douka en bon état</b>	82 (38 % des plants)	26 (12 % des plants)	46 (40 % des plants)

Dans la modalité 'mélange', si l'on inclut également les plants de tiana et de doussié, la proportion de plants en bon état s'élève à 64%. Cette modalité permet donc d'obtenir une proportion plus élevée de plants d'espèces différentes en bon état après 15 mois. Cependant, si l'objectif est de favoriser la régénération du douka, des plantations monospécifiques nécessiteraient moins d'efforts pour obtenir un taux de survie similaire des plants de douka uniquement. Le choix de la méthode de plantation devrait donc être guidé par les besoins spécifiques du forestier et son désir ou non de régénérer une essence particulière.

## 7.5 Conclusion

Les dégâts infligés par les éléphants sont diversifiés et affectent une multitude d'espèces, tant les arbres matures que les jeunes plants. Les espèces concernées par l'écorcement varient selon les emplacements et évoluent au fil du temps. Bien que ces dommages ne conduisent pas systématiquement à la mort des arbres, ils peuvent générer des pourritures ou des déformations, altérant ainsi directement la qualité et la valeur commerciale du bois. Dans la concession de CEB-PW il n'est d'ailleurs pas rare que les premiers mètres des futs d'okan soient laissés en forêt après abattage car trop abimés par les éléphants que pour être commercialisés.

Dans les trouées reboisées, les dégâts occasionnés par les éléphants sont fréquents et semblent constituer la principale source de dommages. Tous les dégâts ne sont pas fatals pour les plants, mais leur répétition, qu'ils soient le fait des éléphants ou d'autres espèces animales, peut entraîner des déformations au niveau des tiges des plants, affectant ainsi la qualité des troncs futurs.

L'évaluation de trois méthodes de plantation différentes pour le douka a démontré que le mélange d'espèces permet d'obtenir une proportion plus élevée de plants en bon état après 15 mois (toutes espèces confondues), tandis que les plantations monospécifiques demandent un effort moindre pour un même taux de survie des douka. Des tests supplémentaires avec d'autres combinaisons d'essences et l'utilisation de différentes méthodes pour réduire les dégâts pourraient fournir davantage d'informations pour optimiser les activités de reboisement au sein des concessions forestières.

## **8 Valorisation des résultats du projet**

Les résultats de ce projet ont été valorisés sous différents formats de communication, à la fois scientifiques, médiatiques et vulgarisés.

### **8.1 Communications scientifiques**

- 3 publications scientifiques :

Scalbert M, Vermeulen C, Breuer T, Doucet J-L (2023) The challenging coexistence of forest elephants *Loxodonta cyclotis* and timber concessions in central Africa. *Mammal Review* 53: 15–31.

Scalbert M, Stiernon Q, Franceschini S, Vermeulen C, Brostaux Y, Ngwet R, Doucet J (2023) Not all roads are barriers : Large mammals use logging roads in a timber concession of south-eastern Cameroon. *Forest Ecology and Management* 541: 120910.

Scalbert M, Fonteyn D, Houngbégnon F, Scalbert R, Vermeulen C, Haurez B, Lhoest S, Brostaux Y, Ligot G, Gorel AP & Doucet J-L (under review) Short-term impacts of selective logging on forest elephants. *Conservation Science and Practice*.

- 1 thèse de doctorat

Scalbert Morgane, 2024. *The challenging coexistence of forest elephants and selective logging in central Africa*. Thèse de doctorat, Gembloux Agro-Bio Tech – Université de Liège, Gembloux, 149 p.

- 4 travaux de fin d'étude

D'Aspremont Lynden M. (2020) *Rôle écologique de l'éléphant de forêt (Loxodonta cyclotis Matschie, 1900) en tant que disperseur et prédateur d'espèces ligneuses gabonaises*. Gembloux Agro-Bio Tech (Université de Liège).

Holvoet J. (2021) *Ecorcement des espèces ligneuses par l'éléphant de forêt (Loxodonta cyclotis Matschie, 1900) dans le parc national de La Lopé*. Gembloux Agro-Bio Tech (Université de Liège).

Tossens S. (2021) *Evaluation de l'impact de l'exploitation forestière sélective sur la biodiversité mammalienne à l'aide de pièges photographiques et de capteurs acoustiques dans le sud-est du Cameroun*. Gembloux Agro-Bio Tech (Université de Liège).

Stiernon Q. (2022) *Use of logging roads by large mammals in a timber concession of southeast Cameroon*. Gembloux Agro-Bio Tech (Université de Liège).

- 2 présentations à des colloques internationaux

Scalbert, M., Vermeulen, C., Tossens, S., Holvoet, J., d'Aspremont Lynden, M., & Doucet, J.-L. (07 June 2022). *Interactions between forest elephants (Loxodonta cyclotis) and selective logging in central Africa* [Paper presentation]. European Conference of Tropical Ecology, Montpellier, France.

Scalbert, M., Tossens, S., Vermeulen, C., & Doucet, J.-L. (14 July 2022). *Impacts of selective logging on forest elephants (Loxodonta cyclotis) in two timber concessions of central Africa* [Paper presentation]. 58th Annual Meeting of the Association for Tropical Biology and Conservation (ATBC), Cartagena, Colombia.



- Autres présentations à un public scientifique

2 x séminaire à l'Université des Sciences et Technique de Masuku (USTM), Franceville (Gabon)

1 x présentation lors de la journée de conférences « Etude et conservation de la faune en milieux tropicaux et tempérés » ; à Gembloux Agro-Bio Tech (Université de Liège), Gembloux (Belgique)

1 x présentation au CENAREST, Libreville (Gabon)

3 x séminaire interne à Gembloux Agro-Bio Tech (Université de Liège), Gembloux (Belgique)

## 8.2 Médias

- Utilisation d'images issues des pièges photographiques dans trois films

film documentaire "Idjanga, la forêt aux gorilles" de Caroline Thirion

film TERRA de la rentrée académique 2020 de Gembloux Agro-Bio Tech

reportage pour l'émission 'Naturellement' de la chaîne de télévision belge Boukè

- 2 interviews

film TERRA de la rentrée académique 2020 de Gembloux Agro-Bio Tech

reportage pour l'émission 'Naturellement' de la chaîne de télévision belge Boukè

- Articles de presse

Divers articles de presse à l'occasion de la publication du premier article scientifique



### 8.3 Vulgarisation

- Diverses présentations vulgarisées

1 x défense publique de la thèse de doctorat à Gembloux Agro-Bio Tech (Université de Liège), Gembloux (Belgique) – enregistrement vidéo en annexe

1 x présentation lors de la 19<sup>ème</sup> réunion des Parties à la CBFP, Libreville (Gabon)

1 x présentation aux cadres de CEB-PW (Gabon)

1 x présentation au personnel de CEB-PW (Gabon)

1 x présentation aux écoliers de Gambidie (CEB-PW, Gabon)

1 x Webinar pour la journée de la Precious Forests Foundation





## 9 Conclusion

Le projet Elefor délivre des résultats précieux sur des aspects essentiels des interactions entre l'exploitation forestière et les éléphants de forêt. Tout d'abord, il remet en question les idées préconçues concernant l'impact de l'exploitation forestière sur les populations d'éléphants, en démontrant qu'une gestion responsable peut contribuer à leur préservation. Les résultats soulignent l'importance d'une exploitation forestière durable, caractérisée par le respect strict des lois, la limitation de l'accès aux routes et l'adoption de pratiques d'exploitation à faible impact, dans le maintien des populations d'éléphants.

Par ailleurs, ce projet met en évidence le rôle crucial des éléphants en tant que vecteurs de dispersion des graines, contribuant ainsi à la régénération des espèces d'arbres commerciaux. Cependant, cette contribution positive est contrebalancée par les dommages potentiels causés par les éléphants aux arbres et aux jeunes plants, mettant en exergue les interactions complexes entre cette espèce emblématique et son environnement.

Enfin, ce projet souligne la nécessité de poursuivre les efforts pour mieux comprendre les interactions complexes entre l'exploitation forestière, les éléphants et les écosystèmes forestiers dans leur ensemble. Il pointe l'importance de développer des stratégies de gestion intégrées, incluant des approches écologiques, économiques et sociales, afin de garantir une coexistence harmonieuse entre les activités humaines et les éléphants.

## RÉFÉRENCES

- BENNETT, E.L. (2015) Legal ivory trade in a corrupt world and its impact on African elephant populations. *Conservation Biology*, 29, 54–60.
- CAMPOS-ARCEIZ, A. & BLAKE, S. (2011) Megagardeners of the forest - the role of elephants in seed dispersal. *Acta Oecologica*, 37, 542–553. Elsevier Masson.
- D'ASPREMONT LYNDEN, M. (2020) Rôle écologique de l'éléphant de forêt (*Loxodonta cyclotis* Matschie, 1900) en tant que disperseur et prédateur d'espèces ligneuses gabonaises. Gembloux Agro-Bio Tech (Université de Liège).
- HOLVOET, J. (2021) Ecorcement des espèces ligneuses par l'éléphant de forêt (*Loxodonta cyclotis* Matschie, 1900) dans le parc national de La Lopé. Gembloux Agro-Bio Tech (Université de Liège).
- IHWAGI, F.W., VOLLRATH, F., CHIRA, R.M., 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, 87–95.
- NCHANJI, A.C. & PLUMPTRE, A.J. (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, 229–237.
- NDIADE-BOUROBOU, D., VAILLANT, A., FAVREAU, B., GAYRIN, E. & BOUVET, J.M. (2009) Isolation and characterization of 15 nuclear microsatellite markers for *Baillonella toxisperma* Pierre (Sapotaceae), a low-density tree species of Central Africa. *Molecular Ecology Resources*, 9, 1135–1138.
- NGAMA, S., KORTE, L., BINDELLE, J., VERMEULEN, C. & POULSEN, J.R. (2016) How bees deter elephants: Beehive trials with forest elephants (*Loxodonta africana cyclotis*) in Gabon. *PLoS ONE*, 11, 1–12.
- POULSEN, J.R., ROSIN, C., MEIER, A., MILLS, E., NUÑEZ, C.L., KOERNER, S.E., ET AL. (2018) Ecological consequences of forest elephant declines for Afrotropical forests. *Conservation Biology*, 32, 559–567.
- SCALBERT, M., VERMEULEN, C., BREUER, T. & DOUCET, J.-L. (2023) The challenging coexistence of forest elephants *Loxodonta cyclotis* and timber concessions in central Africa. *Mammal Review*, 53, 15–31.
- SCALBERT, M., STIERNON, Q., FRANCESCHINI, S., VERMEULEN, C., BROSTAU, Y., NGWET, R., & DOUCET, J. L. (2023). Not all roads are barriers: Large mammals use logging roads in a timber concession of south-eastern Cameroon. *Forest Ecology and Management*, 541, 120910.
- SIVAPERUMAN, C. & VENKATARAMAN, K. (2018) Indian Hotspots: Vertebrate Faunal Diversity, Conservation and Management. Springer, Singapore.
- STIERNON, Q. (2022) Use of logging roads by large mammals in a timber concession of southeast Cameroon. Gembloux Agro-Bio Tech (Université de Liège).
- TOSSENS, S. (2021) Evaluation de l'impact de l'exploitation forestière sélective sur la biodiversité mammalienne à l'aide de pièges photographiques et de capteurs acoustiques dans le sud-est du Cameroun. Gembloux Agro-Bio Tech (Université de Liège).