

**The WILD Foundation – Save the Elephants
The Environment and Development Group**



**Mesures initiales pour la conservation des
éléphants du Gourma, Mali**

Rapport d'activité sommaire intérimaire 2004



**The Environment &
Development Group**

Adresse pour correspondance :

The Environment and Development Group
41 Walton Crescent
Oxford OX1 2JQ
United Kingdom

Tel : + 44 (0)1865 318180
Fax : + 44 (0)1865 318188
E-mail : admin@edg.org.uk

Table des matières

- I. Rapport d'activité sommaire intérimaire 2004**
- II. Rapport sur les recherches de terrain**
- III. Assemblage et analyse préliminaires des données SIG**

Rapport d'activité sommaire intérimaire 2004

Soumis en février 2005

1. Introduction

Ce rapport est bref par nature et il est soumis afin que la DNCN reste pleinement informée des progrès de ce projet. Le Protocole d'Accord de Coopération actuel a été signé en septembre 2003 et est en vigueur pendant deux ans. Les parties concernées ont été :

- un consortium constitué de la *Fondation WILD* (E-U); de *Save the Elephants* (STE- Kenya) et du *Environment and Development Group* (EDG - GB) ;
- la Direction Nationale de la Conservation de la Nature (Mali) ;
- avec l'étroite collaboration de l'Ambassade des Etats-Unis à Bamako et notamment de l'Ambassadrice Vicki Huddleston.

Par souci de clarté et de brièveté, ce rapport réitère la mission d'ensemble et les buts du projet, puis dresse simplement la liste des objectifs des recherches de terrain et de collecte des données pour 2004-05 et donne un bref compte rendu des progrès réalisés. Un plan de travail sommaire sera ensuite présenté pour 2005. Les documents suivants sont également soumis avec ce rapport :

1. **Rapport sur les recherches de terrain, 2004**, du Dr. Richard Barnes et M. Emmanuel Héma, soumis par l'intermédiaire du Dr. Iain Douglas-Hamilton.
2. **Rapport SIG** – Rapport sommaire initial de Dr. Susan Canney sur la compilation des données existantes sur le paysage et autres devant être utilisées dans la base de données SIG actuellement en construction. Ces données servent de base pour une analyse des données recueillies en 2002 par l'équipe menée par Dr. Douglas-Hamilton.
3. **Une ébauche d'une carte en format poster du Gourma et de ses alentours**, produite par *Save the Elephants* avec la contribution d'EDG, indiquant l'aire de répartition des éléphants, les communautés humaines, les juridictions et autres données dérivées de l'analyse par SIG des données initiales de terrain, intégrées à l'imagerie satellite.

2. Mission et buts du projet – Vue d'ensemble

Cette initiative mettra l'accent sur les activités de recherche et résultats destinés à guider le développement d'alternatives au schémas actuels d'utilisation des terres et de développement social dans la région du Gourma. Alternatives qui soient cohérentes avec une conservation durable de la biodiversité en général et de la population d'éléphants en particulier. Le projet devrait faciliter ainsi, à terme, la mise en œuvre du "*Projet de conservation et valorisation de la biodiversité du Gourma* (PCVBG). Deux composantes majeures (1,2) et deux composantes mineures (3,4) sont envisagées :

1. une meilleure connaissance de la biologie des éléphants du Gourma ;
2. la collecte des données existantes sur l'écologie et le développement de la région ;
3. des documents de base destinés à la communication sur cet héritage national exceptionnel et ses besoins en matière de conservation ; et
4. un résumé du potentiel que représentent les éléphants en matière de développement économique (en particulier grâce à l'écotourisme) pouvant profiter aux communautés locales et fournir une incitation à la protection des éléphants.

3. Résumé des progrès réalisés

Objectif 1 – Meilleure connaissance de la biologie des éléphants du Gourma.

Cet objectif nécessite la mise en œuvre de trois tâches : les recherches sur le terrain, la collecte et l'analyse des données, le renforcement des capacités locales grâce à la formation du personnel de la DNCN et la participation des communautés locales.

Réalisé à ce jour : Le Dr. Barnes et M. Héma étaient sur le terrain pendant trois mois en 2004 (de mi-mars à mi-juin). Ils ont mis en place et testé les protocoles de recherche, effectué les recherches de base et rencontré de nombreux fonctionnaires locaux. Ils étaient accompagnés de M. Elmehdi Doumbia tout au long de leur mission de terrain et de M. Mamadou Baga Samake de la DNCN pendant une partie de leur expédition.

D'août à novembre, le Dr. Barnes a analysé les données (collectées par la méthode des transects biologiques et dans le cadre d'entretiens) et finalisé son rapport avec le Dr. Douglas-Hamilton (voir document ci-joint). De septembre à décembre, M. Héma a été formé par le personnel du STE au Kenya et a analysé l'ensemble des données photographiques et des données du SIG recueillies sur le terrain. Pendant cette même période, il a été rejoint plusieurs semaines au cours de sa formation au Kenya, par M. Doumbia, du Mali.

Le processus d'identification des éléphants, qui représente la base de toute connaissance biologique plus approfondie du troupeau, a commencé de façon minutieuse. L'identité photographique de 400 éléphants a été établie de façon spécifique, et une photothèque comprenant une copie électronique et une copie papier de chaque éléphant a été créée, certains individus ayant également reçu un nom. L'aire de répartition et les points critiques de menaces au cours de la migration ont fait l'objet d'une exploration plus poussée mais l'accent reste mis sur ce point là dans le programme de 2005. Bien qu'il soit trop tôt pour publier des résultats ou formuler des recommandations, il semble que le nombre estimé des éléphants soit plus près de 400 que du chiffre de départ qui était de 375.

Le parcours des éléphants s'est composé des zones de concentration, où se nourrissent et s'abreuvent les éléphants, selon la saison. Ces zones sont liées par des couloirs étroits. Les données télémétriques ont été soigneusement étudiées par les Drs. Douglas-Hamilton et Canney, afin de préciser la répartition du temps passé dans les couloirs et les zones de concentration. Relativement peu de temps (7%) est passé dans les couloirs, qui sont néanmoins importants, car ils relient les zones vitales à la survie des éléphants. Il est peu probable que les éléphants du Gourma puissent survivre sans accès à leurs parcours annuel entier.

La formation dispensée au Kenya à M. Doumbia était très spécifique et comprenait les techniques d'approche des éléphants en voiture et à pied, et les techniques de reconnaissance individuelle. Travaillant de concert avec M. Héma et le personnel de Save the Elephants, M. Doumbia a appris aussi comment distinguer les âges et le genre des éléphants, et comment prendre des photos numériques, utiles à l'étude.

Objectif 2 – Collecte et analyse des données pour identifier les zones et activités prioritaires pour la conservation des éléphants.

Ce projet a pour but de montrer que les éléphants se déplacent de plus en plus dans un monde dominé par les activités humaines et qu'il est peut-être possible (grâce au financement du PCVVG) de limiter, à terme, les obstacles rencontrés par les éléphants pour atteindre les espaces ouverts et autres ressources indispensables à leur survie. A cet effet, le Dr. Canney (spécialiste en SIG) a travaillé en Grande-Bretagne, en collaboration avec le Dr. Stephen Cobb et le Dr. Keith Lindsay d'EDG, pour localiser et rassembler les informations existantes sur l'utilisation des terres et autres données utiles.

Des données ont été rassemblées et/ou localisées sur la présence d'éléphants (y compris l'aire de répartition historique), la présence d'eau ou de fourrage (y compris des informations satellites), l'intensité de l'utilisation/présence humaine, l'environnement et l'écologie du Gourma et des informations telles que les infrastructures et les frontières administratives fournies par les cartes du SIG. Des images satellites coïncidant avec les données des colliers émetteurs des éléphants ont été analysées pour mettre l'accent sur des aspects importants. Certaines de ces données sont incomplètes, mais nos recherches et le dialogue ont permis d'identifier les moyens de remédier à cela en 2005. Malgré cela, suffisamment de données ont été recueillies pour permettre des analyses préliminaires indiquant comment les mouvements des éléphants sont liés à certaines zones géographiques au cours de l'année et à certains aspects des activités humaines. Ces analyses ont conduit à la formulation d'autres questions et seront utilisées pour guider les recherches et la collecte des données au cours de l'année 2005 (voir plan de travail ci-dessous)

Le Dr. Canney a ensuite rejoint l'équipe au Kenya et travailla de concert avec le Dr. Douglas-Hamilton à intégrer les données acquises précédemment par balise satellite, avec les autres données acquises par l'équipe, afin de les traiter ensemble dans le format du système SIG. Elle a également formé M. Doumbia et M. Hema aux techniques et protocoles de collecte des données sur le terrain. Sur ce sujet, veuillez vous référer à la carte SIG (ébauche) et au rapport sommaire du Dr. Canney ci-joints.

Objectif 3 – Communication des résultats

Il est impératif que les informations connues concernant les éléphants, leurs voies de migration, leurs besoins biologiques et autres soient facilement accessibles par les décideurs au sein du gouvernement du Mali et des ONG, et que tous participent, y compris les ONG internationales et les agences d'aide au développement. C'est là le seul moyen de préserver cet héritage national irremplaçable. Pour cela, M. Carlton Ward, photographe professionnel spécialiste des questions de conservation a fait don de son temps et de ses services pour se joindre à l'équipe menant les recherches sur le terrain. Le projet a seulement couvert une partie de ses frais. En conséquence, il existe maintenant une photothèque, répondant à la fois aux objectifs de recherche et de communication et constituée de plus de 2000 images numériques et diapositives provenant de photos de qualité professionnelle. Cela fera partie de la grande banque de données qui sera remise à la DNCN à la fin de ce projet.

M. Ward travaille en ce moment avec la Fondation WILD à la production de la première brochure destinée aux fonctionnaires maliens et au public concerné. Publiée en français et en anglais et devant normalement être disponible en mars-avril 2005, cet instrument sera

distribué à toutes les agences et NGO concernées au Mali. Elle sera également utilisée pour communiquer à l'étranger l'importance internationale de ces éléphants, leur valeur unique en termes de conservation de la biodiversité et leur importance pour le développement économique durable du Mali et de sa population.

De plus, un accord initial a été passé avec au moins un magazine – du Smithsonian Institution, USA – pour publier en 2005 un exposé approfondi de la situation des éléphants du Mali.

Objectif 4 – Une étude du secteur de l'écotourisme

Fin prévue pour la fin du projet en 2005 et comptes-rendus ultérieurs. La collecte initiale des informations a débuté par l'examen d'autres modèles existants de tourisme s'appuyant sur les éléphants et par la collecte des données existantes et historiques sur les interactions homme-éléphants au Mali.

4. Résumé du plan de travail pour 2005

L'équipe de terrain sera au Mali pendant au moins 7 mois à partir de la mi-février 2005. Elle va notamment :

- Améliorer le système d'identification des éléphants particuliers de la population du Gourma ; établir la structure démographique (structure par âge) ; former le personnel de terrain en ces techniques
- Recueillir des données sur l'utilisation de l'étendue du parcours des éléphants
- Noter toute instance d'interaction entre homme et éléphant
- Organiser un réseau d'observateurs locaux

Dr. Lindsay d'EDG se rendra au Mali afin de faire le suivi technique du projet et d'assurer la liaison avec la DNCN, et le Dr. Canney se rendra à Bamako afin de compléter la recherche de données pour les analyses SIG.

Les données seront envoyées électroniquement du terrain envers EDG et STE, afin que l'équipe de terrain puisse être mieux suivie et guidée. Des tableaux et cartes seront élaborées le long de la campagne de terrain, afin de mieux comprendre la dynamique de la population, ses tendances, son utilisation de l'espace, et les autres facteurs qui jouent sur sa survie.

Vers la fin de 2005, une analyse sera complétée qui va comparer la structure démographique de cette population avec celle d'autres populations bien connues, telles qu'Amboseli et Samburu au Kenya. M. Emmanuel Héma va se rendre à nouveau en fin de l'exercice au Kenya, afin de se rendre compte des activités de terrain et pour contribuer à l'analyse des données pour inclusion dans un rapport final destiné à l'attention de la DNCN.

Ce rapport va inclure une analyse complète des zones de concentration des éléphants, et leurs couloirs de liaison, avec un bilan des risques à chaque endroit, avec des recommandations concernant des politiques de développement qui sont favorables à la conservation du parcours annuel migratoire de ces éléphants.

En février-mars 2005, un deuxième stagiaire sera sélectionné par le consortium, en collaboration avec la DNCN. Le stagiaire se joindra à l'équipe de terrain à un moment

propice, jusqu'à la fin de la saison et recevra des cours pratiques sur les éléments de base de recherche sur les éléphants et leurs techniques de suivi.

Simultanément le Dr. Canney poursuivra sa tâche de collecte et d'analyse des données comme suit :

- Visite au Mali pour localiser les données supplémentaires dont on sait qu'elles se trouvent à Bamako telles que les données SIG de la surveillance environnementale (SSE) et les données du recensement de la population et du recensement du bétail ;
- Possible déplacement sur le terrain en qualité de superviseur pour vérifier les protocoles de collecte des données ;
- Obtention et analyse de données satellites supplémentaires;
- Poursuite de l'analyse des données du SIG pour identifier, raffiner et estimer :
 - l'étendue de l'aire de répartition des éléphants ;
 - les menaces et stress principaux auxquels sont confrontés les éléphants, où et à quels moments de l'année et de la journée ;
 - les besoins prioritaires des éléphants au cours de l'année ;
 - les zones prioritaires d'intervention / contrôle du développement pour gérer les conflits existants et prévenir les conflits à l'avenir ;
 - les sujets d'incertitude.

Le Dr. Lindsay contribuera au travail de terrain dans le cadre d'une visite de 2 semaines quelques semaines après le début du travail de l'équipe sur le terrain. Il suivra la méthodologie des recherches sur les éléphants et s'assurera que le système de collecte des données fonctionne sans problème.

Une évaluation des progrès du projet sera réalisée sur le terrain (peut-être en avril) et dans le cadre d'autres réunions en juillet - août. A ce moment là, une estimation sera faite du calendrier des analyses, comptes-rendus et soumissions à la DNCN.

Nous jugeons qu'il serait utile, de compléter les connaissances de ces éléphants et leurs mouvements, leurs besoins en espace vitale et en planification et aménagement du territoire, par le biais d'encore de balises satellitaires. Si une telle proposition aura l'approbation de la DNCN, on pourrait procéder à la collecte de fonds. Cette idée fera l'objet des discussions ultérieures entre le consortium et la DNCN.

Rapport sur les recherches de terrain Mars à juin 2004

Richard F.W. Barnes
Emmanuel M. Héma,
Elmehdi Doumbia
Mamadou Baga Samaké

Novembre 2004

Table des matières

1. Résumé	1
2. Introduction	1
3. Identification des individus.....	2
3.1 Phase nomadique	2
3.2 Benzéna.....	3
4. Utilisation d'espace des éléphants.....	6
5. Discussion	10
5.1 La dynamique de la population.....	10
5.2 Effets de pâturage des éléphants	11
5.3 Distribution.....	11
5.3.1 Utilisation de l'habitat autour de Benzéna.....	11
5.3.2 L'utilisation de l'habitat sur une grande échelle	12
5.3.3 Corridors.....	13
5.4 Changements écologiques	13
5.5 Perturbations par les touristes.....	15
6. Remerciements	15
Annexes	17
Annexe 1 : Termes de référence.	18
Annexe 2 : Annexes techniques.....	21
Annexe 2a: Distribution de fréquence de la taille des déjections á Teshérit.....	22
Annexe 2b: Mesures des empruntes de pattes á Benzéna.....	23
Annexe 2c: Inventaire des transects autour de Benzéna	24
Annexe 3: Questions pratiques	36
Annexe 4: Références.....	37

Abbreviations et Acronymes

DNCN	Direction Nationale de la Conservation de la Nature
SIG	Système de l'Information Géographique
GPS	Système de Positionnement Global

1. Résumé

Nous avons séjourné pendant deux mois et demi (fin mars à début juin 2004) en fin de saison sèche, dans le Gourma. Le premier mois a consisté en des déplacements d'un point à un autre, dans le nord-est de l'aire de distribution des éléphants. Seuls les mâles étaient observés pendant cette phase. Au deuxième mois, nous nous sommes basés à Benzéna où tous les deux sexes étaient observés. En générale, les éléphants passaient le jour dans la végétation dense où il était trop hasardeux de les suivre. Néanmoins un grand nombre de photos a été obtenu ; mais au moment de la rédaction, la plupart de ces photos n'était pas encore organisées en fiches d'identification.

Une série de transects établis pour estimer l'étendue de la zone de prédilection autour de Benzéna, a montré que les éléphants utilisaient autour de la mare une aire beaucoup plus restreinte que l'on le supposait auparavant. En dehors de la proximité de l'eau, c'est le nombre d'arbres et le nombre d'espèces ligneuses qui déterminent les endroits où les éléphants passent leur temps. Il y'avait une relation inverse entre l'abondance du bétail et la prédilection des éléphant.

La même méthodologie devrait être appliquée sur toute l'étendue de l'aire de distribution de la saison sèche, pour élucider les relations entre l'utilisation d'espace des éléphants et le relief, la végétation, le cheptel domestique et les activités humaines. Le couloir de migration de la saison pluvieuse doit être cartographié avec précision à l'aide d'un GPS, au cours de plusieurs saisons pluvieuses. Il est essentiel que les potentielles menaces et les points de choc soient identifiés.

Les premiers pas ont été pris vers l'établissement d'un archive de photos individuels, et environ 2000 images numériques ont été pris, couvrant une proportion importante de la population.

2. Introduction

Le Gourma abrite les derniers éléphants maliens et aussi sahéliens, qui ont été récemment estimés à 350 individus (Blake *et al.*, 2003). Cette population a développé une certaine stratégie nomade qui inclue un circuit migratoire unique. Au cours des trois dernières décennies le changement pluviométrique, l'accroissement du domaine humain, l'expansion agricole et les développements tels que la construction de nouvelles routes ont affecté les éléphants et pourraient encore avoir des impacts plus accrues dans les années à venir. Les conflits vont croître tant que l'homme et l'éléphant compétiront pour l'eau et l'espace et tant que les éléphants seront attirés par l'expansion agricole (Olivier 1983; Jachmann 1991; Pringle and Diakité 1992; Blake *et al.*, 2003).

Un consortium constitué de *The Wild Foundation*, *The Environment & Development Group* et *Save the Elephants* a signé un accord avec la Direction Nationale de la Conservation de la Nature pour entreprendre une étude écologique des éléphants du Gourma en vue de produire les informations techniques qui constitueront la base pour leur conservation. Ce rapport couvre la première phase du projet de fin Mars à début Juin 2004, correspondant à la fin de la saison sèche.

Les Termes De Référence du projet sont présentés en annexe 1. Les chapitres 3 et 4 décrivent les activités de terrain ; en fin de chaque chapitre les tâches prescrites dans les TDR sont revues. Il est à noter qu'en deux mois, il était impossible d'exécuter toutes les tâches prescrites dans le cadre d'un projet de 15 mois. Certaines tâches ont besoin d'abord que d'autres tâches préliminaires soient exécutées.

Pendant la saison sèche, les éléphants occupent la moitié nord de leur espace de distribution au nord de la route Douentza-Hombori-Gao (Fig. 1). Ils y vivent grâce à une série de petites mares qui s'assèchent souvent partiellement ou totalement au fur et à mesure que la saison progresse. Au cours de la première semaine de Avril, nous avons fait une excursion autour de l'aire de distribution des éléphants en saison sèche, pour nous introduire aux autorités administratives et aux communautés locales. Nous avons visité Douentza, Boni, Hombori, Gossi, Inadjatafane, Bambara-Moundi, Benzéna et Kikara. Pour le reste de Avril, nous avons voyagé en recherchant les éléphants à partir du nord-est puis en nous familiarisant au terrain et aux conditions environnementales de cette période de l'année. En Mai, nous nous sommes basés à Benzéna. A l'exception d'un jour que nous avons passé à la *Porte des Eléphants* et au sud de Boni, nous n'avons pas pu explorer la zone de distribution de la saison pluvieuse des éléphants.

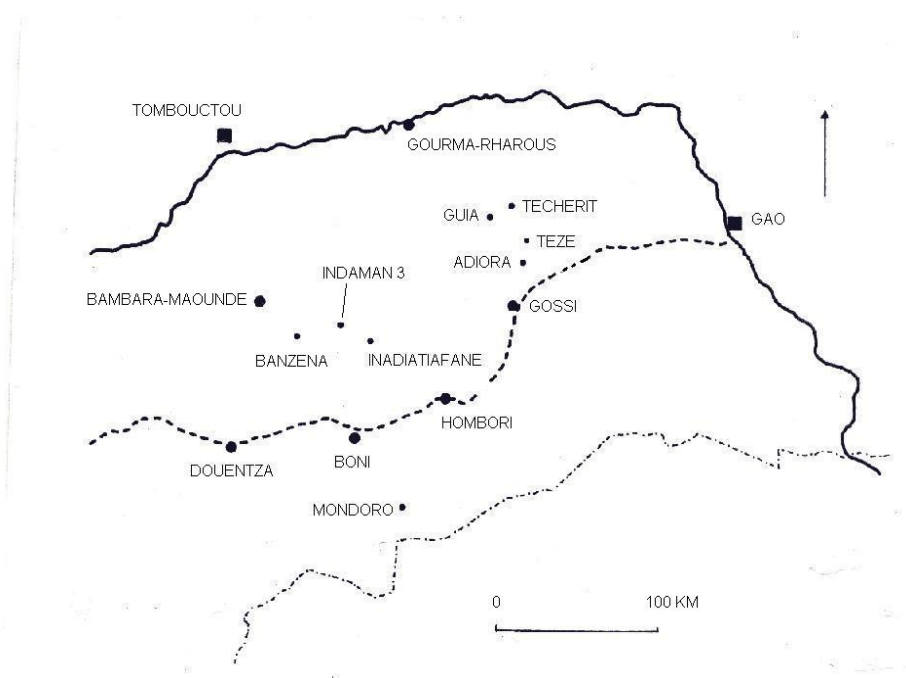


Figure 1: Carte du Gourma montrant les zones visitées courant mai et juin 2004.
----- Route principale; _____ Fleuve Niger;

3. Identification des individus

3.1 Phase nomadique

Nous avons commencé la recherche des éléphants à Adjora (voir Fig. 1), dans la partie est de leur aire de distribution de la saison sèche, où un groupe de mâles vivaient autour de la mare. Après deux jours à Adjora, nous avons progressé vers le nord jusqu'à Téchérit où un grand nombre d'éléphants---peut être une centaine---avaient été signalés. Au fait, les

éléphants ont quitté Tés hérit quelques jours avant notre arrivée. Cependant nous y avons séjourné trois jours pour explorer ce endroit où ils ont passé à peu près cinq mois.

La mare de Tés hérit était bordée d'une fourré ou forêt sèche de 6 km de long et entre 0.7 et 1.8 km de large. Il y avait toujours une modeste surface d'eau à ce stade. Les nomades y font abreuver leurs animaux le jour, c'est au petit soir et dans la nuit que les éléphants ont accès libre à la mare. L'abondance des déjections a démontré clairement que les éléphants passaient la plupart du temps dans la forêt. Ils allaient paître aussi dans le bas-fond situé à plusieurs Km au nord. L'eau séchait rapidement et il semblait que les éléphants avaient quitté les lieux au cours de la première semaine du mois d'Avril.

L'absence des éléphants nous a permis de travailler en sécurité dans la forêt dense. L'abondance des déjections a donné l'occasion d'estimer la structure d'âge du groupe et particulièrement la proportion de jeune (voire Annexe 2a).

Nous avons ensuite visité Guia où il y a une autre mare bordée d'une végétation dense (Fig. 1). La mare était complètement sèche et il n'y avait aucun éléphant. Nous avons alors progressé jusqu'à Tézé (Fig. 1) où nous avons trouvé 4 mâles dans la fourrée près de la mare. Nous les avons photographiés lorsqu'ils ont émergé de la fourrée pour aller à l'eau. Ensuite, nous sommes retournés à Adjora où il y avait toujours deux mâles que nous n'avions pas encore photographiés. Nous les avons retrouvés plusieurs km plus au sud, à la mare de Hékia avec les autres mâles. Ils avançaient régulièrement en suivant le système de drainage vers Gossi. Il est possible de suivre les mouvements des groupes d'animaux en se renseignant sur leur position auprès des nomades et en cherchant leurs traces. Nous avons devancé les éléphants sur les prochaines mares où ils progressaient, espérant pouvoir les photographier lorsqu'ils arrivent. Cependant, ils les ont accédées seulement la nuit, évitant ainsi les animaux domestiques et les hommes. Nous ne les retrouverons pas encore avant la mare de Gossi où ils rejoindront d'autres mâles qui y séjournent déjà.

Nous sommes restés à Gossi plusieurs jours jusqu'à ce que nous identifions 9 mâles qui y étaient. Ces éléphants passaient la grande partie de la journée dans la zone boisée temporairement inondable au bord de la mare. La mare se retirait et la boue empêchait d'approcher les éléphants ou menaçait de nous empêcher de battre en retraite en cas de danger. Plus loin les bruyants craquements de la croûte de boue séchée sous les pieds, alertaient les éléphants de notre présence et amplifiait de plus en plus le hasard de les suivre, d'où nous nous retirons.

Seuls les mâles adultes étaient observés pendant cette phase dans le nord-est.

De Gossi, nous voyageons sur Inadjatafane où le photographe de la faune Carlton Ward se joint à notre équipe le 26 Avril. Nous avons progressé ensuite à Benzéna où nous avons campé pour tout le mois de Mai.

3.2 Benzéna

Nous nous sommes basés à Benzéna (Fig. 1) parce que nous croyions que la plupart des éléphants du gourma s'y regroupaient pendant la dernière semaine de la saison pluvieuse et qu'ils pouvaient être facilement observés à la mare pendant le jour. Aucune de ces suppositions n'était vraie pour Mai 2004.

Il y a eu une forte pluie dans la nuit du 28/29 Avril. Quand nous nous sommes rendus à Soma juste à l'est de Benzéna, le 30 Avril, nous avons trouvé partout des flaques d'eau et même un cours d'eau qui coulait. En conséquence, tous les éléphants ont quitté Benzéna. Au cours des prochaines semaines ils sont revenus graduellement, mais il est peu probable que toute la population était présente; aucun éléphant n'a été observé à la mare pendant le jour en May. Ils se cachaient plutôt dans la forêt du cours d'eau à l'est de la mare, ou dans l'une des forêts denses voisines (Tabarac-Tabarac et Bamako) et venaient à la mare seulement dans la nuit. Nous avons observé les éléphants dans la mare en plein jour seulement le 5 Juin, le jour même où nous quittons Benzéna.

Nous avons passé deux jours à Indaman 3 où il y avait un grand groupe d'éléphants qui venaient à la mare vers midi. En ce moment, le vent du nord soufflait fortement mais il y avait des rafales occasionnelles qui créaient des courants d'air aléatoires dans la forêt dense, soufflant plutôt nos odeurs vers les éléphants quoique nous fassions pour rester dans le sens opposé à celui du vent. C'était très dangereux d'observer les éléphants dans de telles conditions et nous nous retirons plutôt.

Les éléphants du Gourma s'évadent normalement dès le premier signe de véhicule. Ils peuvent être observés seulement en les suivant dans les fourrées où ils passent la journée oubien en attendant à l'aube et au crépuscule jusqu'à ce qu'ils émergent. Nous avons travaillé en une équipe de trois : un prend les photos, un dessine les schémas et le troisième veille sur le groupe. Bien qu'il est souvent facile de suivre et de photographier les mâles dans la brousse parce qu'ils sont souvent seuls ou en petit groupes, il y a toujours le risque d'être surpris par d'autres éléphants pâturant calmement sur un côté ou avançant par derrière soit. Alors, nous avons évité de suivre les mâles dans les fourrées. Les familles étaient regroupées en grand groupe dans la forêt, les suivre et les observer en végétation dense engendrait des risques que nous n'étions pas prêts à prendre. Néanmoins, nous avons pris plus de mille photos à Benzéna ; cependant, plusieurs de celles-ci sont des photos multiples du même individu. Beaucoup peu de schémas ont été dessinés parce que l'on ne se retrouvait pas souvent quand les éléphants changeaient de position et quittaient le champ de vision avant que les schémas soient achevés. Beaucoup d'individus ont été photographiés seulement sur un côté. Quelquefois, l'on peut juxtaposer les photos de gauche et de droite si l'animal a une queue ou d'autre traits remarquables. Les photos seront organisées et les fiches d'identifications constituées courant Juillet et Août.

Tableau 1: Tâches en relation avec l'identification et l'enregistrement des individus d'éléphants de la population du Gourma.

Objectif 1: Identifier et enregistrer les individus d'éléphants de la population du Gourma

Tâche 1.1. Constituer une équipe technique mobile:

- a) **Sélectionner les membres de l'équipe (incluant 2 Agents DNCN);**
- b) **Acquérir le matériel approprié et le mettre à la disposition de l'équipe.**

Succès: Nous avons constitué une équipe mobile de terrain, avec deux véhicules, deux chauffeurs et un cuisinier. L'équipe a travaillé parfaitement et avec efficacité. Les deux partenaires DNCN étaient M. Mamadou Baga Samaké et M. Elmehdi Doumbia.

Contraintes: Aucune

Recommandations: Les mêmes chauffeurs et cuisinier devraient être employés pour les phases à venir parce qu'ils sont bon travailleurs et comprennent les exigences de cette sorte de travail de terrain (petits matins, tardive soirées, longues journées et rare week-ends).

Tâche 1.2. Former l'équipe à la méthode de collecte de données photographiques.

Succès: L'équipe a été en partie formée à Samburu. Deux mille images environ ont été prises sur le terrain, la plupart à Benzéna.

Contraintes: La camera Nikon D1 est un équipement super-sophistiqué et compliqué que nous n'avions jamais utilisé auparavant. Pour la première semaine, la camera était imprévisible et souvent, il n'a pas fonctionné convenablement. De bonnes opportunités de photographies ont été perdues pendant nos voyages dans le nord-est, parce que la camera n'a pas marché au moment critique.

Recommandations: C'était une erreur d'aller sur le terrain avant que nous ayons totalement compris le fonctionnement de cette camera. Il a un grand nombre de boutons et l'on a besoin de comprendre parfaitement les fonctions de chacun des boutons pour une utilisation appropriée. L'on devra utiliser une camera simple sur le terrain ou bien avoir une longue période de pratique à l'avance.

Tâche 1.3. Etablir une base de données photographiques.

Succès: Deux mille images environ de photos ont été prises; mais beaucoup sont des photos répétées.

Contraintes:

- Une énorme quantité de temps a été passé, jours après jours, en recherchant les éléphants en voiture ou à la marche.
- Les éléphants étaient généralement dans les fourrées pendant le jour.
- Approcher les éléphants dans les fourrées et rester près d'eux pour une période assez long et suffisante pour faire les schémas et prendre les photos appropriées est extrêmement hasardeux et nous n'étions pas prêts à prendre de tels risques.
- L'ordinateur ne marchait pas pendant un moment parce que nous ne pouvions pas recharger les batteries avec notre système de panneau solaire. Nous n'avons pas pu mettre en marche régulièrement l'ordinateur, jusqu'à la mi-Mai. En conséquence, nous étions submergés par le nombre de photos prises au moment où nous résolvions ce problème.
- Les éléphants du Gourma ont des oreilles assez complexes et l'on a besoin d'être sur le juste angle pour que les photos puissent montrer tous les plis, déchirures et trous des oreilles.

Tâche 1.4. Organiser des séances de formation pour d'autres agents DNCN, assurant la dualité formation et information.

Nous avons discuté la possibilité de tenir des séances de formation à Gossi en début 2005, pour une demi-douzaine d'agents DNCN positionnés dans le Gourma, pour peut être une durée de trois semaines.

4. Utilisation d'espace des éléphants

Du moment que nous avons dévolue la grande partie de notre temps à rechercher les éléphants et à les observer principalement dans le nord-est et à Benzéna, nous avons peu de temps pour investiguer leur mode de distribution.

Cependant, nous avons fait quelques observations de leur utilisation d'espace à l'échelle de Benzéna. Pendant que nous attendions que le grand groupe de Indaman 3 arrive à Benzéna, nous avons parcouru un transect pilote aléatoirement placé au nord à partir de la Mare de Benzéna. Nous avons l'intention de marcher 15 km dans le nord de la mare ; mais nous nous arrêtons plus tôt, parce qu'ils n'y avait aucun signe d'éléphant après 6 km. Cela était une surprise parce que nous avons supposé que les éléphants pâturaient dans un grand rayon autour de l'eau. Mais c'était au moins 1km plus que le sentier le plus long établi par télédétection. De plus, le transect suggérait que les éléphants évitaient les zones de fortes concentrations de bétail---particulièrement les chèvres. Les plus fortes densités d'éléphants étaient enregistrées où il y avait peu de chèvres (Fig. 2). Ceci semble contredire la présente croyance que les éléphants et le bétail co-existent dans le Gourma. Il suggérait aussi que les chèvres pourraient être la raison de l'absence des éléphants après 6km (Fig. 2). Nous avons aussi noté que les éléphants étaient attirés par les zones de forte densité de végétation ligneuse (arbres et arbustes) sur les dunes mais qu'ils évitaient les zones dunaires autour de la mare de Benzéna qui étaient couvertes de *Leptadenia pyrotechnica*.

Pour clarifier ces points, nous avons planifié une série de transects qui montrerait l'utilisation de l'espace par les éléphants autour de la mare (voir Annexe 2c). Quarante transects ont été parcourus et 652 déjections ont été enregistrées. Nous avons ignoré les transects qui passaient dans les forêts denses où nous savions que les éléphants étaient présents (ex., Tabarac-Tabarac), à cause du risque qu'ils engendraient. Pour chaque transect, nous avons enregistré le nombre d'individus de chaque espèce d'arbre et d'arbuste aussi bien que la densité de crotte pour chaque espèce de bétail. La densité de déjections d'éléphant est supposée être une mesure de son occupation ; Voir Annexe 2c pour les détails de la méthode et les résultats. Les transects ont confirmé que la densité des éléphants diminuait lorsque l'on s'éloignait de la mare et qu'il n'y avait aucun signe de pâturage d'éléphant après 6km au nord de la mare. Ce fait a été corroboré lorsque nous avons roulé en voiture sur une ligne est-ouest une distance de 6 à 7km parallèle à la mare, sans observer de déjection.

De même en allant à Tombouctou vers le nord, nous n'avons vu aucun signe d'éléphants au delà de 5 km après Benzéna. Sur la partie sud de la mare, il y avait des signes d'éléphants entre 6 et 7 km parce que les éléphants se déplacent régulièrement de Benzéna vers les autres forêts et fourrées plus au sud.

Les transects ont révélé comment la distribution des éléphants autour de la mare de Benzéna est influencée par la végétation : les éléphants sont attirés par ces zones de forte diversité d'espèces d'arbres et d'arbustes mais ils évitent les endroits dégradés où *Leptadenia pyrotechnica* est abondant (Annexe 2c). L'hypothèse que les éléphants évitaient les endroits de forte densité de chèvre était fermement rejetée. En effet, il y avait une corrélation positive avec les chèvres et les moutons. D'autre part, il y avait une relation inverse entre les éléphants et les boeufs (Fig. 3), montrant que les éléphants évitent les endroits fréquentés par les boeufs. Un résultat similaire a été obtenu par Sam *et al.* (2002) dans la vallée de la Volta Rouge dans le nord du Ghana.

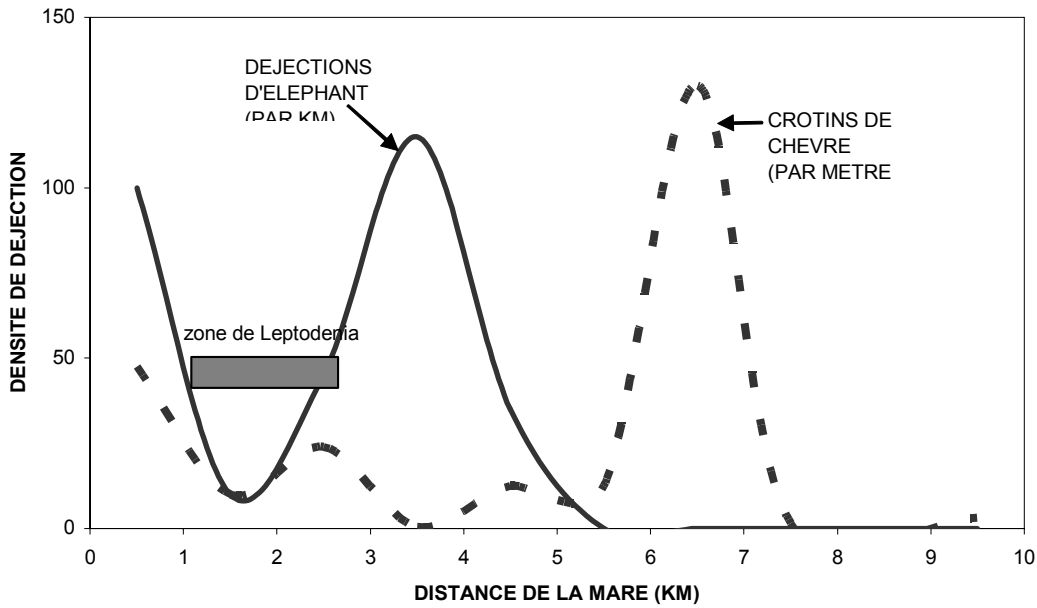


Figure 2: Les résultats du transect pilote orienté plein nord à partir de la limite de la mare de Benzéna, montrant la densité de déjections d'éléphants (exprimée en nombre de déjections vues par km de transect) et la densité de déjections de chèvres (exprimée en nombre de crottins enregistrés par mètre carré).

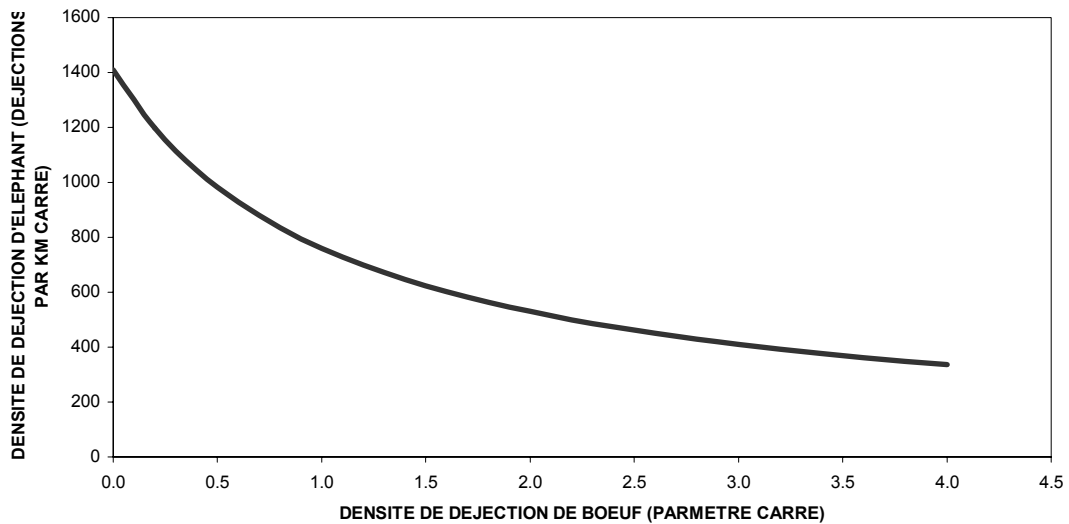


Figure 3: La relation entre la distribution des éléphants et l'abondance des boeufs après la prise en compte de la distance de l'eau (voir Annexe 2c).

Tableau 2: Tâches relatives à la collecte des données sur l'utilisation d'espace des éléphants dans leur zone de distribution géographique.

Objectif 2: *Collecter les données sur l'utilisation d'espace des éléphants dans leur espace de distribution géographique.*

Tâche 2.1. Développer un protocole simple et fiable de collecte de données d'observations d'éléphants et des incidences de conflits homme-éléphant.

Succès: Nous n'avons pas encore abordé cette question: Cela demandera beaucoup de temps et de ressources (voir Recommandations ci-dessous).

Contraintes: Des exercices de ce genre risquent de donner plutôt un index des mouvements des observateurs plutôt qu'une mesure de la distribution des animaux (telle que proclamé). La saison pluvieuse est le moment des conflits homme-éléphants.

Tâche 2.2. Organiser un réseau d'observateurs locaux.

Succès: Nous avons visité deux fois les *Amis des Eléphants* de Boni et nous avons discuté sur terrain, la possibilité d'un système d'observation des mouvements des éléphants à la *Porte des Eléphants* pendant la saison pluvieuse.

Contraintes: La base de données photographique n'est pas encore opérationnelle. L'établissement de ce réseau nécessitera une énorme quantité de temps et d'effort.

Tâche 2.3. Confirmer la fiabilité du réseau d'observateurs.

Dépend du précédent.

Tâche 2.4. Etablir un protocole de collecte de données sur l'évolution des ressources végétales.

Ceci est une très importante question, bien que difficile. Nous avons commencé les réflexions à propos; nous n'avons pas encore vue la partie sud de l'aire de distribution des éléphants. Les réflexions doivent continuer pour définir exactement les questions qu'il faille aborder, quelle ressource végétale doit être évaluée; le protocole d'échantillonnage; les méthodes, le temps et les ressources qui seront disponibles.

Tâche 2.5. Rassembler toutes les informations sur les mortalités d'éléphants, historiques et actuelles.

Nous n'avons pas encore commencé la collecte de données historiques. Les deux agents DNCN de notre équipe sont les agents de terrain du réseau MIKE Mali.

Tâche 2.6. Collaborer avec MIKE, faciliter les objectifs de MIKE à travers les liaisons et provisions d'information.

Voir précédent.

Tâche 2.7. Assister l'équipe MIKE si nécessaire.

Voir précédents.

Tâche 2.8. Explorer la possibilité de suivre tout le long de l'année les mouvements des éléphants sur le terrain.

Nous avons proposé que nous devons suivre les éléphants le long de leur route de migration de la saison pluvieuse vers le sud. L'équipe devrait avoir une base logistique à Mondoro à partir d'où elle allait opérer à dos de chameau. Nous sommes entrain d'établir des liaisons avec l'équipe du Burkina Faso travaillant sur le coté burkinabé de la frontière. En 2005, il sera possible de suivre les mouvements des éléphants entre les sites tels que Téchérit, Inadjatafane, les Indamans et les autres mares et forêts que nous n'avons pas explorées cette fois-ci.

Tableau 3: Objectifs et tâches relatifs à l'interprétation des données collectées.

Objectif 3: Interpréter les données collectées.

Tâche 3.1. Développer un canevas d'analyse de données, pour l'analyse de la population, la distribution et les données écologiques.

Voir section 5.3.2.

Tâche 3.2. Produire des rapports périodiques sur les résultats des analyses, en collaboration avec les autres.

Voir Annexe 2.

Tâche 3.3. Produire deux articles scientifiques une collaboration avec les autres. Faire des recommandations sur la stratégie de publication et de dissémination de l'information pour tout media.

Les articles scientifiques n'ont pas encore été faites, mais Carlton Ward a fait des suggestions pour faire une contribution au Smithsonian Magazine, une publication de marque.

Tâche 3.4. Contribuer au rapport final du projet.

Tâche 3.5. Faciliter le développement d'une stratégie nationale des éléphants du Mali puis travailler avec le GSEAF et les autorités maliennes et burkinabé pour développer le plan d'action de corridor transfrontalier adopté à Ouagadougou en Juin 2003.

Nous avons établi des contacts avec le coordonnateur de l'équipe burkinabé travaillant dans la partie sud de la frontière. Nous espérons collaborer avec sont équipe pendant cette saison pluvieuse.

Tâche 3.6. Fournir des informations à la DNCN pour acheminer au *African Elephant Database*.

Pas encore réalisé.

Tâche 3.7. Produire de la substance pour le site *web* de STE

Pas encore réalisé.

Tâche 3.8. Faire des recommandations futures pour les activités de recherche et la conservation des éléphants au consortium WILD/STE/EDG.

Voire section 5.3.2. et 5.4.

5. Discussion

5.1 La dynamique de la population

Il nous avait été dit que Benzéna nous offrirait une bonne opportunité pour photographier et identifier les éléphants en fin de saison sèche. Cependant, cette année ils ne sont pas venus à la mare de Benzéna pendant le jour. Nous avons passé un temps assez considérable en cherchant les éléphants. Pendant la journée, ils restaient dans les fourrées denses où il était très dangereux de les approcher. De plus quand ils étaient en grand groupe dans la brousse, l'on pouvait observer un individu pendant seulement quelques minutes avant qu'il se déplace derrière un autre individu. Si l'animal réapparaît quelques instants après sur une position différente, souvent il était difficile de dire si c'était le même individu ou un autre. L'on serait à mesure de résoudre quelquefois le problème si les éléphants restaient en vue pendant longtemps, mais souvent ils avançaient d'avantage dans les fourrées. De plus lorsque les familles se regroupaient, l'on ne pouvait pas dire quelle femelle appartenait à quelle famille et quel juvénile appartenait à quelle femelle ; les familles individuelles ne pouvaient pas alors être identifiées. Nous doutons alors que la fin de la saison sèche est le meilleur moment pour l'identification des individus. Cette tâche sera plus simple lorsque les groupes se dispersent en leurs groupes familiaux respectifs pendant la saison pluvieuse. D'autre part, en cette période de l'année la visibilité pourrait être dérisoire à cause du feuillage dense et l'on s'exposera d'avantage à des risques en approchant les éléphants dans les conditions de boue.

Le Gourma donne les conditions idéales pour utiliser les méthodes indirectes d'estimation de la structure d'âge : mesures de crottes et d'empruntes (Annexe 2a et 2b). Lorsque les éléphants passent beaucoup de temps dans la fourrée comme à Téchérit, les déjections restent quand ils quittent. Il n'y a aucune évidence qu'il existe de différence de taux de défécation entre les animaux de différents âges, à l'exception peut être des petits (Coe, 1972 ; Jachmann & Bell, 1984). Le taux de 2.3% pour les petits (< 1 an) est probablement une sous estimation à cause de leur faible taux de défécation et parce que leurs crottes de petite taille se désintègrent plus rapidement (Jachmann & Bell, 1984). Ces facteurs resteront constants et les changements de la proportion de petites déjections d'une saison à l'autre, refléteront le

taux de naissance et survit des petits. Ces méthodes pourraient être utilisées pour suivre ces paramètres d'une saison à l'autre. Reilly (2002) montre les avantages d'utiliser les mesures de crottes pour estimer les structures d'âges, particulièrement parce qu'ils fournissent des estimations sans biais du fait qu'ils ne sont pas affectés par le comportement des animaux (tel que des groupes étant plus visibles que d'autres)

Le sable et la poussière forment la plupart du substrat de l'aire de distribution des éléphants en saison sèche et fournit les conditions idéales pour les mesures d'emprunts. Mais les petits pourraient être sous-représentés si leurs emprunts sont obstrués par ceux de la mère.

Cependant, nous allons nous servir de techniques directes pour arriver au statut démographique de la population.

Après une saison sèche de plus de huit mois, et avec une température qui atteint 46 °C à l'ombre, l'on s'attendrait à voir les éléphants dans des conditions difficiles. Mais au fait, beaucoup présentaient toujours de bonne condition en Mai. Ceci est la résultante des pluies abondantes de la saison pluvieuse de 2003 (Fig. 4). L'abondance de pâturage vert qui en résulté, a engendré des gains pondéraux chez les éléphants qui ont semblé les soutenir tout le long de cette saison sèche. De plus, beaucoup de retenues d'eau se sont remplies et ont gardé l'eau assez longtemps pendant la saison sèche de 2004 ; ainsi les mouvements des éléphants étaient moins restreints par la disponibilité d'eau en saison sèche. En conséquence, ils pouvaient pâturer beaucoup plus longtemps à des endroits qu'ils auraient normalement abandonnés pendant la saison sèche (tel que Indaman 3).

5.2 Effets de pâturage des éléphants

Blake *et al* (2003) ont noté que la pression de pâturage est souvent forte sur certaines espèces telle que *Balanites aegyptiaca* et *Acacia radiana*. La figure 8 (en Annexe 2c) montre qu'il y avait un grand nombre d'éléphants qui pâturaient dans un petit rayon de la mare. Pour certains arbres, il était peu probable qu'ils puissent régénérer à la saison pluvieuse suivante. Bien que nous ayons vu quelques plantules et des repousses, la régénération semble inadéquate pour remplacer les arbres adultes qui ont été fortement pâturés. Les éléphants pâturaient fréquemment sur les arbustes étaient entre notre camp et la mare ; nous avons noté une forte réduction du houppier de ces arbustes au cours du mois que nous avons passé sur les lieux. Cela pose la question de la tendance de la végétation boisée autour de la mare et celle de savoir si les éléphant sont entrain de contribuer à son déclin (Blake *et al.*, 2003).

5.3 Distribution

5.3.1 Utilisation de l'habitat autour de Benzéna

Du fait que les éléphants étaient très mobiles, nous étions surpris de découvrir qu'ils utilisent seulement un petit espace autour de Benzéna. Cela pourrait suggérer qu'il y a assez de pâturage pour eux à coté de Benzéna, ou peut être que se déplacer à plus de 6km de l'eau est assez stressant pour eux en fin de saison sèche, particulièrement pour les petits.

Nous n'avions pas le temps d'examiner l'utilisation de l'espace par les éléphants autour des autres mares telles que Inadjatafane, Indaman 2 et Indaman 3 et les autres forêts ou fourrées plus au sud de Benzéna. Si les éléphant pâturaient dans ces zones sur un rayon similaire à

celui de Benzéna, alors cela signifierait qu'ils utilisent une proportion de l'espace disponible beaucoup plus petite que nous ne l'avions supposée, au moins pendant la saison sèche. Si les éléphants ont besoin seulement d'une petite portion d'espace pendant la saison sèche, alors cela fournirait une plus grande opportunité de possibilité que les éléphants et l'homme évitent l'un l'autre. D'autre part, si le bétail et les éléphants utilisent les mêmes pâturages et eaux, alors cela augmenterait les chances de compétition et engendrerait plus de chance que les activités humaines perturbent les éléphants.

En calculant la capacité de charge du Gourma pour les éléphants, Olivier (1983) et Jachmann (1991) ont supposé que les éléphants pâturaient dans un plus grand espace que nous ne l'avons découvert ici. Nos résultats suggèrent que dans la seconde moitié de la saison sèche, les éléphants utilisent une plus petite portion de l'espace que l'on ne le supposait plus tôt et qu'en conséquence, les calculs de capacité de charge doivent être révisés. D'autre part, 2004 était une année atypique, nous devons alors vérifier si le même mode d'utilisation de l'habitat est obtenu pour les autres années.

5.3.2 L'utilisation de l'habitat sur une grande échelle

Les transects (Annexe 2c) ont montré qu'ils offrent le moyen de collecte d'information sur l'utilisation d'espace des éléphants, le plus rapide et efficace. Ils ont été parcourus juste avant le début des pluies ; puisque peu de déjections se dégradent pendant la longue saison sèche, elles représentent alors l'index d'accumulation de la distribution des éléphants ou leurs occupations autour de Benzéna pendant cette longue période sèche. La méthode qui est rapide et simple, nécessite peu de matériel (un GPS, mètre rubans et des cahiers de note) et les agents DNCN peuvent être rapidement formés pour faire ce travail. En moins d'une semaine, nous avons collecté une énorme quantité de données qui montrent les variations écologiques qui sont importantes pour les éléphants : la relation avec toutes les espèces de bétail, la communauté végétale (ex. diversité des espèces ligneuses), des espèces d'arbres spécifiques montrant des relations aussi bien positives (ex. *Acacia spp.*) que négatives (*Leptodenia pyrotechnica*).

Bien que nous avons parcouru ces transects seulement dans les environs immédiats de Benzéna, cette méthode peut être appliquées sur une plus grande échelle pour montrer l'utilisation de l'espace sur tout l'écosystème du Gourma de la saison sèche. Une telle analyse a besoin qu'une grille soit superposée sur la carte de la zone d'étude et un transect parcouru dans chaque grille. Les mêmes données seront collectées en plus d'autres informations telles que le type de sol, la strate herbacée, la distance de la plus proche route ou du village le plus proche. Ces données seront alors intégrées dans un Système d'Information Géographique (SIG) pour montrer les relations entre les occupations des éléphants et les paramètres à grande échelle tels que le sol, le relief, le type de végétation, l'occupation humaine, les routes et la distribution du bétail.

Des modèles mathématiques reliant ces variables pourraient alors être utilisés pour calculer les données des transects qui n'ont pas pu être exécutés.

Le GPS deviendra alors l'outil précieux pour planifier l'utilisation de l'espace. Par exemple, les effets du changement de l'écosystème pourraient être modélés pour prédire les effets du développement et de changement de l'habitat des éléphants. Entre autres, l'on pourrait se poser des questions telles que : quels seront les effets d'une augmentation de 50% de l'effectif des bovins, sur les éléphants? Comment les éléphants seront affectés par la

construction d'une route entre A et A ? Les transects peuvent être facilement répétés à des intervalles de temps réguliers (ex. chaque deux ou trois ans) et les données pour chaque année incorporées dans le SIG. Au fur et à mesure que le système change, par exemple si la densité de bovin augmente, ou si l'abondance de certaines espèces végétales change, les effets sur les éléphants deviendront perceptibles. En d'autre terme, cela va donner une méthode simple et efficace pour suivre les effets du changement écologique dans le Gourma.

5.3.3 Corridors

Dans cet environnement difficile, l'utilisation que font les éléphants de l'espace est critique pour leur survie, en particulier pendant la saison sèche où il y a peu de sources d'eau. Les éléphants peuvent survivre dans le Gourma parce qu'ils sont mobiles et peuvent exploiter les eaux et pâturages temporaires. Tout développement (par exemple, construction de route et nouveaux champs) qui empêcherait leur libre mouvement, ou qui réduirait leur accès aux pâturages ou aux sources d'eau, influencera négativement leur chance de survie. Ce sont les petits qui souffrent le plus quand les éléphants sont obligés de voyager de longues distances à la recherche de l'eau ou du pâturage pendant la saison sèche (voir par exemple, Barnes, 1983) engendrant ainsi une mortalité infantile plus élevée.

Bien que beaucoup d'auteurs ont produit des cartes approximatives montrant les mouvements des éléphants (ex. Lamarche, 1978; Barbier & Perrier, 1990; Jachmann, 1991), nous avons maintenant sur la base des données provenant de l'étude satellite, des cartes plus précises montrant exactement les corridors utilisés par les éléphants. Avec ces données et celles de nos études sur le terrain, les menaces potentielles et les points de choc peuvent maintenant être identifiés. Aucun de ces premiers travailleurs n'avait une unité GPS, qui peut maintenant être utilisé pour cartographier précisément les corridors de mouvement pour qu'ils puissent être protégés. Un tel exercice de cartographie doit être conduit sur plusieurs années parce que les éléphants changent leur route de migration en fonction des variations annuelles de la pluviométrie ; de plus, le suivi télémétrique fait par Blake *et al* (2003) a montré que des individus différents utilisent différentes routes.

5.4 Changements écologiques

La dégradation environnementale est une question importante dans le Gourma (Olivier 1983; Jachmann 1991; Pringle and Diakité 1992; Blake *et al.*, 2003). Le couvert de végétation ligneuse s'est réduit ---c'est à dire peu d'arbres et d'arbustes; à certain endroits, il y a de vastes étendues d'arbres morts ("cimetière d'arbre"); il y a aussi de vastes étendues de plaines gravillonnaires ("*armour layers*" [Stocking & Murnaghan, 2001]) qui ont perdu leur sol de surface et qui sont aussi visibles sur image satellitaire; il y a un sensible surpâturage autour de la mare de Benzéna ; le comblement des mares par les dépôts des sables et poussières des vents est un problème; de vastes superficies sont couvertes seulement par *Leptodenia pyrotechnica*, une espèce caractéristique des sols secs dégradés ; de plus, les agents DNCN croient que les feux de brousse deviennent de plus en plus courants dans la zone.

Les principaux facteurs du changement écologique sont les variations de régimes pluviométriques et les activités humaines. Nous avons pu obtenir les données pluviométriques pour seulement Mopti (Fig. 4). Mopti est situé hors de la zone de distribution des éléphants mais reflète probablement les tendances du Gourma. La figure 4 montre une tendance décroissante de 1950 à 1980. La courbe d'eau tombante du faite de la

pluviométrie décroissante, explique probablement la dégradation de la végétation ligneuse. Cependant, au cours des dix dernières années, la pluviométrie a accrue ; aussi a-t-elle été beaucoup plus imprévisible que pendant la précédente décennie. Par exemple 2002 a enregistré la plus basse pluviométrie depuis cinquante ans pendant que la pluviométrie en 2003 était la plus forte depuis 1965.

Dans les années 1990 la population humaine du Gourma s'est réduite (Atlas du Mali, 2001). Il ne nous est pas claire si la population des nomades ou celle du bétail est présentement stable ou croissante. Nos transects suggèrent que les éléphants évitent les boeufs (Fig. 3), mais n'évitent pas les chèvres ou les moutons (Annexe 2c), donc toute augmentation de l'effectif des boeufs affectera les éléphants. La relation entre les éléphants et les boeufs mérite une étude approfondie.

Les transects montrent aussi une forte relation positive entre les déjections d'éléphants et l'abondance des espèces ligneuses couramment appêtées, telles que *Balanites aegyptiaca* et *Acacia spp.* et le nombre total d'espèces de végétation ligneuse (voir Annexe 2c). Si le surpâturage (par les hommes pour leur cheptel ou par les éléphants eux-mêmes) réduit l'abondance de ces arbres, ou bien si le surpâturage et le feu sont en train de réduire le nombre d'espèces d'arbres, alors la capacité de charge pour les éléphants sera réduite.

Depuis les travaux de Lamarche (1978), la plupart des études de la population des éléphants du Gourma ont été courtes, durant deux ou trois mois. Etant donné l'importance de cette population, et l'intérêt général que l'on accorde à sa conservation, une étude de long terme est nécessaire. Une telle étude devrait avoir une large vision, abordant l'écologie générale du Gourma, la manière dont le Gourma est entrain de changer, et le comment les changements vont affecter les éléphants. Les questions clés qui concernant l'utilisation d'espace des éléphants sont : comment les éléphants utilisent le terrain? Quelle étendue d'espace leurs est disponible ? Quelles sont les conditions écologiques de l'espace disponible (c.a.d., Quelle est la capacité de charge ?) et quelles sont les tendances des conditions ? Quelles sont les influences des activités humaines sur toutes les questions susmentionnées ? Il est claire que le sol a été dégradé ; l'on pourrait poser une série de questions relatives telles que : est-ce que la dégradation de l'environnement continue, si oui, à quel rythme ? Est-elle entrain de s'étendre pour affecter une plus grande superficie que celle de maintenant ? Comment affectera t-elle les éléphants ? Comment peut-elle être gérée pour réduire ses effets sur les éléphants ? La situation est rendue complexe par la variation de la pluviométrie d'année en année. Les schémas de planification doivent alors tenir compte de la pire année plutôt que de la moyenne.

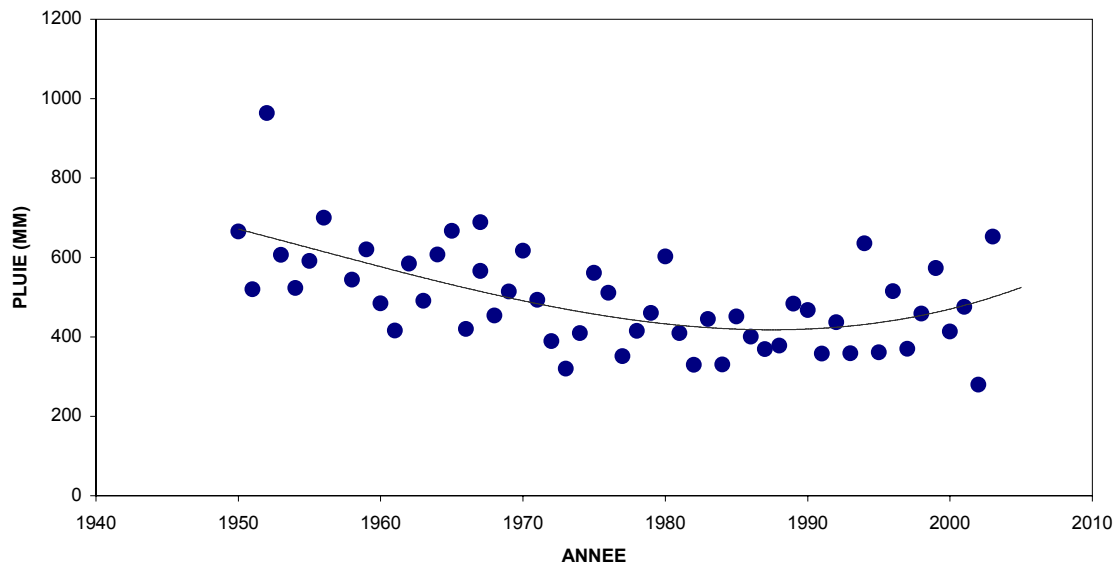


Figure 4: Données pluviométriques de Mopti de 1950 à 2003, fournies par le chef de la station météorologique de l'aéroport de Mopti.

5.5 Perturbations par les touristes

La population des éléphants du Gourma est rare ---sinon unique--- par la manière dont son comportement a été altéré par les touristes. Leur instinct d'éviter les véhicules motorisés pourrait suggérer qu'ils ont été chassés en voitures (Olivier, 1983), mais cela ne semble pas être le cas à présent. C'est plutôt les touristes qui les poursuivent et les harassent en voiture pour être le plus près d'eux de sorte à pouvoir prendre des photos. En conséquence, ils s'évadent dès le premier signe du véhicule qui les approche.

6. Remerciements

Nous sommes reconnaissants pour le soutien de la Direction Nationale de la Conservation de la Nature à Bamako, en particulier le Directeur Adjoint M. Mamadou Gakou et le Coordonnateur du Projet Biodiversité du Gourma, M. Biramou Sissoko. Nous sommes reconnaissants pour le soutien et l'intérêt particulier du Directeur Régional de la DNCN à Mopti M. Timbou et du Directeur Régional de la DCN à Tombouctou, M. Akhamati Mohamed.

Dr. Francis Lauginie a fait tous les préparatifs qui nous ont permis d'arriver sur le terrain très rapidement. Notre équipe mobile de terrain est constituée de M. Ibrahim Touré, M. Mourtada Diallo Papa et M. Lauka Poudougou: ils ont travaillé de longues heures sans jour de repos pour nous maintenir sur le terrain. M. Carlton Ward a résolu les problèmes pratiques de notre appareil photo et a fourni des conseils précieux sur le matériel technique.

Ce projet est financé par le consortium *Wild Foundation/Environment & Development Group/Save the Elephants*, et par des fonds mobilisés par l'Ambassade des USA à Bamako.

L'Ambassade des USA a fournie les deux véhicules. Nous remercions l'Ambassadrice des USA, Son Excellence Vicki Huddleston, pour son soutien et celui de ses agents, en particulier M. Oumar Konipo et M. Matt Miller. Nous remercions les collègues du consortium *Wild Foundation/Environment & Development Group/Save the Elephants* pour leurs soutiens pendant que nous étions sur le terrain.

Annexes

Annexe 1: Termes de référence

Annexe 2: Annexes techniques

Annexe 2a: Distribution de fréquence de la taille des déjections á Teshérit

Annexe 2b: Mesures des empreintes de pattes á Benzéna

Annexe 2c: Inventaire de transects autour de Benzéna

Annexe 3: Questions pratiques

Annexe 4: Références

Annexe 1 : Termes de référence.

	Tâches	Timing et outputs
1.	Identifier et documenter les individus de la population des éléphants du Gourma.	
1.1	Constituer une équipe technique mobile: a) Sélectionner les membres de l'équipe (incluant 2 agents DNCN); b) Acquérir l'équipement approprié et le mettre à la disposition de l'équipe.	L'équipe technique est établie et collecte les données photographiques en fin de semaine 2 du travail de terrain.
1.2	Former l'équipe à la méthode de collecte de données photographiques.	
1.3	Constituer la donnée de base photographique.	Donnée de base photographique d'un minimum de 200 individus d'éléphants de la population du Gourma, constituée et utilisée par l'équipe de terrain incluant l'agent DNCN, avant fin 2004.
1.4	Organiser des séances de formation à l'intention d'autres agents DNCN, assurant aussi bien la formation que l'information.	Cours de formation pour les agents DNCN courant 2005.
2.	Collecter les données de distribution des éléphants dans leur aire de distribution géographique.	
2.1	Développer un protocole simple et fiable pour la collecte des données d'observations d'éléphants, et aussi des incidences de conflits homme-éléphants.	Données d'utilisation et de distribution des éléphants sur leur aire de distribution géographique, collectées par l'équipe technique avant fin 2004.
2.2	Organiser un réseau d'observateurs locaux.	Réseau de >= 30 observateurs établi et équipé avec les photos ID avant fin 2004.
2.3	Confirmer la fiabilité du réseau d'observateurs.	Données collectées par le réseau d'observateurs avant fin Juin 2005.
2.4	Etablir un protocole de collecte de données sur le changement des ressources végétales.	
2.5	Collecter des informations sur les mortalités d'éléphants, historiques et actuelles.	
2.6	Collaborer avec MIKE, faciliter les objectifs de MIKE à travers des liaisons et provision d'information	
2.7	Assister l'équipe MIKE où c'est approprié	
2.8	Explorer la faisabilité de suivre les mouvements des éléphants sur le terrain, tout le long de l'année.	
3.	Interpréter les données collectées.	

3.1	Développer un canevas d'analyse des données pour l'analyse de la population, de la distribution et des données écologiques.	Faire l'analyse et l'interprétation des données collectées avant fin 2004 pour l'équipe technique et mis 2005 pour le réseau d'observateurs.
3.2	Produire des rapports périodiques sur les résultats des analyses en collaboration avec les autres.	
3.3	Produire deux documents scientifiques en collaboration avec les autres. Faire des recommandations sur la stratégie de publication et de dissémination de l'information dans tout media.	
3.4	Contribuer au rapport final du projet.	
3.5	Faciliter le développement d'une stratégie nationale des éléphants du Mali et travailler avec GSEAf, les autorités maliennes et burkinabé pour développer le plan d'action du corridor transfrontalier adopté à Ouagadougou en Juin 2003.	
3.6	Fournir des informations à la DNCN pour acheminer au <i>African Elephant Database</i> .	
3.7	Produire de la substance pour le site web de STE.	
3.8	Faire des recommandations futures sur la recherche et la conservation des éléphants, au consortium WILD/STE/EDG.	
4. Gestion du projet de terrain		
4.1	Gérer les fonds du projet au Mali, justifiant à EDG les dépenses contre des préfinancements.	La justification comptable est mensuelle, les états sont soumis aussi régulièrement que possible dans les conditions de terrain.
4.2	Soumettre de brefs rapports de progrès à STE et EDG pour formatage et circulation: le corps principal du rapport, approprié pour circulation au partenaires du projet au Mali, doit être en français pendant que les Annexes pour distribution restreinte (<i>Wild Foundation, STE, EDG</i> et Ambassade USA) peuvent être en anglais.	Mensuel.
4.3	Maintenir des relations étroites avec les autorités nationales, régionales et l'administration locale.	Tel que demandé.
4.4	Assumer les responsabilités de succès du projet sur le terrain et maintenir la réputation de tous les partenaires du projet.	Tel que demandé.
4.5	Conduire ce travail suivant les termes du Protocole d'Accord entre la DNCN et la <i>Wild Foundation/EDG/STE</i>	

Annexe 2 : Annexes techniques.

Annexe 2a: Distribution de fréquence de la taille des déjections à Teshérit

La mare de Teshérit était entourée par une fourrée ou forêt sèche, longue de 6km et entre 0.7 et 1.8 km de large. L'abondance des déjections montrait que les éléphants passaient beaucoup de temps dans la forêt. L'absence des éléphants nous a permis de travailler en sécurité dans la forêt et l'abondance des déjection a donné l'opportunité d'estimer la structure d'âge du troupeau, en particulier la proportion des petits.

Pour chaque sexe, il y avait une corrélation entre la circonférence des crottes et l'âge. La relation est la même pour les mâles et femelles jusqu'à environ l'âge de 8 ans (Jachamn & Bell, 1984). En supposant que chacune des déjections de chaque éléphant avait la même probabilité d'être exclue de l'échantillon x fois, alors un échantillon aléatoire de la forêt devrait fournir des données que l'on pourrait comparer avec des données similaires collectées sur des années postérieures. Si les petits naissent seulement pendant la saison humide, alors en utilisant la même méthode au début et à la fin de la saison pluvieuse, l'on peut estimer le nombre de naissances pendant cette saison. Une comparaison avec un inventaire similaire à la fin de la saison sèche suivante fournirait une estimation de la proportion des petits qui n'auront pas survécus pendant la saison sèche. Alors, nous avons établi cinq transects aléatoires qui traversaient la forêt d'est à l'ouest. Un total de 837 déjections ont été trouvées et mesurées. La fréquence de distribution de la taille des déjections est présentée dans la figure 5. Les déjections de plus de 60 cm représentent les plus gros mâles. Celles de 25 et 26 cm représentent probablement les animaux nés pendant la saison humide de 2003 et les plus petites déjections représentent les petits nés depuis alors. Ainsi, 2,3% des déjections viennent des animaux âgés de moins de un an.

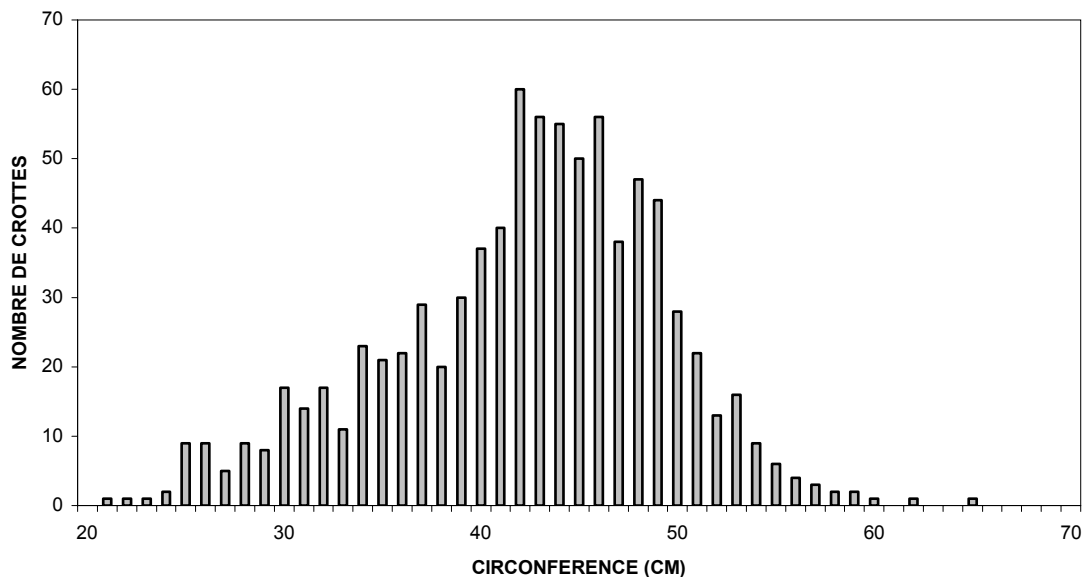


Figure 5: Distribution des fréquence de mesure des crottes à Téchérit en Avril (n = 837).

Annexe 2b: Mesures des empreintes de pattes à Benzéna

Dans la nuit du 31 Mai, nous avons entendu un grand groupe d'éléphants du côté nord de la mare. Le matin, nous avons trouvé les empreintes des pattes allant dans le nord-ouest à travers les dunes. Ils s'étaient éparpillés et les empreintes de leurs pattes étaient clairement visibles dans le sable et permettaient ainsi de faire de bonnes mesures (Western *et al*, 1983; Lee & Moss, 1995). Nous avons mesuré les empreintes de pattes de 85 individus (Fig. 6). Les 3 plus petites empreintes représentent probablement ceux qui sont nés pendant la dernière année (3.5% de l'échantillon), et ceux de 23 et 24 cm les petits nés en 2002, pendant que les mesures entre 26 et 31 cm pourraient représenter les individus nés entre 1997 et 2001.

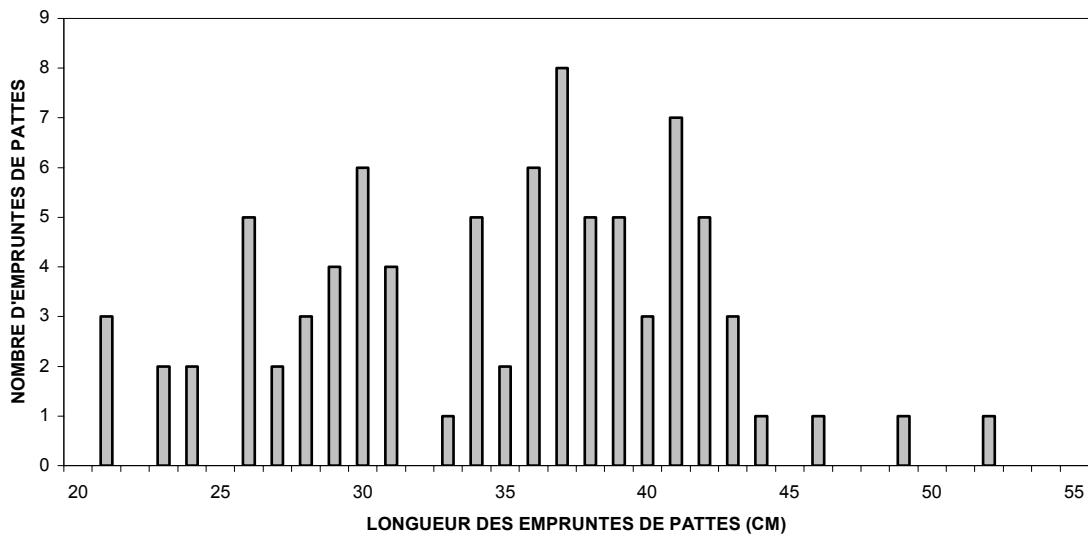


Figure 6: Distribution de fréquence des mesures des empreintes de pattes pour un groupe de 85 éléphants, dans les dunes au nord-ouest de la mare de Benzéna le 1^{er} Juin 2004.

Annexe 2c: Inventaire des transects autour de Benzéna

1. Introduction

Un transect pilote a montré que la distribution des éléphants était affectée par la densité du bétail et l'abondance des arbres et arbustes. En plus, il a montré un sensible gradient de la densité des éléphants lorsque l'on s'éloigne de la mare de Benzéna. L'objectif de cet inventaire était de décrire l'utilisation d'espace des éléphants autour de la mare en relation avec la distance de l'eau, l'abondance du bétail et la disponibilité du pâturage. Les transects ont commencé le 27 mai et ont fini le 1^{er} Juin, deux semaines d'intervalle avant la tombée des premières pluies.

2. Méthodes

2.1 Terrain

Nous avons décidé d'appliquer le modèle systématique de distribution des transects avec un début aléatoire. Initialement nous avions planifié de parcourir cinq lignes orientées nord-sud, mais la pression du temps nous a obligé de parcourir seulement trois (Fig. 7). En effet, après avoir sélectionné un point aléatoire sur la limite de la mare, trois lignes parallèles suivant strictement le nord et partant de la mare ont été tracées sur carte. Les lignes étaient séparées par des intervalles de 2 km. Sur chaque ligne, nous avons placé sept transects à des intervalles de 1 km avec le premier transect centré à 500 mètres de la limite de la mare. Ainsi, les transects étaient disposés à 0,5 km, 1,5 km, 2,5 km ..., 6,5 km. Trois lignes similaires ont été parcourues vers le sud à partir de la mare (Fig. 7). Nous avons ignoré les transects qui étaient dans la forêt dense où nous savions que les éléphants étaient présents (Tabarac-Tabarac), à cause du risque que cela engendrait.

Chaque transect mesurait 200 mètres de long. Au début et à la fin de chaque transect, la densité de déjections de bétail était mesurée dans trois cadrats de 1 x 0,5 mètres de superficie chacun, donnant ainsi six quadrats par transect. La densité de déjections de chaque espèce de bétail était alors calculée pour chaque transect.

Les déjections d'éléphants ont été enregistrées en utilisant la méthode des transects en lignes: la distance perpendiculaire a été mesurée pour chaque déjection observée, à partir du centre de la ligne du transect (Buckland *et al*, 1993, 2001). La densité de déjection des éléphants (D) pour chaque transect était alors calculée en utilisant la formule:

$$D = \frac{n \cdot f(0)}{2L}$$

où n était le nombre de déjections observées, f(0) la réciproque demie largeur effective de la bande et L la longueur du transect (Buckland *et al*, 1993; 2001). La valeur de f(0) varie avec le type de végétation, et ainsi les données pour tous les transects dans chaque type de végétation ont été regroupées et une valeur globale de f(0) calculée pour ce type de végétation en utilisant DISTANCE 4. Puis cette valeur de f(0) était utilisée pour estimer la densité de déjection pour chaque transect dans ce type de végétation. Les trois types de végétation étaient les forêts boisées denses adjacentes à la mare (6 transects), les brousses tigrées (33 transects) et les forêts non adjacentes à la mare (1 transect).

Tous les arbres et arbustes dans la bande de 21 mètre du centre de la ligne de transect étaient identifiés et enregistrés, donnant ainsi une largeur de bande de 42 mètres ; la densité de chaque espèce a été calculée.

A la fin même de notre séjour sur le terrain le 4 Juin, nous avons exécuté une ligne additionnelle allant vers l'ouest (Fig. 7). Les données de cette ligne n'ont pas été utilisées dans les analyses principales mais plutôt pour tester le modèle développé à partir des lignes allant vers le nord et vers le sud.

2.2 Analyse

Les estimations de densité de déjections des transects étaient caractéristiques d'un comptage de données typique: la densité des déjections n'était pas normalement distribuée, il n'y avait pas de nombres négatifs et il y avait des transects où aucune déjection n'avait été enregistrée. Ainsi, le modèle log-linéaire avec les erreurs de Poisson a été adapté aux données avec le maximum de confiance (Crawley, 1994) pour exprimer la densité de déjection en fonction des variables de la végétation ou du bétail. Des ajustements ont été faits pour les fortes dispersion (Crawley, 1994: page 262). Le niveau de signification pour chaque variable a été évalué en comparant les variations de la déviance avec χ^2 (Crawley, 1994), quand cette variable était ajoutée au modèle. Ailleurs, nous avons montré que ces modèles sont les plus appropriés pour les données de déjections d'éléphants (Sam *et al.*, 2002; EBM & WD, 2002).

Les variables densité de végétation et densité de bétail ont été transformées log-logarithmiquement à $\ln(1 + X)$.

La diversité spécifique des plantes a été mesurée avec l'index de Schannon-Weiner (Krebs, 1989):

$$H = -\sum p_i \cdot \ln(p_i)$$

où p_i était la proportion du i ème espèce de l'échantillon.

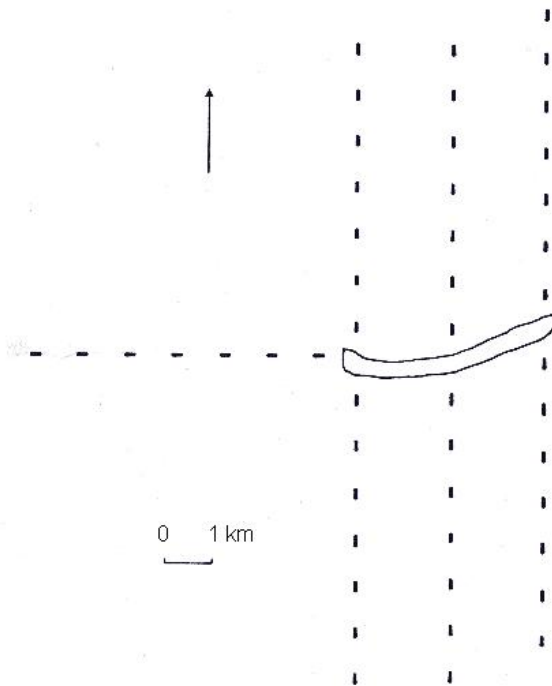


Figure 7: Carte montrant la position des transects.

3. Résultats

3.1 Distance de l'eau

Un total de 652 déjections d'éléphant a été enregistré sur 40 transects. La densité de déjection dans la végétation boisée du côté de la mare était beaucoup plus élevée que celle de la végétation claire, du fait de la différence significative de la fréquence de distances perpendiculaires (Kolmogorov-Smirnov *two-sample test* $D_{\max} = 0.161$, $P < 0.001$), alors les transects les plus près de la mare ont été traités séparément du reste. Les transects de forêt ont aussi été traités séparément. Pour chaque groupe de transects, les modèles de *half-normal* ont donné les meilleurs convenances pour l'estimation de $f(0)$.

Les Figures 8 et 19 montrent les relations entre les déjections d'éléphants et la distance de l'eau, les variables de la végétation (le nombre d'espèces ligneuses, l'index de diversité spécifique et la densité de toutes les espèces ligneuses), les espèces les plus communes (*Leptodenia*, *Acacia spp*, *Balanites aegyptiaca* et *Boscia senegalensis*) et l'abondance du bétail. La distance de la mare était la variable qui expliquait le mieux la distribution des déjections d'éléphant (Fig. 8 et Tableau 4).

3.2 Végétation

Après que l'on a pris en compte la proximité à la mare, le nombre des espèces ligneuses avait la plus grande influence sur la distribution des éléphants (Fig. 9). Aussi, après cette prise en compte la distance de l'eau *Acacia spp* et *Balanites aegyptiaca* exerçaient toujours une attraction significative sur les éléphants (Table 5), pendant que *Boscia senegalensis* lui, n'exerçait pas d'attraction significative. *Acacia spp* et *Balanites* ont souvent montré des signes de pâturage intensifs, pendant que *Boscia senegalensis* était rarement pâturé par les éléphants. La relation avec *Leptodenia* était différente: après avoir pris en compte la distance par rapport à l'eau, il y avait une relation négative qui indique que les éléphants évitaient *Leptodenia* (Fig. 16).

Une fois que l'on avait pris en compte la distance de l'eau et le nombre des espèces ligneuses, alors aucune des autres variables de végétation n'avait une influence significative quant on l'ajoutait à ce model. Ainsi le modèle le plus explicatif de l'abondance des éléphants en terme de végétation était :

$$D = \exp(6.839 - 0.509x + 0.232N)$$

Ou x était la distance de la mare et N était le nombre des espèces ligneuses ; tous les deux étaient significatifs à $P < 0.001$.

3.3 Le bétail

Il y avait une relation inverse entre la densité de déjections d'éléphants et celle des boeufs (Fig. 17), cela était confirmé dans le model qui prenait en compte la distance de la mare (Fig. 20):

$$D = \exp(8.762 - 0.503x - 0.892\ln(1 + C))$$

Ou x était la distance de la mare ($P < 0.001$) et C était la densité de crotte de boeufs (fragments par mètre carré) ($P < 0.05$). Ce résultat suggère que les boeufs pourraient dissuader les éléphants.

D'autre part, les chèvres aussi bien que les moutons montraient des relations positives (Figs 18 et 19):

$$D = \exp(6.656 - 0.328x + 0.614\ln(1 + G))$$

$$D = \exp(6.829 - 0.4372x + 0.9111\ln(1 + S))$$

Ou x était la distance de la mare ($P < 0.001$), G était la densité de crotte de chèvre (nombre de crottins par mètre carré) ($P < 0.001$) et S était la densité de crottes de mouton (nombre de crottins par mètre carré) ($P < 0.01$). Cela suggère que les éléphants étaient attirés vers les zones où les chèvres et moutons aimaient aller pâturer.

4. Discussion

Il y avait un gradient de densité d'éléphants assez remarquable, lorsque l'on s'éloigne de la mare. Il n'y avait aucun signe de pâturage d'éléphant après 6 km dans les dunes vers le nord de la mare et seulement quelques signes d'éléphants ont été enregistrés entre 6 et 7 km vers le côté sud.

L'hypothèse qui suggérait que les éléphants évitaient les zones de pâturage des chèvres était fermement rejetée. En effet, il y avait une corrélation positive aussi bien avec les chèvres qu'avec les moutons, indiquant que les éléphants étaient plutôt attirés vers les mêmes zones que ces animaux. D'autre part, il y avait une relation inverse entre les déjections d'éléphants et celles des bœufs (Fig. 20). Un résultat similaire a été obtenu par Sam *et al* (2002) dans la vallée de la Volta Rouge dans le nord du Ghana. Il semble alors que les éléphants évitaient les zones qui avaient été utilisées ou qui étaient utilisées par les bœufs.

Leptadenia pyrotechnica est une espèce qui colonise les sols secs appauvris. Ils apparaît souvent en forte densité et couvre de vastes superficies. Bien qu'il soit consommé par les chameaux et plutôt seulement ses fleurs et fruits par les chèvres, les éléphants ne le consomment pas du tout. Il y avait une relation négative entre la densité des éléphants et celle de *Leptadenia* (Fig. 16). La dégradation du sol et le développement de *Leptadenia* réduisent la valeur de la terre pour les éléphants.

Variable	Variation de la Déviance	P
Distance de la mare	42,67	<0,001
Nord ou sud	0,09	NS
Nombre d'espèce ligneuses	14,43	<0,001
Index de diversité spécifique	23,27	<0,001
Toutes espèces ligneuses excepté <i>Leptadenia</i>	11,91	<0,001
<i>Leptadenia</i>	1,03	NS
Toutes les espèces ligneuses	8,19	<0,01
Espèces de Acacia	15,53	<0,001
<i>Balanites</i>	42,04	<0,001
<i>Boscia senegalensis</i>	1,43	NS
Boeufs	1,97	NS
Chèvre	38,17	<0,001
Mouton	19,81	<0,001

Tableau 4: Variation de la déviance lorsque chacune des variables était ajoutée au modèle nulle. La déviance résiduelle du modèle nulle était 100,13

Variable	Variation de la Déviance	P
Nord ou sud	0,04	NS
Nombre d'espèces ligneuses	19,52	<0,001
Index de diversité spécifique	18,92	<0,001
Toutes les espèces ligneuses excepter <i>Leptadenia</i>	11,81	<0,001
<i>Leptadenia</i>	5,48	<0,05
Toutes les espèces ligneuses	2,72	NS
Espèces de <i>Acacia</i>	8,03	<0,01
<i>Balanites</i>	11,92	<0,001
<i>Boscia senegalensis</i>	3,43	NS
Boeufs	5,46	<0,05
Chèvres	14,19	<0,001
Moutons	13,88	<0,001

Tableau 5: Variations de la déviance lorsque chacune des variables était ajoutée par elle-même au modèle qui incluait la distance de la mare. La déviance résiduelle de cet modèle était 57.46. Les effets de toutes les variables étaient positifs à l'exception de *Leptadenia* et les boeufs qui étaient tous deux négatifs.

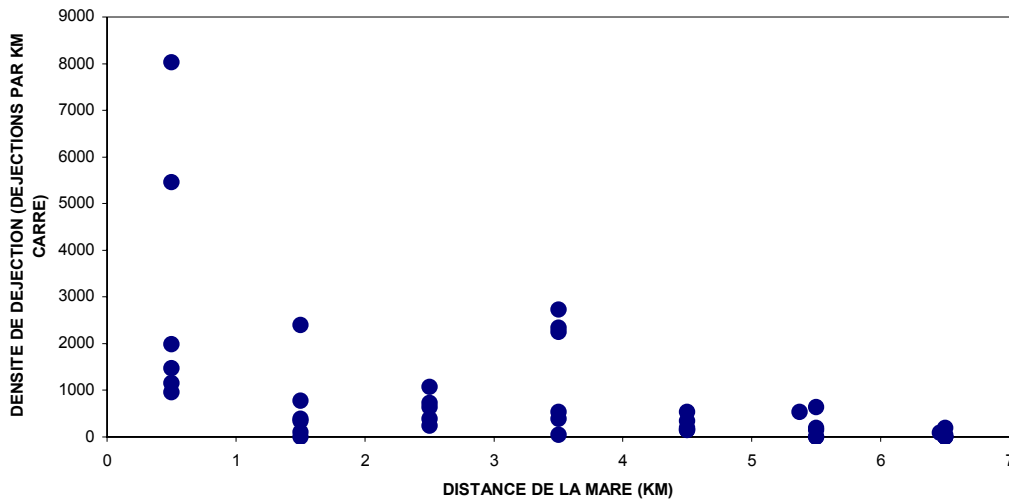


Figure 8: La relation entre la densité de déjection d'éléphant et la distance de la mare.

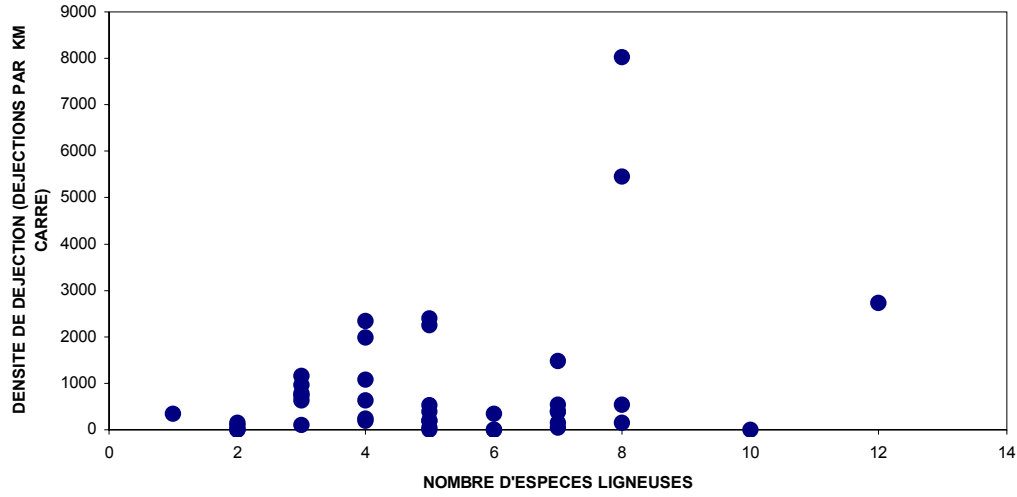


Figure 9: La relation entre la densité de déjection d'éléphant et le nombre d'espèces ligneuses.

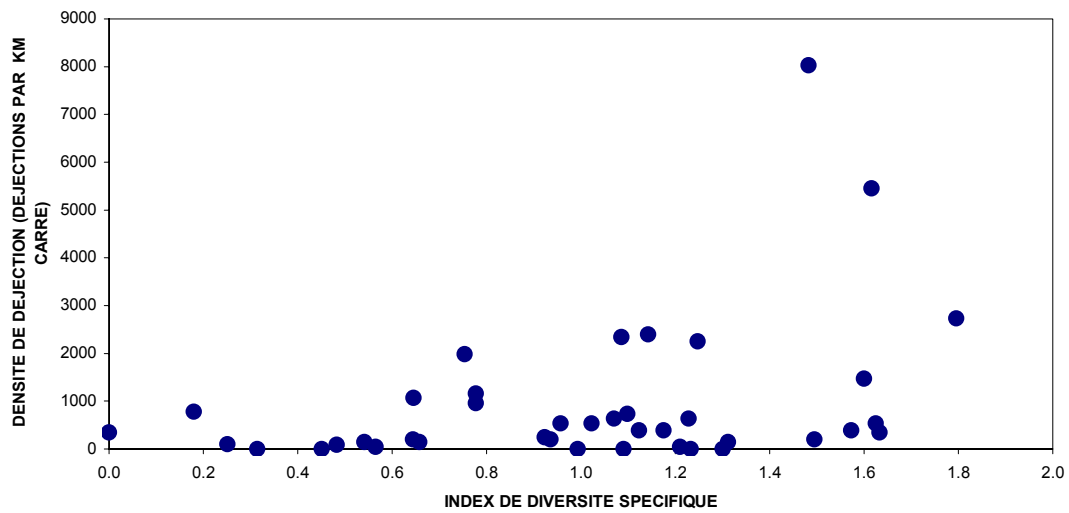


Figure 10: La relation entre la densité de déjection d'éléphant et l'index de diversité spécifique.

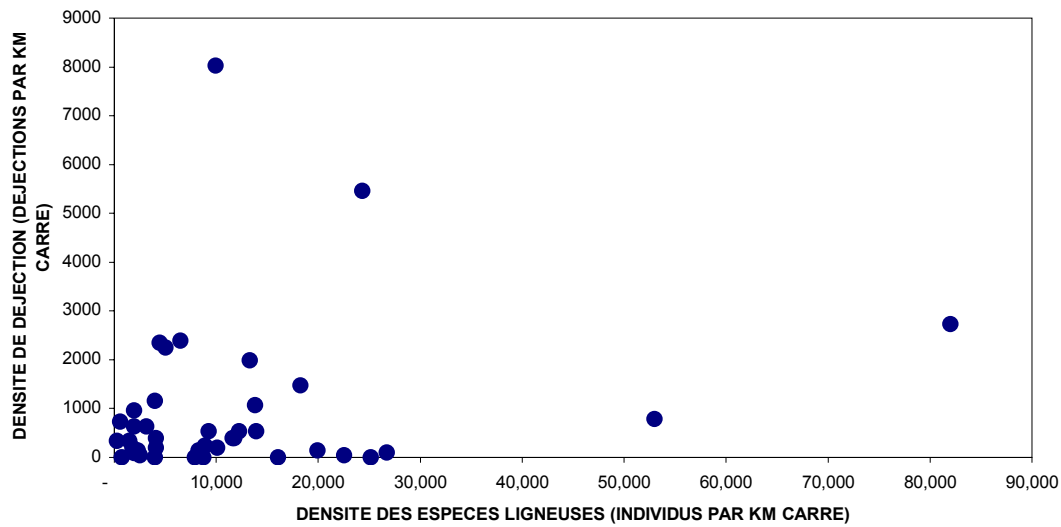


Figure 11: La relation entre la densité de déjection d'éléphant et la densité de toutes les espèces ligneuses combinées.

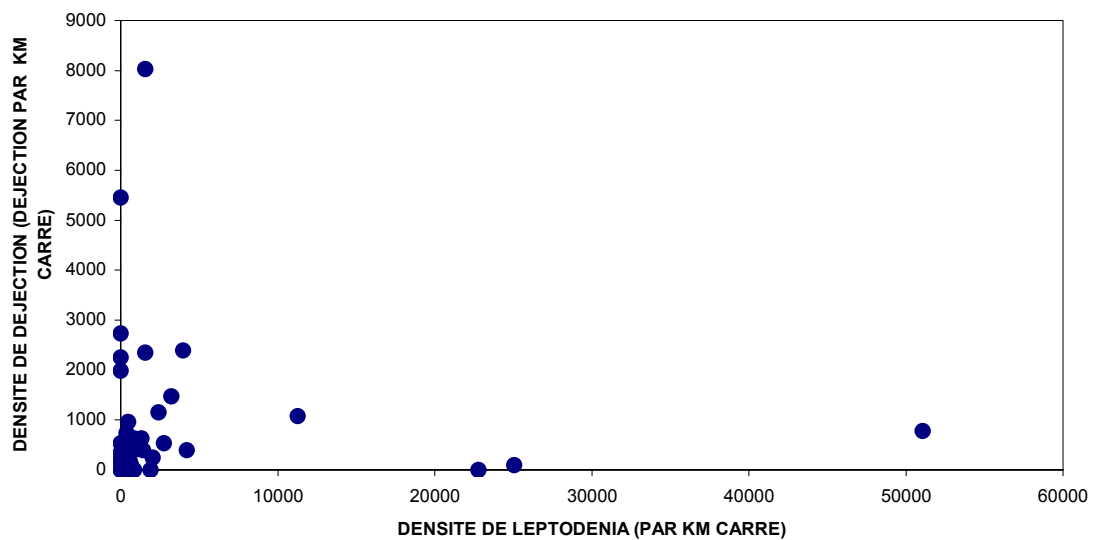


Figure 12: La relation entre la densité de déjection d'éléphant et la densité de *Leptodenia pyrotechnica*.

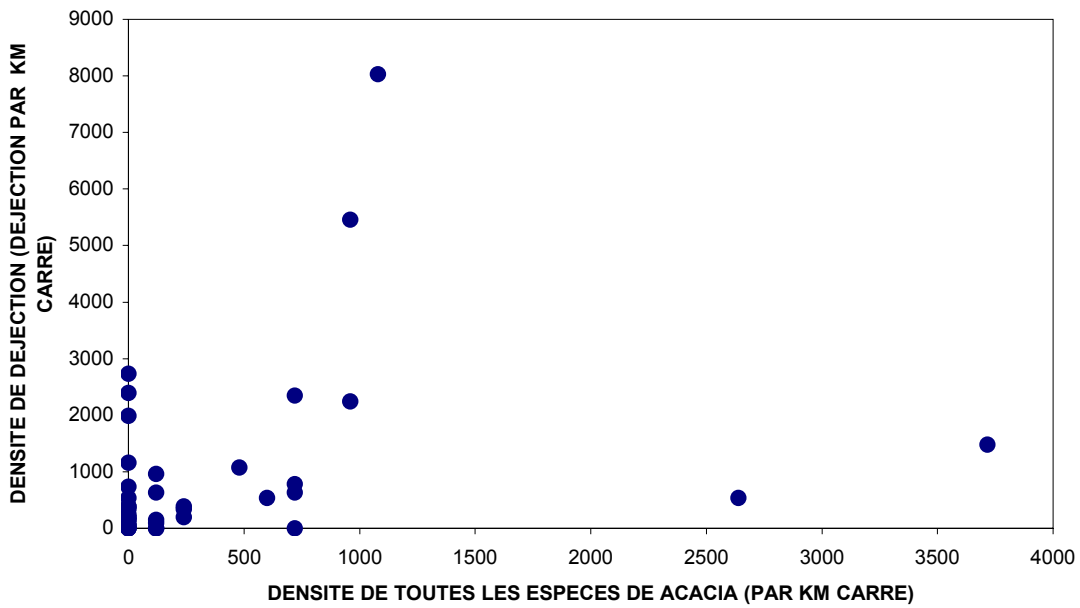


Figure 13: La relation entre la densité de déjections d'éléphant et toutes les espèces de *Acacia* combinées.

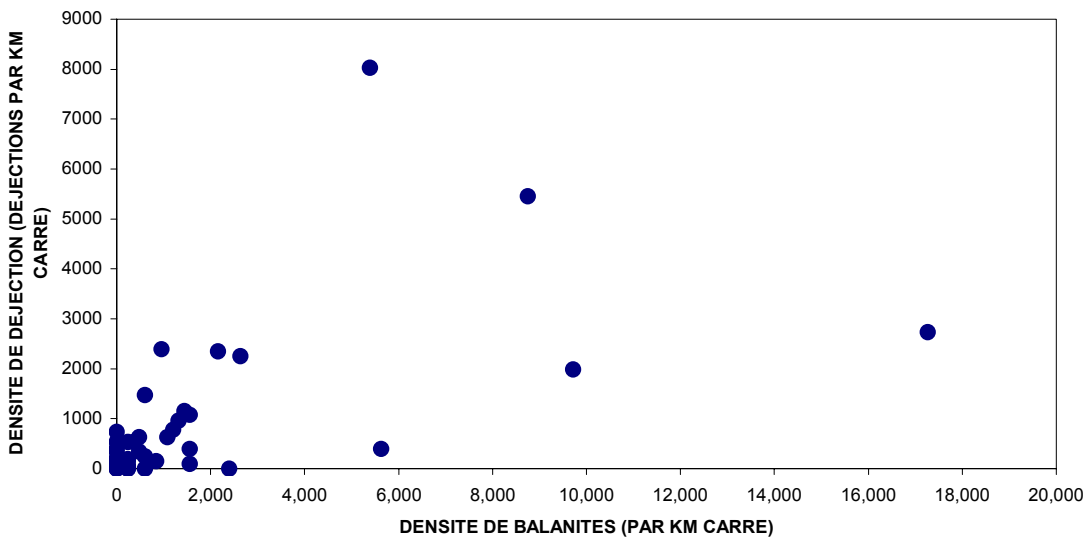


Figure 14: La relation entre la densité de déjection d'éléphant et la densité de *Balanites aegyptiaca*.

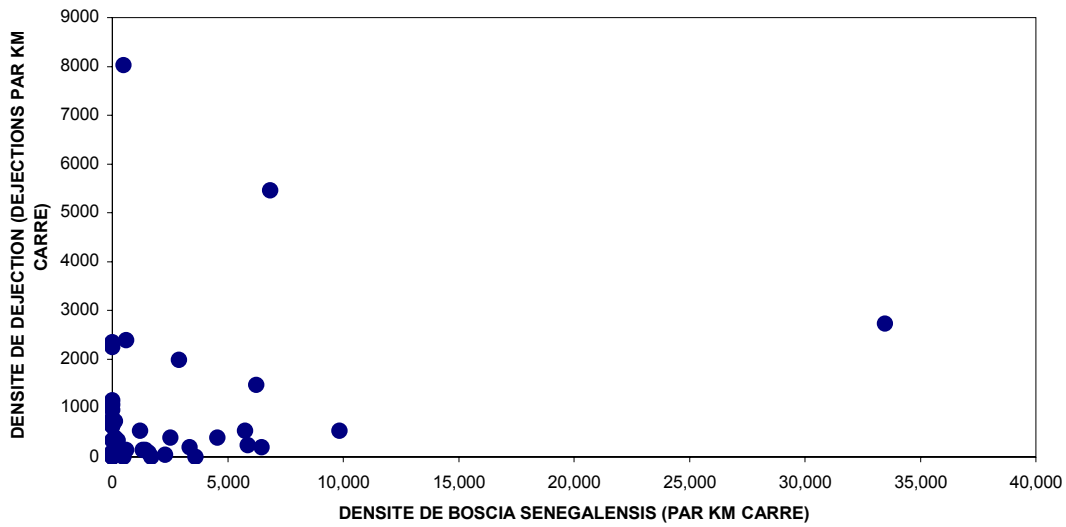


Figure 15: La relation entre la densité de déjection d'éléphant et la densité de *Boscia senegalensis*.

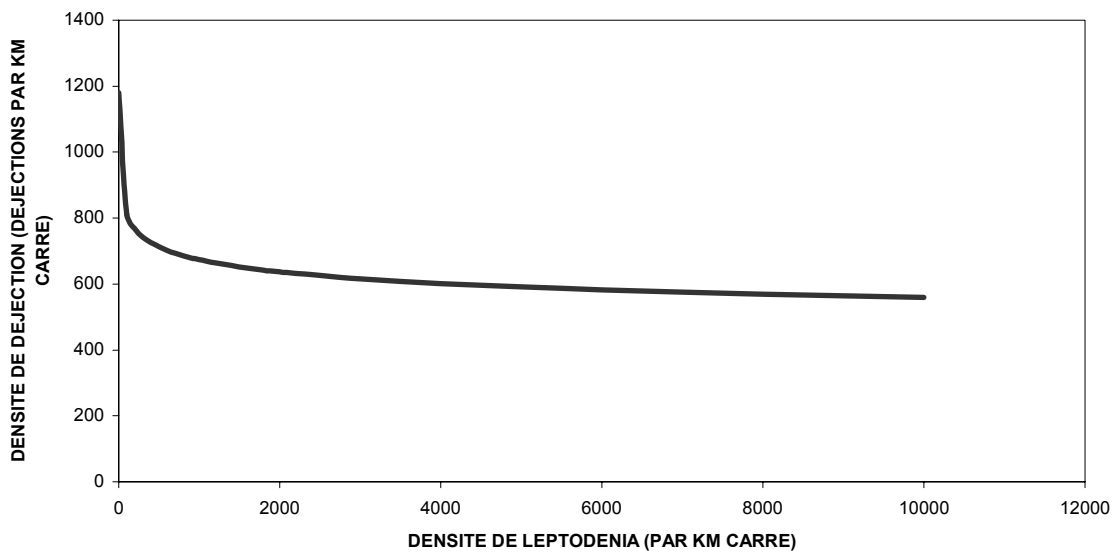


Figure 16: Le modèle décrivant la relation entre la densité de déjection d'éléphant et celle de *Leptodenia pyrotechnica* après avoir pris en compte la distance par rapport à l'eau.

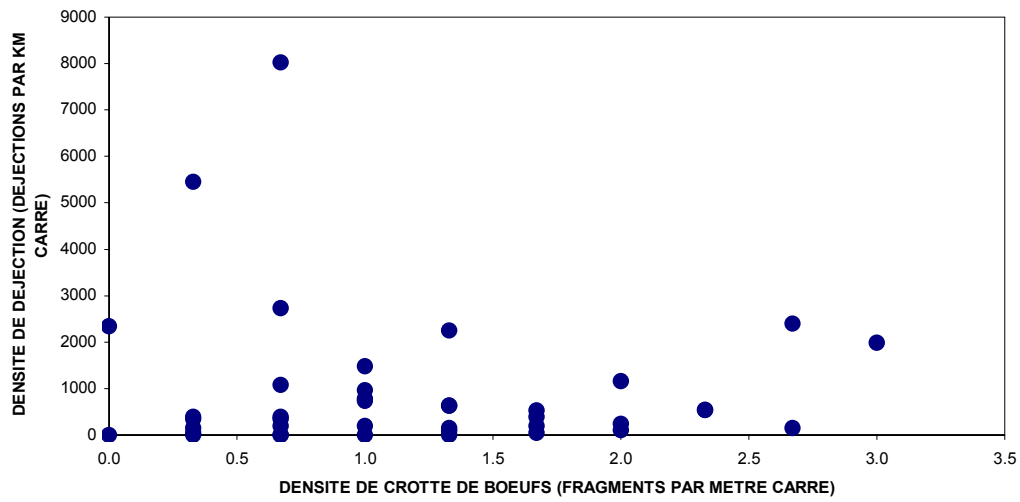


Figure 17: La relation la densité de déjection d'éléphants et l'abondance des crottes de boeufs.

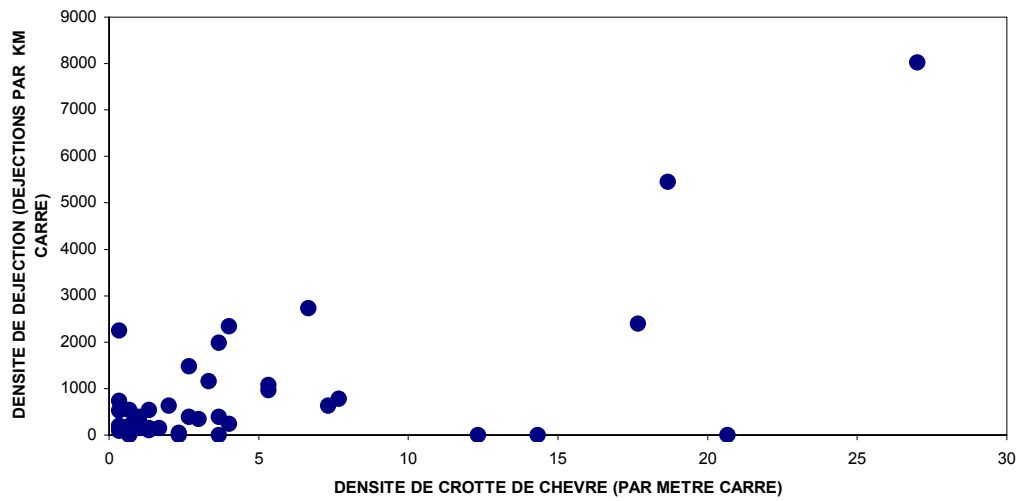


Figure 18: La relation entre la densité de déjection d'éléphants et l'abondance des crottes de chèvre.

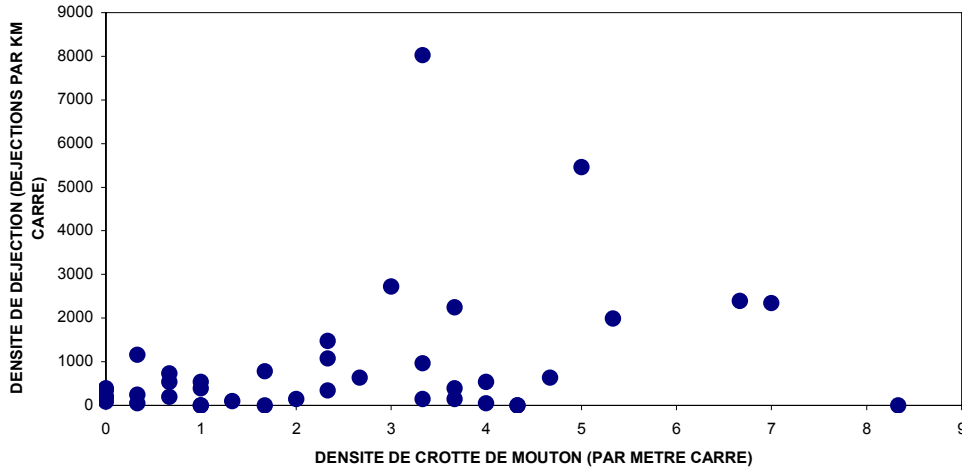


Figure 19: La relation entre la densité de déjection d'éléphant et l'abondance des crottes de mouton.

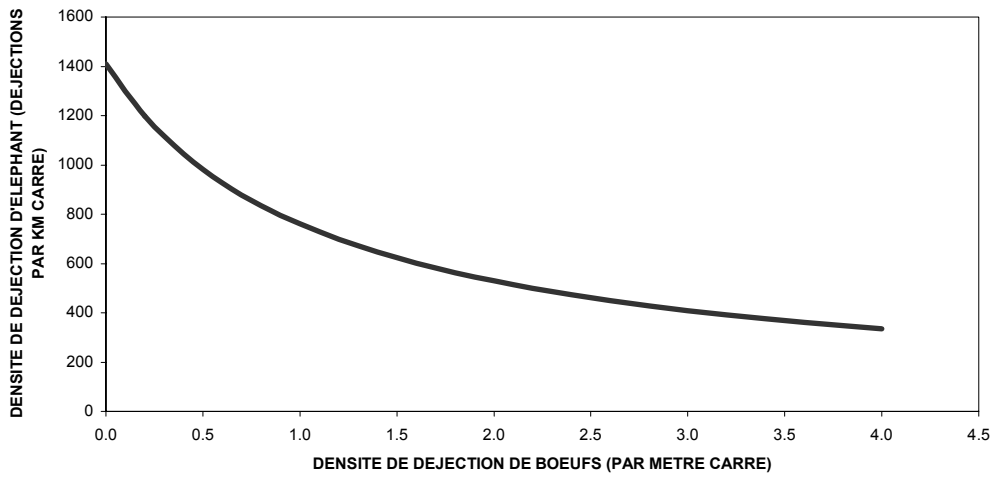


Figure 20: Le modèle décrivant la relation entre la densité de déjection d'éléphant et celle des boeufs après avoir pris en compte la distance de l'eau.

Annexe 3: Questions pratiques

Une petite équipe peut opérer indépendamment pendant des semaines, dans le Gourma avec deux véhicules, au moins pendant la saison sèche. Deux véhicules sont nécessaires pour transporter tout le carburant, la nourriture et l'eau. Ainsi l'on peut se déplacer à volonté, d'un campement temporaire à un autre suivant la situation, ce qui signifie que l'on travaille efficacement.

De temps en temps, un véhicule peut être envoyé pour chercher de l'eau ou du ravitaillement pendant que le travail de terrain continue avec le deuxième véhicule. Si un des véhicules est en panne, alors l'autre peut être utilisé pour chercher de l'aide. Dans une zone largement sans eau, cela est une question importante de sécurité. En effet, ce travail de sorte de comportement nomade, ne peut pas être exécuté en sécurité avec seulement un véhicule.

Le nombre maximum de personne dans une telle équipe est huit, quatre dans chaque véhicule: deux sur les sièges avant et deux sur les sièges arrières. Le siège de milieu à l'arrière doit être libre pour transporter tout l'équipement électronique et optique délicats.

Trois talkies-walkies sont nécessaires: un pour chaque véhicule et un pour le cuisinier au camp. Un téléphone satellitaire est essentiel pour rester en contact avec les collègues à Sévaré ou à Tomboctou.

Annexe 4: Références

- (2001) *Atlas du Mali*. Les éditions J.A. aux éditions du Jaguar, Paris.
- Barbier, C. & Perrier, D. (1990) Rapport de mission sur le recensement et l'étude de la migration des éléphants du Gourma. Rapport non publié.
- Barnes, R.F.W. (1983) Elephant behaviour in a semi-arid environment. *African Journal of Ecology* **21**: 185-196.
- Blake, S., Bouché, P., Rasmussen, H., Orlando, A. & Douglas-Hamilton, I. (2003) The last Sahelian elephants: ranging behavior, population status and recent history of the desert elephants of Mali. Rapport non publié, Save The Elephants, Nairobi.
- Buckland, S.T., Anderson, D.R., Burnham, K.P., & Laake, J.L. (1993) Distance sampling: estimating abundance of biological populations. Chapman & Hall, London.
- Buckland, S.T., Anderson, D.R., Burnham, K.P., Laake, J.L., Borchers, D.L. & Thomas, L. (2001) Introduction to distance sampling: estimating abundance of biological populations. Oxford University Press.
- Coe, M. (1974) Defaecation by African elephants (*Loxodonta africana africana* (Blumenbach)). *East African Wildlife Journal* **10**: 165-174.
- Crawley, M.J. (1994) *GLIM for Ecologists*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- EBM & WD (2002) Elephant survey of Mole National Park 2002: report on ground survey. Rapport non publié, Elephant Biology & Management Project and Wildlife Division, Accra.
- Jachmann, H. (1991) Current status of the Gourma elephants in Mali: a proposal for an integrated resource management project. Rapport non publié, IUCN.
- Jachmann, H. & Bell, R.H.V. (1984) The use of elephant droppings in assessing numbers, occupancy and age structure: a refinement of the method. *African Journal of Ecology* **22**: 127-141.
- Krebs, C.J. (1989) *Ecological methodology*. Harper & Row, New York.
- Lamarche, B. (1978) Les éléphants au Mali: le Gourma et l'est. Bamako.
- Lee, P.C. & Moss, C. (1995) Structural growth in known-age elephants. *Journal of Zoology* **236**: 29-41.
- Olivier, R.C.D. (1983) The Gourma elephants of Mali: a challenge for the integrated management of Sahelian rangeland. Rapport non publié, UNEP, Nairobi.
- Pringle, R. M., and Diakité, N. 1992. The last Sahelian elephants. *Swara* **15**: 24-26.

Reilly, J. (2002) Growth in the Sumatran elephant (*Elephas maximus Sumatrans*) and age estimation based on dung diameter. *Journal of Zoology* **258**: 205-213.

Sam, M.K., Haizel, C.A.K. & Barnes, R.F.W. (2002) Do cattle determine elephant distribution in the Red Volta Valley of northern Ghana? *Pachyderm* **33**: 39-42.

Stocking, M.A. & Murnaghan, N. (2001) *Handbook for the field assessment of land degradation*. Earthscan Publications, London.

Assemblage et analyse préliminaires des données SIG

Rapport de
Iain Douglas-Hamilton et Susan Canney
Save the Elephants

Février 2005

Table des matières

1.	Introduction	1
2.	Compilation des données SIG	1
2.1	Collecte et génération de données	1
2.2	Évaluation de la qualité et de l'organisation des données.....	3
3.	Nombres d'éléphants et leur signification	4
4.	Analyse des données de suivi GPS des éléphants.....	5
5.	Aire de répartition des éléphants	5
5.1	Aire de répartition des éléphants depuis les années 1970.....	5
5.2	Aire de répartition actuelle des éléphants.....	7
6.	Aire de répartition des éléphants : zones de concentration et corridors.....	8
7.	Éléphants et densité des populations humaines	12
8.	Éléphants et peuplements.....	13
9.	Éléphants et végétation et sol.....	15
10.	Synthèse.....	16
	Annexe: Mandat de la visite de S. Canney à STE-Kenya	17

Acronymes et abréviations

STE	Save the Éléphants (Sauver les éléphants)
EDG	Environment and Development Group
AGEFORE	Aménagement et Gestion des Forêts et de l'Environnement-GIE
GEF	Global Environment Facility (Fonds pour l'environnement mondial)
SSE	<i>Programme de Recherche Sahel-Soudan-Ethiopie (SSE) Mali-Norvège 'Environnement et Développement' au Mali.</i>
USGS	United States Geological Survey

1. Introduction

Un rapport complet des déplacements de trois éléphants suivis à l'aide de la technologie SIG entre mars 2000 et juillet 2001 se trouve dans le document intitulé *The Last Sahelian Elephants* de Blake et al (2002). Ce rapport indique les déplacements saisonniers et les vitesses et représente l'enregistrement le plus à jour de l'aire et de l'utilisation du Gourma par les éléphants. Toutefois, la taille de l'échantillon, soit trois animaux, est trop petite et la période de suivi trop courte pour décrire l'aire au complet, et les éléphants vivant dans la région du Gossi à l'est n'ont pas pu être suivis du tout. Avec le projet actuel, un accent très fort a été mis sur l'acquisition d'autres couches SIG et d'autres informations sur l'aire complète de ces éléphants. D'autres analyses des données de télésurveillance ont été faites en fonction des peuplements humains, des frontières administratives et des densités de populations humaines. Dans ce document, nous traitons des données supplémentaires recueillies en 2004 et de leur lien avec ce que nous savons jusqu'ici des déplacements et de l'aire de répartition des éléphants.

Ce rapport présente d'abord les progrès réalisés dans la compilation et dans l'organisation des données SIG. Ce travail a permis l'évaluation de la qualité et de la disponibilité des données. Les autres sections documentent l'information supplémentaire produite à l'aide des données recueillies en 2004. Elles sont suivies de conclusions provisoires et des travaux de suivi requis.

2. Compilation des données SIG

2.1 Collecte et génération de données

Les données recueillies sont récapitulées dans le Tableau 1, avec leurs sources et disponibilité. Les sources sont les suivantes :

- Save the Elephants (STE) – outre la génération des données des colliers GPS, STE a déjà numérisé certaines informations de cartes et a recueilli d'autres informations lors des excursions sur le terrain de 2002 pour recueillir les colliers GPS.
- The Environment and Development Group (EDG) – Rapports et cartes recueillis par les missions préliminaires au Mali en 2003.
- Données recueillies par le *Programme de Recherche Sahel-Soudan-Ethiopie (SSE) Mali-Norvège Environnement et Développement au Mali*, (étude importante appuyée par l'Aide norvégienne pour fournir les données de référence de ses trois sous-projets : utilisation rationnelle des ressources naturelles, le rôle des plantes sauvages dans la nutrition, santé et artisanat, nutrition des ménages).

Les données SSE sont les données SIG numériques recueillies dans le cadre du projet norvégien dans la partie nord de l'aire de répartition des éléphants sur une période de cinq ans. Deux exemplaires en ont été remis à l'université d'Oslo et au gouvernement malien. Le premier de ces deux exemplaires semble avoir été perdu lors d'une fusion des départements de géologie et de géographie, alors que le second se trouve sur un disque dur « défectueux » à Bamako, et pourrait être récupéré. Ce projet a pris fin prématurément et seule la carte pédologique a été publiée. Il existe une provision de plus en plus faible d'exemplaires papier

noir et blanc A3 de certaines des autres couches de données, mais il n'existe aucun exemplaire papier d'autres données comme les colonies de peuplement et les routes.

Ces données sont de bonne qualité et représentent un vaste effort de vérification au sol qui améliorerait de beaucoup les analyses SIG effectuées par ce projet. Certaines des données par « point » plus simples ont été renumérisées par l'équipe STE de Nairobi. Les données plus complexes, comme les cartes de végétation et pédologiques exigeront un travail supplémentaire ou pourraient être renumérisées sous une forme plus simple s'il est impossible de récupérer les données SSE de l'ordinateur de Bamako.

Il est bon de souligner qu'un bureau d'étude du nom d'AGEFORE a apparemment eu accès aux données SSE pour produire un rapport en 2001, à l'appui des cartes disponibles sur les divers aspects de la biodiversité du Gourma pour le *Projet de Conservation et de Valorisation de la Biodiversité et des Éléphants du Gourma*. Ce rapport était de très piètre qualité et d'une exactitude douteuse, notamment en ce qui concerne les éléphants, ce qui souligne l'urgence de la diffusion d'une information de meilleure qualité avant que ne soit amorcé le projet GEF. Toutes les tentatives de communication avec cet organisme, par courriel et par téléphone, ont échoué.

Besoins des éléphants	Couches SIG	Source	Disponibilité/commentaires
Aire de répartition	Aire historique	Dossiers de Douglas-Hamilton, Nairobi	Disponible
Présence/absence	Données des colliers GPS	Save the Éléphants, Nairobi	Disponible
	Crottes Connaissance locale	Données recueillies sur le terrain 2004	Disponible
	Imagerie satellite		
Eau	Points d'eau temporaires	Images Landsat (mosaïque des images d'octobre 1999 et 2000 images) / données SSE	Disponible
	Points d'eau permanents	Images Landsat / données SSE	Disponible
Fourrage	Quantité saisonnière	NDVi résolution 1 km avec USGS MODIS et AVHRR	Disponible auprès de l'USGS. À télécharger et à traiter.
	« Instantané »	NDVi résolution 30 m image octobre 99/00	Disponible déjà créé par SC à partir de l'image Landsat existante
	Végétation	Données SSE	Renumerisation nécessaire s'il est impossible de les obtenir à Bamako, plus classification des images satellite pour étendre la carte aux régions du sud.
	Sol	Données SSE	Renumerisation nécessaire s'il est impossible de les obtenir à Bamako. N'est pas une priorité immédiate.
	Cours d'eau	Données SSE/cartes/image Landsat	Bamako/numériser/classification des images
Dérangement	Population humaine	Données de recensement	Incomplet (voir texte)
	Emplacement des peuplements	Cartes, rapports, données, données de terrain, données SSE	Certains sont disponibles – à mettre à jour à Bamako et par données sur le terrain

	Densité nomade	Rapport : routes de transhumance pendant l'année, par fraction et village.	Disponible mais exige un important travail. Nous ne sommes pas persuadés qu'il s'agit d'une priorité.
	Puits	Données SSE (inclut les puisards) et forages	Disponible pour la plupart
	Culture	Image Landsat, photographie aérienne et autres données	Bamako (voir texte)
	Populations de bétail	Données de recensement	Bamako (voir texte)
		Données aériennes (STE 2002 / Mike Fay 2004)	Locations points recueillies lors de survols
	Incidence des conflits	Rapports, autres ?	Bamako (voir texte)
Sel	Cures salées	Données SSE	Disponible
Divers	Diverses données UN, USAID, CF, GEF etc. sur la végétation et l'agriculture		Bamako
Couches de données SIG de base	Frontières administratives	Cartes, données SSE	Ont changé au fil des ans et il en existe plusieurs versions : clarification nécessaire à Bamako
	Routes	Cartes, image satellite, données SSE	Certaines sont disponibles – à compléter par numérisation à l'écran/Bamako
	Tracé de nouvelle route		Bamako

Tableau 1 : Les données recueillies, avec leurs sources et disponibilité

Priorités

La première inconnue est le degré auquel les cultures humaines peuvent être projetées et avec quelle résolution, et pourtant il s'agit d'un ensemble de données essentiel. Un dialogue avec Gray Tappan de l'USGS quant à l'utilisation de l'imagerie satellite à cette fin semble prometteur, notamment si elle est utilisée avec l'information recueillie à partir d'autres sources comme les projets bilatéraux et d'aide d'ONG, et les photographies aériennes prises par Mike Fay des parcours de migration des éléphants.

Les cartes des populations humaines et du bétail représentent aussi des couches de données essentielles. Les contacts à Bamako suggèrent que des données brutes sont disponibles, du moins par commune, à Bamako. Il se peut toutefois que des données à des niveaux administratifs inférieurs puissent être détenues par des administrations locales. Il a aussi été suggéré que les données sur les conflits existent bien que la nature de ces données n'est pas claire vu de loin.

Les données géoréférencées recueillies lors des travaux sur le terrain sont faciles et économiques à recueillir et ajoutent pourtant une valeur importante en complétant, en vérifiant et en étendant les ensembles de données existants ; elles permettent aussi des analyses qui n'auraient pu autrement être possibles.

2.2 Évaluation de la qualité et de l'organisation des données

Les données émanant de sources diverses, elles sont disparates en terme de résolution, de précision, de superficie couverte et de projection. Autrement dit, un certain degré d'harmonisation s'impose pour qu'elles puissent être utilisées ensemble. Une partie de ce travail a déjà été réalisé par le Docteur Susan Canney (SC) lors de la visite de Kenya en novembre 2004 (voir Annexe). Les besoins, dans cette région, seront continuellement

réexaminés pendant le processus d'analyse, à la lumière du budget et du temps disponibles, par SC et l'équipe STE du Kenya. Des cartes sur papier ont été produites lors de la visite de SC à STE-Kenya.

Projection

Les couches de données SIG se présentent sous diverses combinaisons de projections, ellipsoïde de référence et système de référence géodésique¹. Certaines semblent avoir été numérisées sans que cette information soit notée. Les fichiers avec projections différentes ne peuvent être superposés (sauf dans Erdas-Imagine). Les cartes sources sont aussi dans des projections différentes.

Il est suggéré pour l'instant que la projection standard des couches de données soit la projection de Mercator transverse Zone 30; ellipsoïde de référence et système de référence géodésique WGS84 du fait qu'il s'agit de la projection dans laquelle l'image satellite est arrivée et qu'il est plus précis de reprojeter des fichiers vectoriels (fichiers de formes et couvertures d'arc) que des fichiers de données ligne par ligne comme les images. Toutefois, il faudra surveiller l'erreur et si elle devient trop importante, l'équipe STE du Kenya pourrait renumériser certaines données.

Structure de la base de données SIG et méta-base de données

Les fichiers SIG ont tendance à se reproduire avec de légères variations chaque fois et pas d'enregistrement. Un début a été fait pour s'assurer de leur origine, les nettoyer, et organiser les données restantes en un ensemble à structure logique de dossier permettant à toute personne arrivant dans le système de s'y retrouver². Il faut terminer ces travaux et construire un système de métadonnées contenant l'information sur chacun des ensembles de données.

Prochaines étapes

- Collecte de données à Bamako pour :
 - Trouver et tenter d'extraire les données numériques SSE.
 - Terminer la collecte des données du recensement humain.
 - Recueillir les données de recensement du bétail.
 - Déterminer les frontières administratives numériques précises.
 - Recueillir d'autres données (voir tableau) y compris des données documentaires et des renseignements sur les conflits et les tendances.
- Organisation continue de la base de données et de la surveillance des erreurs.
- Génération d'autres couches de données par l'analyse, tel que décrit dans les sections qui suivent.

3. Nombres d'éléphants et leur signification

Les éléphants ont déjà occupé une aire pratiquement continue dans le Sahel de l'Afrique de l'ouest, mais leurs populations se sont effondrées à la suite du braconnage, des habitats humains envahissants et de négligence. La plupart des populations qui restent sont petites,

¹Les variations dans les spécifications projection- ellipsoïde de référence-système de référence géodésique peuvent entraîner des désalignements de 100 m ou même de plus d'un km, ce qui est important dans le cas de certaines analyses.

²Cela est particulièrement important lorsqu'on utilise ArcView comme « projets » ou ensembles de couches de données pour enregistrer l'emplacement de ces couches de données par leur structure de chemin. Les projets ArcView sont inutilisables si les couches de données sont placées dans des dossiers différents.

très fragmentées et isolées géographiquement, la plupart contenant maintenant moins de 100 individus (Blake et al., 2003).

Les travaux récents réalisés sur le terrain par Save the Éléphants par les techniques de la photo individuelle – identification, réalisée par Emmanuel Hema en 2004 montre que le nombre des éléphants du Gourma du Mali et de l'extrême nord du Burkina Faso se situe entre 400 et 500, ce qui en fait l'une des populations les plus importantes de l'Ouest de l'Afrique et la seule importante qui reste des éléphants du Sahel. On lui accorde donc une haute priorité dans la stratégie régionale de l'UICN.

4. Analyse des données de suivi GPS des éléphants

Les analyses décrites dans les sections qui suivent se fondent sur les données d'emplacement recueillies par les colliers GPS de STE en 2000-2001. Les positions pendant ces 18 mois sont utilisées pour la présence ou l'absence d'éléphants ; et les données de 12 mois étaient importantes pour étudier le comportement des éléphants pendant l'année.

Les données proviennent de trois éléphants :

Éléphant	Sexe	Nombre d'observations		Notes
		18 mois	12 mois	
Ahni	F	4 274	3 676	
El Mehdi	M	4 778	3 554	
Doppit Gromoppit	F	405	338	Intermittent ; n'a donc pas été pris en compte dans les analyses exigeant des données complètes.
TOTAL		9 457	7 568	

Les données de 12 mois sont celles de Ahni et El Mehdi entre le 1^{er} avril 2000 et le 31 mars 2001.

5. Aire de répartition des éléphants

5.1 Aire de répartition des éléphants depuis les années 1970

Documenter les changements dans le nombre d'éléphants, leur aire et leurs déplacements au fil du temps et comparer ces données au changement de l'environnement nous permet de comprendre les facteurs qui déterminent les besoins des éléphants.

L'information sur l'aire de répartition des éléphants recueillie par Bruno la Marche, Jachmann et Iain Douglas-Hamilton au cours des 35 dernières années nous donne une base préliminaire nous permettant de comprendre les facteurs influençant les déplacements des éléphants du Gourma³; cette information est résumée à la Figure 1. Les lignes des

³ La Marche a réalisé une étude spéciale des éléphants dans les années 1970. Ses évaluations se fondent sur les connaissances locales, l'observation et la reconnaissance aérienne. Les évaluations de Jachman en 1991 se fondent sur les connaissances locales et un compte de crottes à court terme. L'évaluation de STE en 2000-2001 se fonde sur le suivi GPS, la reconnaissance aérienne et les observations sur le terrain.

déplacements documentés par La Marche y sont aussi illustrées ; elles peuvent être évaluées par comparaison avec les études des colliers GPS de 2000-2001.

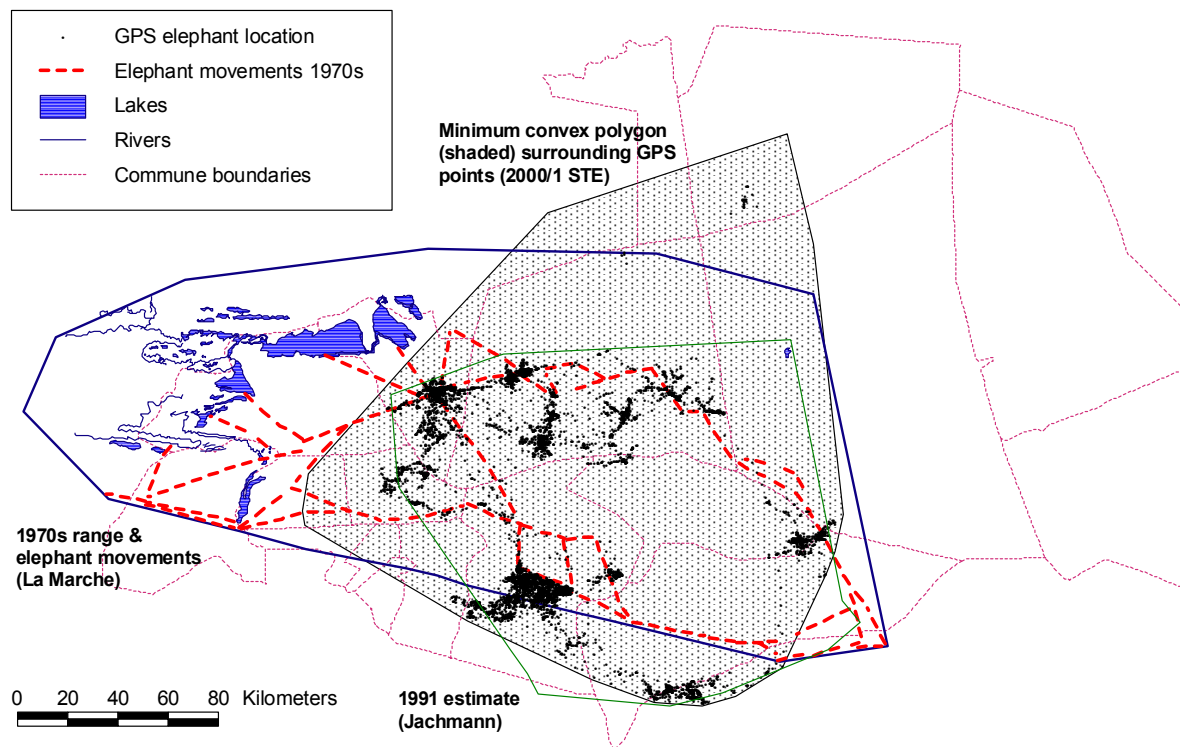


Figure 1: Changement de l'aire des éléphants du Gourma entre les années 1970 et 2001, superposé sur les frontières administratives, les lacs riverains du Niger et les positions des colliers en 2000-2001.

Le principal changement est que l'aire des éléphants a diminué. Dans les années 1970, on trouvait des éléphants à l'ouest, près des lacs bordant le Niger, mais en 1991 la partie ouest de l'aire était perdue, probablement à cause des changements climatiques et de l'utilisation du sol.

Il y a aussi des indications que d'autres changements se sont peut-être produits, bien que la microrépartition des données fait qu'il est difficile de l'affirmer avec certitude. Il apparaît, par exemple, qu'en 1991 les éléphants se déplaçaient plus au sud qu'avant ; alors que seules les études de télélocalisation aient détecté un déplacement vers le nord. S'agit-il d'un restant de migrations vers le nord, jusqu'au Niger ou du résultat d'un déplacement des autres parties de l'aire ?

Jachmann et La Marche ont suggéré que l'aire des éléphants s'étendait plus vers le sud-ouest et le sud-est, mais nous n'avons pas pu confirmer s'ils avaient visité toutes ces parties du parcours de migration vers le sud. En tous les cas, il est possible que les éléphants modifient leur trajet d'une année à l'autre. De plus amples renseignements seront recueillis pour répondre à ces questions, y compris des précisions auprès de La Marche et de Jachmann quant aux régions qu'ils ont visitées.

5.2 Aire de répartition actuelle des éléphants

L'aire de répartition actuelle des éléphants, telle qu'indiquée par l'emplacement des colliers GPS en 2000-2001, est illustrée à la Figure 2. Elle confirme l'idée que les éléphants du Gourma font une importante migration (450 km) circulaire annuelle, et suggère que certaines régions sont importantes à certaines périodes de l'année, et que les tendances du parcours sont une adaptation à la vie dans une zone aride.

Deux points sont apparents. Le premier est que les éléphants évitent le centre de leur aire, peut-être à cause du peuplement humain (voir section 8); et le second est que les visites des éléphants portent sur de nombreuses régions administratives ou communes pendant l'année. En conséquence, pour qu'une stratégie de protection des éléphants réussisse, il faudra obtenir l'engagement de plusieurs autorités régionales du Gourma.

Prochaines étapes

Réaliser la meilleure carte possible, montant l'étendue de l'aire actuelle et historique des éléphants en combinant différentes méthodes d'évaluation de l'aire des éléphants – détection à distance, compte de crottes et réseaux d'information locaux.

- Les données de télélocalisation GPS représentent la meilleure méthode pour déterminer l'aire et a déjà défini les principales régions de concentration, à l'exception des régions à l'est, autour de Gossi et jusqu'à Adjora. L'idéal serait de pouvoir déployer 10 colliers GPS de plus, de meilleure qualité que les précédents, plus légers, plus résistants et plus durables. Cela dépendra des fonds obtenus pour en défrayer le coût et de la permission de la DNCN.
- En attendant, la recherche de crottes et les réseaux d'information locaux complètent et étendent nos connaissances actuelles des éléphants. Les crottes d'éléphants indiquent sans aucun doute la présence d'éléphants et en se renseignant auprès des populations locales, cela permet souvent d'améliorer la carte de l'aire relativement à la présence ou à l'absence d'éléphants.

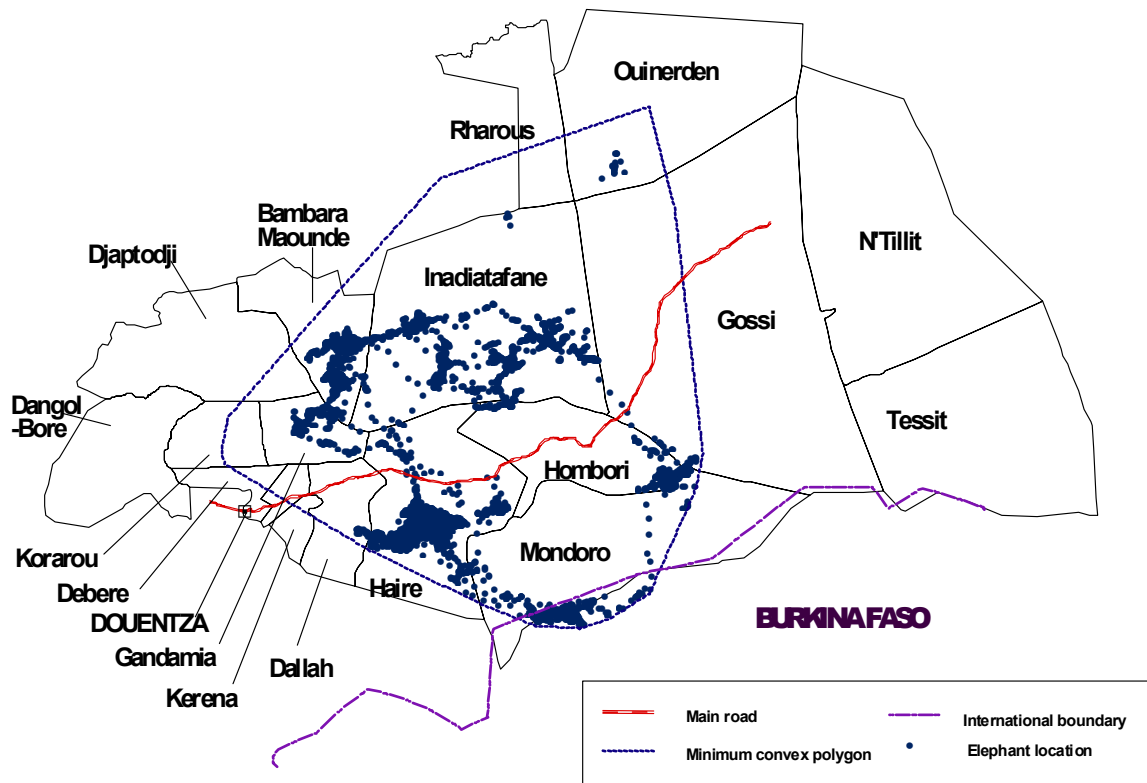


Figure 2 : Emplacement des trois éléphants en 2002-2001, polygone convexe minimum les enfermant, route principale, frontière avec le Burkina Faso et régions administratives.

6. Aire de répartition des éléphants : zones de concentration et corridors

Les données de localisation GPS de 2000-2001 indiquent qu'il existait certaines régions où les éléphants se réunissaient pendant un certain temps, et d'autres zones « corridors » dans lesquelles ils se déplaçaient rapidement entre « zones de concentration », souvent la nuit. Ces zones sont illustrées à la Figure 3.

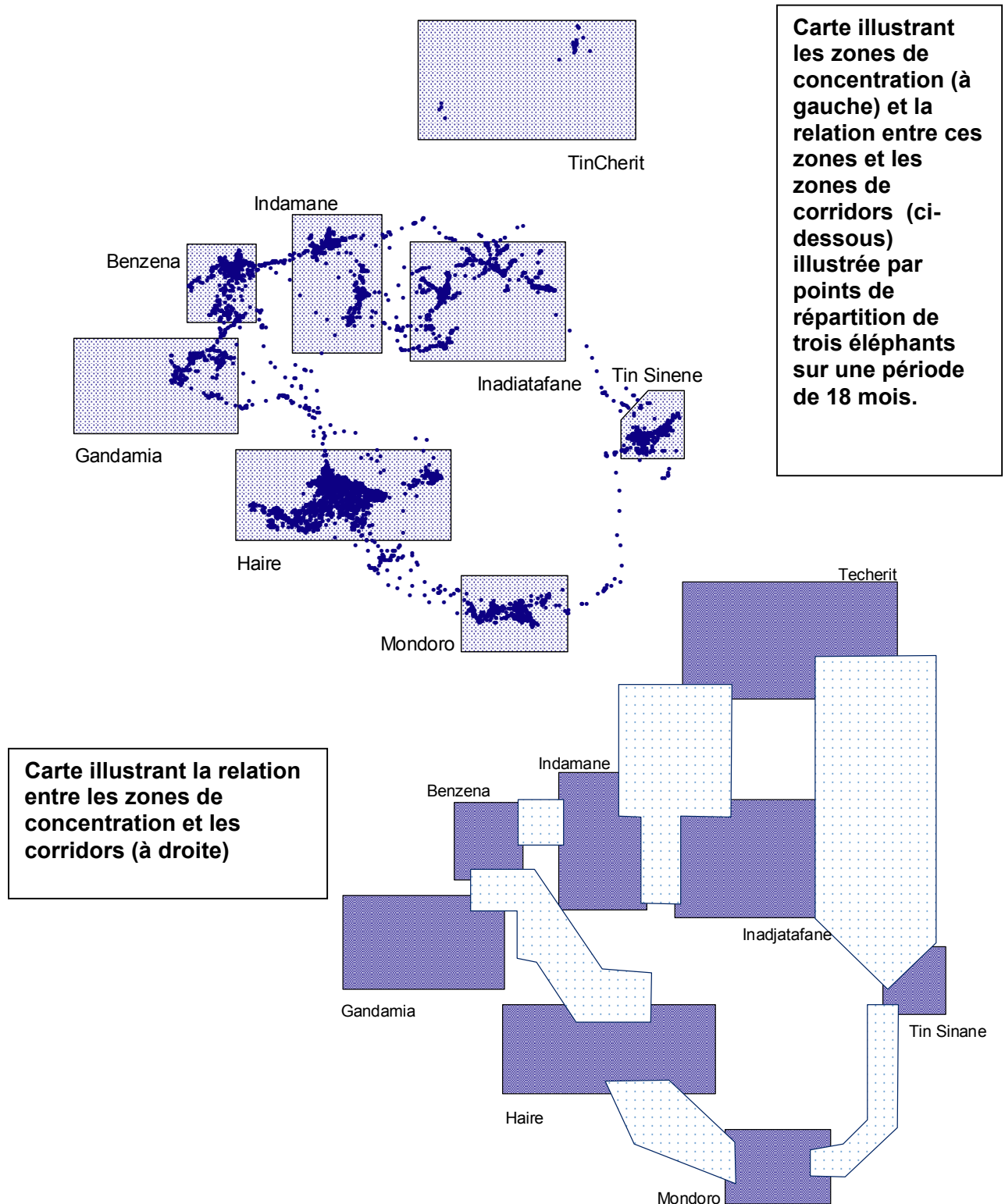


Figure 3 : Zones et corridors de concentration des éléphants

Les zones de concentration ont en général des ressources d'intérêt pour les éléphants alors que les corridors représentent des régions où les éléphants ne veulent pas s'attarder, soit parce qu'il n'y a rien qui les intéresse, soit parce qu'ils se sentent harcelés ou menacés. En ce qui concerne les deux éléphants sur lesquels nous avons des données relativement continues, ils n'ont passé que 7 % de leur temps dans les zones définies comme corridors, comme le montre le Tableau 2.

Corridor	Ahni (F)	El Mehdi (M)	Total
Benzena-Porte des Éléphants	1 %	4%	3 %
Benzena-Indamane	1 %	1%	1 %
Gossi	1 %	0%	0 %
Haire-Mondoro	2 %	1%	1 %
Mondoro Tin Senane	1 %	0%	1 %
Nord	1 %	1%	1 %
Autre	93 %	93%	93 %

Tableau 2 : Pourcentage du temps passé dans les corridors.

Ils ont aussi passé des périodes de temps très différentes dans diverses zones de concentration qui établissaient la différence entre le mâle et la femelle, comme l'illustrent les Figures 4 et 5. Benzena ne s'est pas avéré aussi important qu'on l'a cru de prime abord. La zone de concentration de s'est avérée exceptionnellement importante pour le mâle, alors que la femelle a passé plus de temps dans les régions plus au nord, aux alentours d'Indamane et d'Inadiatafane.

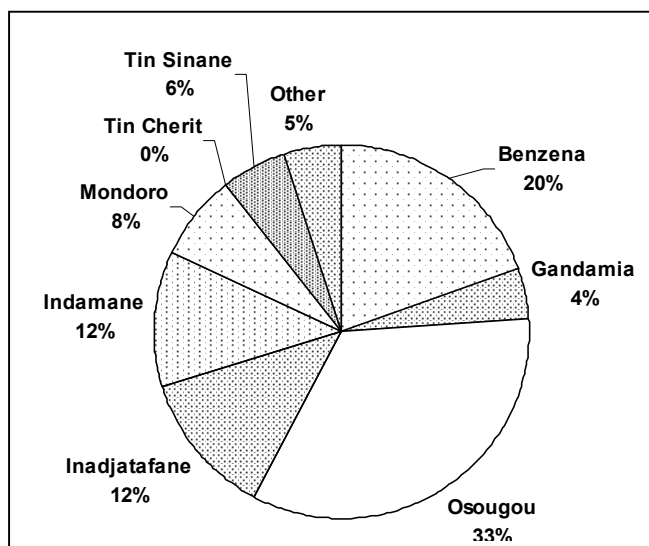


Figure 4 : Pourcentage des localisations GPS dans chacune des zones de concentration sur une période d'un an.

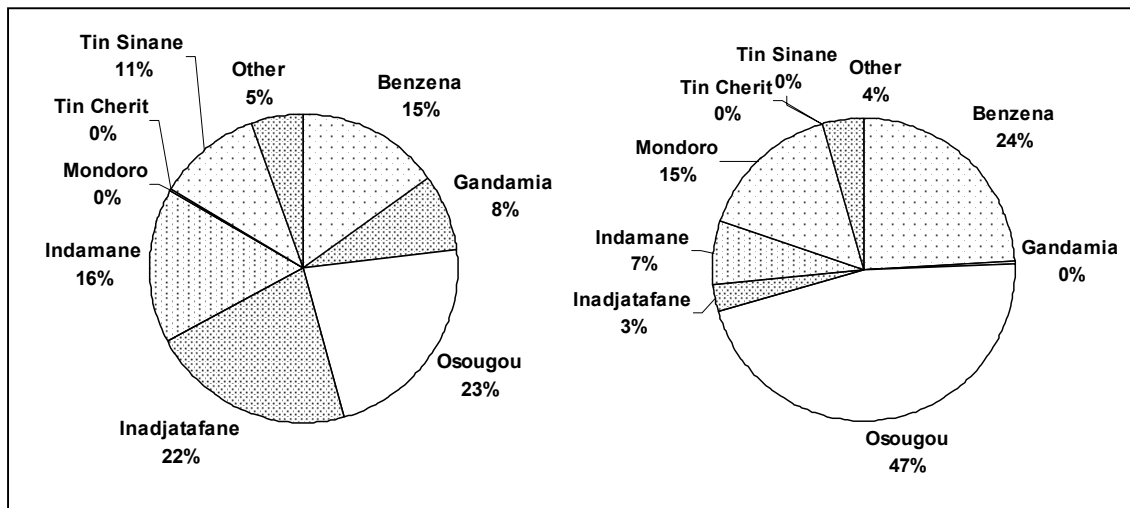


Figure 5 : Pourcentage des localisations GPS dans chacune des zones de concentration : Ahni (F) à gauche et El Mehdi (M) à droite.

En étudiant et en comparant les zones de concentration et de corridors, nous pouvons comprendre quelles sont ces importantes ressources et menaces et à quelle période de l'année elles sont importantes. Il est notamment important de comprendre les corridors pour assurer que les développements ne bloquent pas par inadvertance les déplacements des éléphants et ne créent pas d'autres problèmes, tant pour les éléphants que pour les habitants. La Marche, par exemple, a identifié trois principaux corridors dans les plateaux au sud, illustrés à la Figure 1. Aujourd'hui, l'un d'eux, connu sous le nom de « La Porte des éléphants », est très utilisé par la majorité des éléphants. Quant aux deux autres, l'un est pratiquement inutilisé et l'autre peu souvent inutilisé peut-être à cause des peuplements humains (voir sections 7 et 8 pour de plus amples détails). Si tel est le cas, tout autre peuplement à proximité de ces zones de corridor pourrait causer de nombreuses tribulations pour les éléphants et découler sur des conflits avec les hommes.

Prochaines étapes

- Déterminer les limites des aires de chaque zone principale et de corridor à l'aide de données de localisation GPS et des réseaux d'information locaux (voir section 5).
- Déterminer la répartition des points de télélocalisation GPS par zone de concentration et polygone : (a) de jour et de nuit et (b) par périodes de l'année.
- Comparer les données de Benzéna avec les transects de crottes de Richard Barnes (la localisation GPS de ces derniers sont sur papier à Douentza).
- Obtenir des données sur les conflits entre hommes et éléphants et les comparer avec la répartition des éléphants (mâle-femelle, heure du jour, période de l'année) et l'emplacement en terme de zones de concentration et de corridors.
- Évaluer le niveau du harcèlement humain et le représenter sous forme spatiale, en utilisant les résultats des analyses décrites dans les sections qui suivent.
- Obtenir d'autres données de télélocalisation GPS en posant des colliers sur d'autres éléphants.
 - Analyser le complément d'aire que chaque éléphant ajoute à l'aide de répartition des éléphants.
 - Évaluer le degré de variabilité du trajet suivi par les éléphants au fil des ans.

7. Éléphants et densité des populations humaines

Il est possible que les éléphants essaient d'éviter les lieux à forte densité de population et donc, en utilisant les données du recensement de 1997, nous avons calculé la densité de population de chacune des communes et superposé les données de répartition GPS des éléphants. Le résultat est illustré à la Figure 6 et suggère que les éléphants évitent les zones fortement peuplées. Il est intéressant de noter les fortes densités dans les anciennes aires des éléphants dans l'ouest.

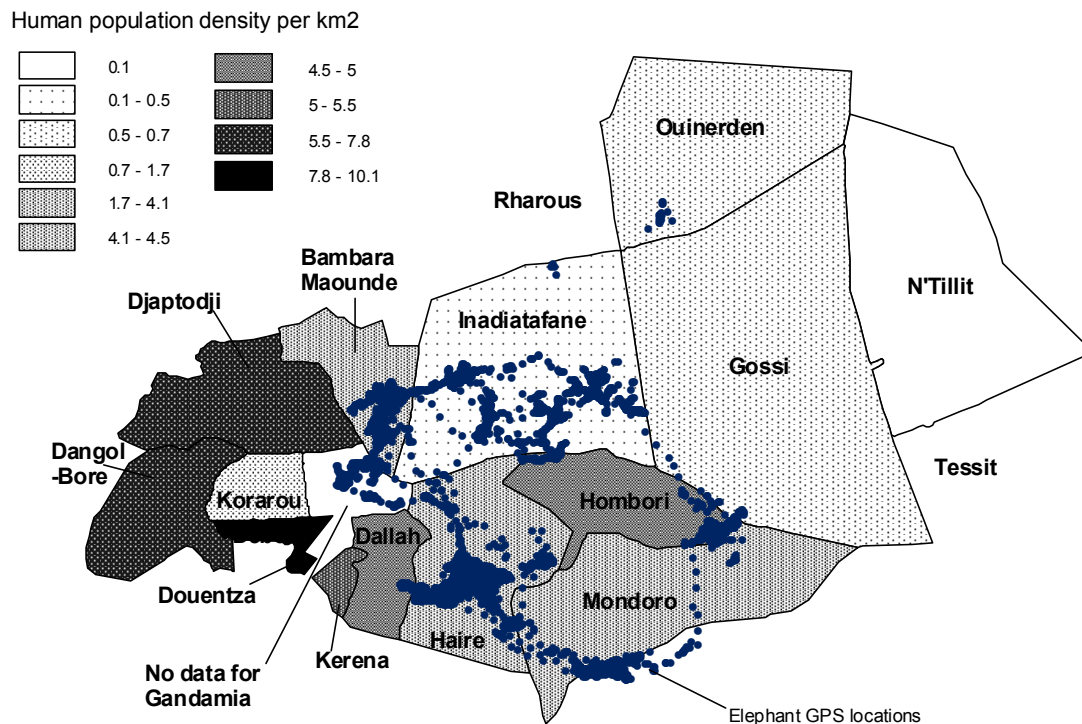


Figure 6 : Carte montrant la relation la position des éléphants pendant un an et la densité de population selon le recensement de 1997. Les zones ombrées sont celles des densités plus fortes.

Les données de recensement ont été recueillies en 1997, en 1986 et en 1974-1975 et sont en fait à notre disposition par l'intermédiaire de nos contacts à Bamako. Nous en avons trouvé certaines, mais l'ensemble de données est incomplet et les frontières administratives ont changé depuis 1974. Les indications préliminaires sont que la population a augmenté dans certaines régions et diminué dans d'autres. Une tendance plus générale est qu'il semble y avoir eu une diminution des nomades et une augmentation des peuplements.

Prochaines étapes

- Recueillir les données de recensement qui manquent pour se faire une idée du taux et de l'étendue des changements de démographie et de sa répartition au Gourma, et la comparer à celle des éléphants.
- Refaire la même chose avec les données de chaque village et fraction nomade pour déterminer si les éléphants réagissent différemment (le cas échéant).

- Localiser les régions de croissance des peuplements pour voir si certaines des aires de répartition des éléphants pourraient être menacées.
- Recueillir les données de recensement d'unités administratives plus petites, si possible, pour dresser une carte plus précise des densités de population.
- Faire ces analyses avec les données sur le bétail.

8. Éléphants et peuplements

La Figure 7 illustre l'emplacement des peuplements à partir d'une carte de 1961 avec, autour, une zone tampon de 10 km. Cela suggère que les éléphants tendent à éviter les peuplements, notamment dans le sud.

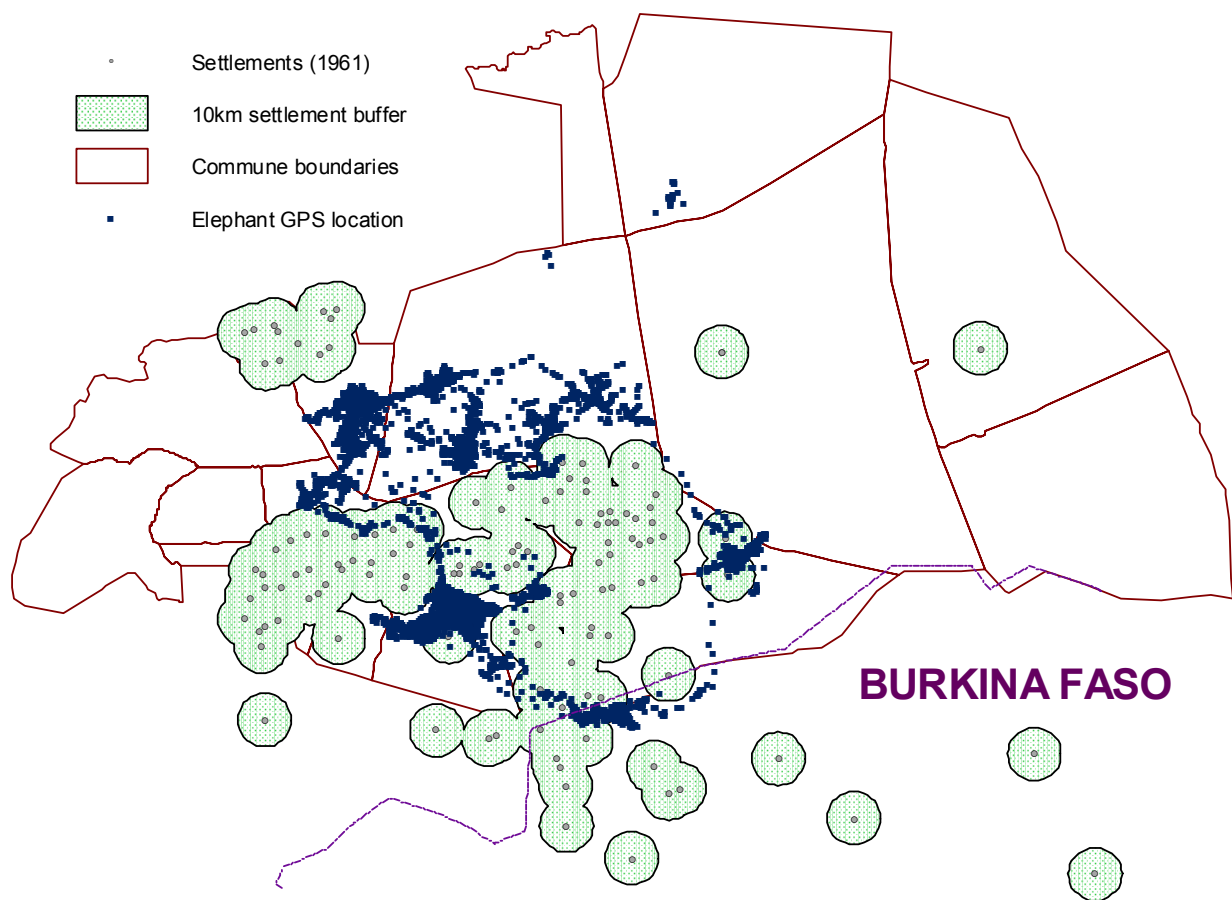
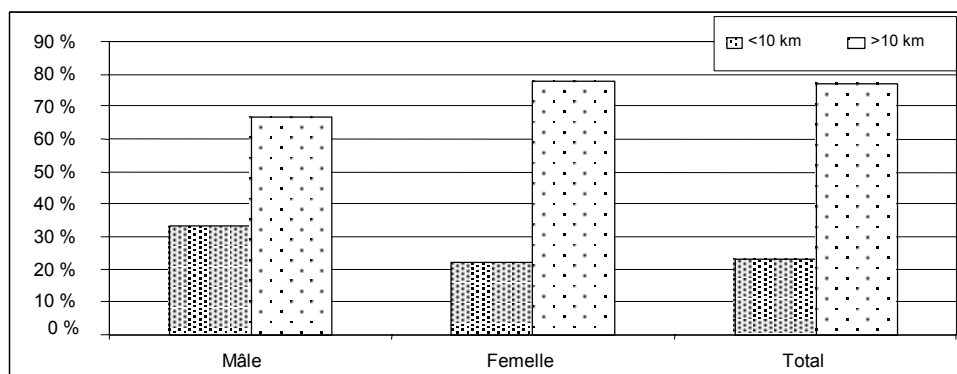


Figure 7 : Carte illustrant la position des éléphants sur une période de 18 mois en relation avec une zone tampon de 10 km autour des peuplements (à partir d'une carte numérisée de 1961).

Les tableaux ci-dessous comparent le temps passé (mesuré par le nombre d'emplacements GPS) par les éléphants mâle et femelle plus près et à plus de 10 km des peuplements, et montrent que le mâle a passé 67 % de son temps et la femelle 77 % de son temps à plus de 10 km d'un peuplement, ce qui indique que le mâle s'approche plus volontiers.

Animal	<10 km	>10 km	Total
El Mehdi (mâle)	33 %	67 %	100 %
Ahni (femelle)	22 %	78 %	100 %
Total	23 %	77 %	100 %



L'un des problèmes, avec ces données, est que les emplacements des peuplements sont ceux déterminés sur la carte de 1961. Nous savons que les conflits et les sécheresses des années 1970 et 1980 ont favorisé les peuplements dans la partie nord de l'aire, par exemple autour de Gossi et d'Inadiatafane. Si les éléphants évitent les peuplements on pourrait s'attendre à ce que les résultats soient plus prononcés sur la base d'informations plus récentes sur l'emplacement des peuplements.

Lorsque l'emplacement des éléphants est comparé à l'image satellite, on peut voir que les éléphants s'approchent plus près des peuplements là où il y a des corridors et de la végétation dense dans une région autrement dégagée (Gandamia, par ex.). Cela est peut-être dû au fait qu'ils choisissent des fourrés pour se protéger et la végétation pour la nourriture.

Les analyses préliminaires indiquent un changement dans le comportement entre le jour et la nuit. Les chiffres ci-dessous montrent les vitesses de jour (à gauche) et de nuit (à droite) d'Ahni, la femelle (le bleu représente les zones de déplacements lents et le rouge, les zones de haute vitesse). La plupart des périodes de haute vitesse se produisent la nuit, au sud de l'aire.

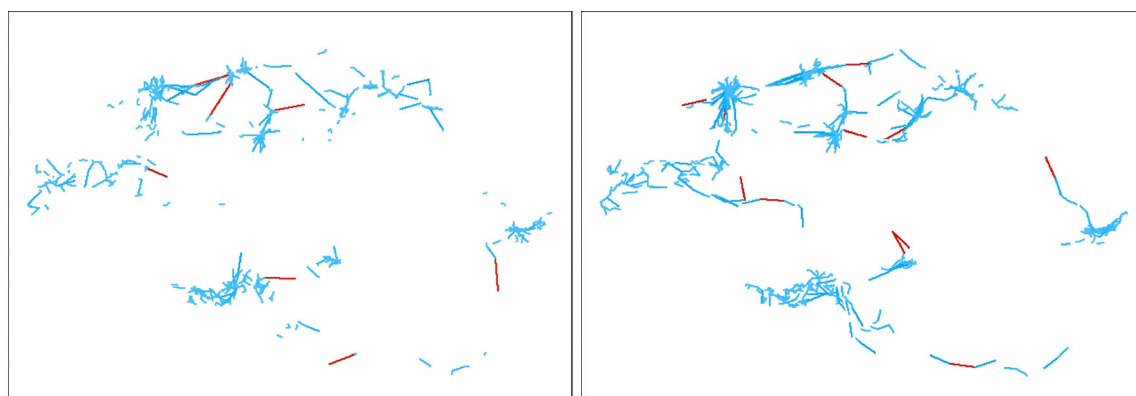


Figure 8 : Vitesses de jour (à gauche) et de nuit (à droite) d'Ahni, la femelle.

Prochaines étapes

- Mettre à jour la carte des peuplements et refaire.
- Étudier les régions où les éléphants s'approchent à 10 km pour voir ce qui peut les intéresser.
- Voir si la distance par rapport aux peuplements varie selon la région, ce qui indiquerait que certaines régions pourraient être plus « sûres » que d'autres ; et voir si elle varie pendant l'année pour savoir si les éléphants sont plus téméraires pendant certaines saisons.
- Comparer avec les données sur les conflits hommes-éléphants.
- Analyser la distance à partir des peuplements de jour et de nuit, mâle et femelle.

9. Éléphants et végétation et sol

Aucune analyse quantitative n'a été faite à partir de la végétation, mais un examen de l'image satellite superposée à l'emplacement des éléphants indique que des types de végétation particuliers semblent importants pour les éléphants, du fait qu'ils semblent souvent suivre les corridors d'un certain type de végétation.

Il est probable que différents types de végétation soient importants à diverses périodes de l'année, par exemple au début des pluies lorsque les éléphants ne sont plus limités par la disponibilité de l'eau ; et en différents lieux, par exemple pour offrir des corridors de protection dans des zones à plus fortes densités de population. Une étude faite à Samburu comparant la répartition des éléphants à partir d'un indice de la biomasse verte obtenue par satellite montre des différences dans les préférences dans le cycle annuel, montrant les périodes pendant lesquelles le fourrage devient une priorité.

L'analyse de la végétation permettra sûrement de répondre à des questions telles :

- Pourquoi les éléphants doivent-ils se déplacer sur des trajets nord-sud aussi longs ?
- Quelles sont parties les plus importantes de leur aire qui doivent être protégées à tout prix ?
- Quelles sont les implications pour la survie des éléphants s'ils perdent certaines parties de leur aire ?

Les corrélations entre certains types de sol particuliers et l'emplacement des éléphants peuvent aussi être intéressantes, peut-être du point de vue de la teneur en sel, car les déplacements des éléphants ne semblent pas être influencés par l'emplacement des salignons.

Prochaines étapes

- Obtenir des données numériques sur les couches de données de la végétation, notamment la structure de la végétation.
- Les utiliser, avec les données obtenues sur le terrain et les renseignements obtenus à la suite de discussions avec Gray Tappan pour étendre la carte de la végétation vers le sud à l'aide de l'image Landsat et des photographies aériennes et de terrain et les données de rapports. Cela devrait permettre l'identification de certains types de végétation importants comme les fourrés et l'agriculture. L'herbe et les fourrés sont difficiles à différencier à l'œil sur l'image, mais l'analyse numérique devrait permettre de le faire.

- Une carte pédologique aiderait beaucoup à la création d'une carte de la végétation à partir de l'image satellite.
- Les données AVHRR et MODIS NDVI (gratuites) pourraient être utilisés pour caractériser la région en zones reflétant les changements saisonniers de la biomasse verte pendant l'année, et elles permettent souvent d'identifier l'agriculture.
- Analyses NDVI pour voir si, quand et dans quelle mesure les éléphants choisissent des régions à forte teneur en biomasse verte (végétation à croissance rapide).

10. Synthèse

D'importants progrès ont été réalisés dans l'établissement d'une base des analyses SIG pour comprendre pourquoi les éléphants font cette migration et quels sont les facteurs importants, en quels lieux et à quelle période de l'année. Les besoins en données et leurs sources ont été identifiés, et leur qualité a été évaluée. Les lacunes dans les données ont été identifiées et les façons de compléter les ensembles de données ont été déterminées dans les délais et les limites budgétaires. Les analyses préliminaires récapitulées dans ce rapport ont permis de dresser un plan pour définir et planifier les prochains travaux SIG en 2005 (tel qu'indiqué dans les sections *Prochaines étapes* de ce rapport). Ils ont aussi permis de définir les données essentielles à recueillir par l'équipe sur le terrain en 2005 pour compléter l'information sur l'aire des éléphants et permettre d'étendre les couches de données comme la carte de la végétation à la partie sud de l'aire des éléphants ; et de recueillir les données essentielles à Bamako. Les données SIG pourront alors être combinées aux observations sur le terrain pour mieux comprendre les limites de l'aire des éléphants, leurs besoins pendant l'année et le degré de stress qu'ils éprouvent.

Annexe: Mandat de la visite de S. Canney à STE-Kenya

Collecte et organisation des données :

1. Revoir les couches de données SIG déjà acquises pour le Gourma (veuillez apporter toutes celles que vous croyez que nous n'avons peut-être pas là-bas).
2. Évaluer les besoins et projet quant à de nouvelles couches de données.
3. Faire une liste des données SIG nécessaires et préparer un plan pour leur acquisition.

Formation :

- Former et évaluer Emmanuel Hema en programmation SIG, à l'aide du logiciel ESRI qui sera confié par STE. J'ai hâte qu'il réfléchisse à toutes les questions plus générales qui font surface avec l'approche SIG. Il travaille bien et de façon méticuleuse, je crois donc qu'on peut lui confier un grand volume de données à saisir.

Analyse :

1. Évaluer la pertinence des techniques et des analyses SIG utilisées par Save the Elephants dans les habitats semi-arides du nord du Kenya pour les besoins du projet au Mali.
2. Participer à une analyse préliminaire des données de télélocalisation au Gourma, quant à la définition des zones de concentration et de corridors.
3. Aider à définir les régions les plus importantes pour les éléphants et définir des critères quantitatifs pour chaque sous-région, en termes de superficie couverte et de temps passé.
4. Aider à analyser les vitesses des éléphants à l'intérieur et à l'extérieur des corridors.
5. Définir les critères pour classifier l'utilisation des terres au Gourma, dans le but d'analyser les données des éléphants en fonction des diverses utilisations des terres.
6. Lancer des idées et peut-être analyse partielle des données de télélocalisation en fonction des sources d'eau, des habitats, des routes, des villages ou autres couches de données.

Résultats :

1. Définition préliminaire des régions les plus importantes pour les éléphants.
2. Définition quantitative de ces régions en fonction des régions administratives et autres couches de données au Mali.
3. Définition préliminaire des corridors essentiels.
4. Nouvelle carte de travail numérisée, ou série de cartes du Gourma, utilisant les images satellite déjà fournies par l'USAID et superpositions ou créations de superpositions des autres couches de données, comme les villages, les routes, les points d'eau, les frontières des zones protégées, les frontières administratives.
5. Impressions papier de qualité de ces cartes pour utilisation par les équipes sur le terrain au Mali et aux fins de planification par STE, EDG et WILD.
6. Rapport d'étape complet pour STE sur votre mission, avec liste des réalisations et soumissions de recommandations pour prochaines activités SIG et de recherche au sein du consortium dirigé par WILD.
7. Rapport récapitulatif sur tous les progrès réalisés dans la recherche dans le cadre du projet en 2004.
8. Inclusion de toute autre analyse spatiale dans les deux rapports ci-dessus qui pourraient être terminée à la fin de la visite sur le terrain.

STE fournira le personnel SIG qui aidera à l'analyse des données et à la préparation des cartes et nous aiderons à conclure le contrat avec l'imprimeur à Nairobi qui préparera les cartes sur papier.