SYSTÈME DE SURVEILLANCE À LONG TERME DE L'ABATTAGE ILLÉGAL DES ÉLÉPHANTS
(MIKE - LONG TERM SYSTEM FOR MONITORING THE ILLEGAL KILLING OF ELEPHANTS)

FORÊTS D'AFRIQUE CENTRALE : RAPPORT FINAL SUR LES RELEVÉS DÉMOGRAPHIQUES D'ÉLÉPHANTS (2003 – 2004)

Mars 2005

Rapport de
Wildlife Conservation Society
USA

Ce rapport a été réalisé pour le programme CITES MIKE par :

Wildlife Conservation Society
1700 Connecticut Avenue NW
Suite 403
Washington DC 20009
USA

La réalisation de ce compte-rendu a été appuyée par l'assistance financière des organismes suivants : **United States Fish and Wildlife Service,** la **Communauté européenne, World Wildlife Fund International** et **Wildlife Conservation Society**.

Les points de vue exprimés ci-après sont ceux des auteurs et ne pourront donc pas être interprétés comme le point de vue officiel du United States Fish and Wildlife Service, de la Communauté européenne ou de World Wildlife Fund International.

CITES MIKE Programme

P. O. Box 68200
Nairobi 00200
KENYA
Tél. : +254 (0) 20 570522
Fax : +254 (0) 20 570385

Mars 2005

Auteur :
Dr Stephen Blake

Table des Matières

Table des Matières 3
Remerciements 5
Chapitre 1 : Introduction 6
Perspective historique 6
Récapitulatif des connaissances des sites MIKE en 2002, selon la base de données sur l'éléphant d'Afrique (African Elephant Database, AED) 12
Présentation de MIKE en Afrique centrale 13
Chapitre 2: Phase 1 – Premiers contacts et planification sur site, protocole d'accord avec les sites, recrutement des équipes 17
2.1 Planification initiale 17
Monte Alen 20
Dzanga-Sangha 22
Nouabalé-Ndoki 23
Minkébé 24
Boumba Bek 26
Salonga 28
Bangassou 31
2.2 Conception de l'étude 39
Conception « design unbiased » (sans biais) contre conception « model-based » (basé sur un modèle) 41
Intensité d'échantillonnage contre couverture géographique 43
2.3 Influence des marécages 49
2.4 Transects et recces 51
Précision cible des estimations de densité de crottins 53
Dégradation des crottins et défécation 57
Chapitre 3 : Phase 2 – Formation à l'étude de terrain 59
Résultats principaux de la formation initiale 67
Choix du site 67
Niveaux atteints par les chefs d'équipe 68
Outils de formation 68
Chapitre 4 : Phase 3 – Reconnaissance du site, formation complémentaire et mise en place du plan d'échantillonnage définitif. 70
4.1 Reconnaissance sur site 70
4.2 Formation complémentaire 72
4.3 Plan d'échantillonnage définitif 73
Chapitre 5 : Phase 4 – Etudes de terrain et gestion des données 77
5.1 Mise en œuvre de l'étude 77
Mécanismes de mise en œuvre 77
Chapitre 6 : Phase 5 – Analyse de données et rédaction de rapports 80
6.1 Atelier analyses et rédaction de rapports 80
Chapitre 7 : Synthèse des résultats 84
7.1 Abondance des crottins d'éléphants 84
Abondance d'éléphants 87
Taux de rencontre de crottins d'éléphants sur les recces-voyages 89
7.2 Abondance de signes humains 90
7.3 Distribution des éléphants et des activités humaines 96

Chapitre 8 : Récapitulatif des résultats – grands singes 99
8.1 Gorilles 99
8.2 Chimpanzés et grands singes non identifiés 100
8.3 Bonobos dans le PN de la Salonga 102
Chapitre 9 : Discussion des résultats et implications pour la conservation 104
Récapitulatif par site 107
Bangassou 107
Salonga 108
Dzanga-Sangha 111
Nouabalé-Ndoki 114
Boumba Bek 116
Minkébé 118
Distribution des éléphants par rapport aux limites des parcs nationaux 121
Chapitre 10 : Conclusions 124
Références bibliographiques 130

Remerciements

Le présent rapport décrit un volume de travail et un degré d'effort phénoménaux réalisés en Afrique centrale par des équipes de chercheurs assidus, leurs assistants de terrain, guides et porteurs. Il est difficile de décrire les difficultés de semaines et de mois d'existence nomade, dans les forêts d'Afrique centrale, l'assiduité et la trempe que doivent posséder les chercheurs et leurs collaborateurs pour relever des données de terrain rigoureuses, sur de longues durées.

Les inventaires MIKE ont reçu un appui politique et administratif solide des Ministères des Eaux et Forêts du Cameroun, Gabon, République du Congo, République Démocratique du Congo, République Centrafricaine et Guinée Équatoriale, où malheureusement aucun travail de terrain n'a été mis en oeuvre. Les autorités de gestion de chaque site MIKE, ont apporté à MIKE un appui logistique, administratif, politique et technique indispensable et, dans la plupart des cas, ont détaché leur meilleur personnel de terrain pour les activités de MIKE et ce, pendant de longues périodes. La Wildlife Conservation Society en République du Congo et RDC, le World Wildlife Fund au Cameroun, en RCA et au Gabon, le Lukuru Wildlife Research Institute et l'institut Max Planck en RDC, ainsi que le Centre canadien de coopération et de recherche internationale en RCA ont rempli un rôle essentiel dans chaque succès que ce programme a connu. Parmi les collaborateurs de l'unité centrale de coordination de MIKE, M. Sébastien Luhunu, a guidé le programme d'inventaire jusqu'à son parachèvement avec un esprit ouvert et de collaboration, avec patience, compréhension et dévouement. L'adjointe administrative de MIKE, Erice Nyambe, a assuré localement l'aide et l'appui administratifs indispensables. Le directeur de MIKE, Nigel Hunter, reçoit notre gratitude pour sa compréhension et ses remerciements publics de l'effort exigé pour que ces relevés soient accomplis. En dépit de quelques anicroches, quasiment inévitables dans un programme de cette complexité et de cette ampleur, doté toutefois de ressources limitées, c'est avec grand plaisir que nous avons collaboré avec MIKE. Les collaborateurs administratifs du programme Afrique de WCS ont apporté un appui précieux.

Ce programme a été financé par le United States Fish and Wildlife Service, The World Wildlife Fund International, USAID-CARPE (Partenariat de la forêt du bassin du Congo) la Communauté européenne, Lukuru Wildlife Research Institute et Wildlife Conservation Society.

Nous espérons que ce rapport et ses annexes, dont la diffusion est certes tardive, seront utiles aux ministères des Eaux et Forêts et aux gouvernements des états de l'aire de répartition des éléphants d'Afrique centrale et qu'il leur permettra de planifier, de façon efficace et couronnée de succès, la gestion et la protection des éléphants de forêt, dans leurs pays écologiquement diversifiés et riches.

Chapitre 1 : Introduction

Perspective historique

Les éléphants d'Afrique (*Loxdonta africana*) ont parcouru autrefois l'Afrique, du Caire au Cap de Bonne Espérance (Cumming et al. 1990). À la différence des autres continents, les humains et les éléphants partagent un long cheminement d'évolution en Afrique, c'est d'ailleurs peut-être la raison pour laquelle les éléphants ont perduré dans l'Ancien Monde et pas dans le Nouveau Monde (Owen-Smith 1988). L'ivoire est un symbole de luxe et de richesse depuis au moins sept mille ans et les éléphants ont certainement été tués pour leur ivoire pendant toute cette période (Meredith 2001). Les empires égyptiens, grecs, romains, arabes et européens ont tous collecté l'ivoire et chassé voracement les éléphants. Dès le 16^{e} siècle, les éléphants avaient disparu d'Afrique du Nord et leur présence avait déjà diminué en Afrique subsaharienne (Cumming et al. 1990), alors que les commerçants arabes achetaient leur ivoire sur les côtes du Kenya et de la Tanzanie et envoyaient des équipes de chasse au cœur du continent. Les premiers marins qui ont jeté l'ancre dans le port de Bonne Espérance virent des éléphants déambuler le long des côtes et barboter dans la mer (Meredith 2001). Ce qui devait arriver arriva : les pionniers européens remontèrent rapidement au nord, laissant derrière eux un paysage dénué d'éléphants. Au début du 20^{e} siècle, la population d'éléphants en Afrique s'élevait peut-être à un million d'individus - une fraction de leur effectif antérieur - dispersés dans toute l'Afrique subsaharienne.

Alors que l'on chassait les éléphants dans les savanes d'Afrique orientale, occidentale et australe et dans les forêts claires, les éléphants de forêt d'Afrique de l'Ouest et centrale ont connu un meilleur sort puisque la pénétration des zones de forêt était difficile et lente (Barnes 1999). Toutefois, avec le développement des voies de chemin de fer et des réseaux de négoce en Afrique de l'Ouest au 17^{e} siècle et plus tard, le prix de l'ivoire a connu une augmentation en flèche, l'intensité du

braconnage des éléphants en forêt d'Afrique occidentale a suivi et le nombre ainsi que le territoire des éléphants ont régressé jusqu'à leur grave dépopulation à la veille de la première guerre mondiale, régression qu'ils n'ont jamais véritablement surmontée (Roth et Douglas-Hamilton 1991, Barnes 1999).

Les vastes forêts équatoriales du bassin du Congo sont restées en majorité inexplorées et sous-aménagées pendant la plus grande partie de la période du commerce de l'ivoire et ce n'est qu'avec l'ouverture de la région au commerce, par les explorateurs européens (Meredith 2001), que l'ivoire, ainsi que les esclaves et par la suite le caoutchouc, est devenu l'une des marchandises les plus importantes du Bassin du Congo. On ne peut que se perdre en conjectures quant au nombre d'éléphants qui ont peut-être peuplé l'Afrique centrale avant son exploitation commerciale intense, mais cette population pouvait être très importante, puisque la plus grande partie de cet habitat de quelque deux millions de kilomètres carrés convient aux éléphants. Il pouvait y avoir une densité moyenne de 0,5 éléphants au km², soit un million d'éléphants dans la zone de forêt. Selon une estimation de la capacité d'absorption et de la superficie, Milner-Gulland et Beddington (1993) suggérèrent qu'il y avait 1,4 millions d'éléphants de forêt en 1814.

Le commerce de l'ivoire a régressé après la première guerre mondiale et les éléphants du continent africain ont alors connu un répit et, dans les années 1960, les éléphants étaient sans doute aussi nombreux qu'au siècle précédent (Spinage 1994). Toutefois, vers les années 1950, l'ivoire a connu un regain d'intérêt sur les marchés et chez les consommateurs et, vers le milieu des années 1970, l'avenir des éléphants d'Afrique semblait à nouveau menacé. Le prix de l'ivoire a flambé et une explosion du braconnage aux éléphants, bien documentée, s'est produite, réduisant dans les années 1980 la population d'éléphants de quelques 50% (Douglas-Hamilton et Douglas-Hamilton 1982, Cobb 1989, Luxmoore et al. 1989, Milliken 1989, Barbier 1990, Milner-Gulland et Beddington 1993).

À cette époque, l'Afrique centrale a fait l'objet d'un intérêt considérable puisque l'incidence du braconnage sur cette partie de la population était inconnue et que la forêt, semblait-il, abritait un nombre éventuellement important d'éléphants (Barnes 1989b). Des relevés systématiques ont été lancés dans le bloc forestier, afin de déterminer la taille de la population des éléphants de forêt, ainsi que l'incidence du commerce de l'ivoire. (Michelmore et al. 1994, Barnes et al. 1995). Selon les principales conclusions de cette étude, qui s'est déroulée dans six pays d'Afrique centrale (RDC [à l'époque, Zaïre], Congo, Gabon, République centrafricaine, Guinée Équatoriale et Cameroun), 1) le braconnage était intense dans la zone de forêt et pour cette raison, les humains ont déterminé la répartition des éléphants, jusque dans les zones forestières les plus reculées, 2) la population totale estimée des éléphants de forêt était de quelque 172 000 individus, dans les six pays sondés (Table 1), soit environ un tiers du total continental de l'époque (Barnes et al. 1995). Selon un modèle de l'incidence du braconnage, fondé sur le rapport entre l'abondance d'éléphants et la distance par rapport à l'accès humain, quelque 44% de la population d'éléphants de forêt d'Afrique centrale d'origine avaient disparu (Michelmore et al. 1994). L'importance des routes et des voies d'eau navigables (puisqu'elles fournissent un accès aux humains) pour la répartition des éléphants a fait l'objet d'une illustration graphique (Figure 1). Selon Barnes et al. (1997): «*Le gradient des crottins indique comment les éléphants évitent les routes et les villages, ce qui entraîne un découpage de la forêt, l'homme vivant dans une bande étroite le long des routes et les éléphants dans la forêt profonde ».*

Table 1. Estimations du nombre d'éléphants de forêt en Afrique centrale en 1989 (Barnes *et al.* 1995)

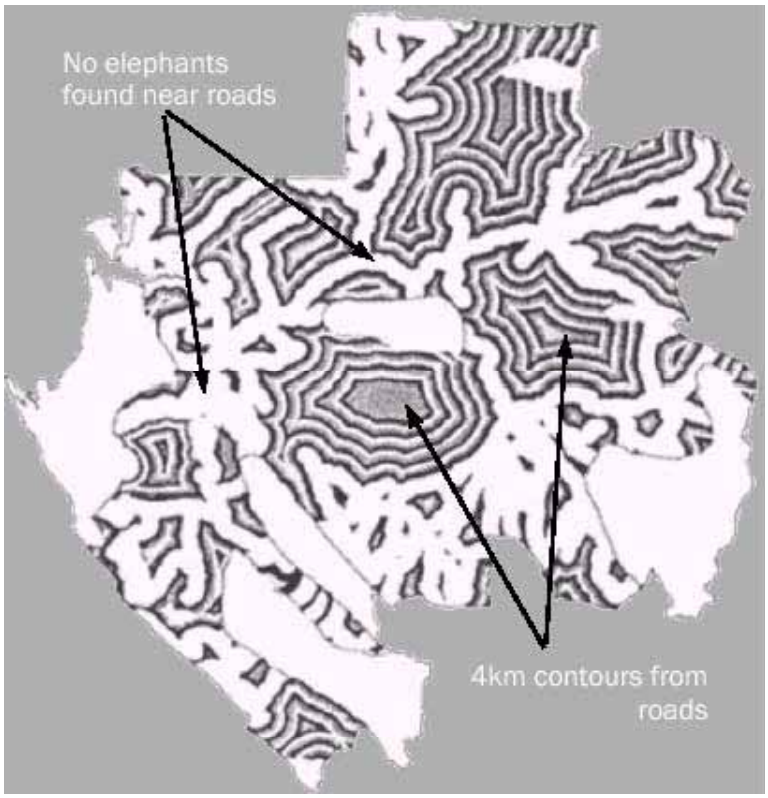
Pays	Nombre estimatif d'éléphants de forêt
Cameroun	12 000
République centrafricaine	2 000
Congo	31 000
Guinée Équatoriale	400
Gabon	55 000
République Démocratique du Congo (anciennement Zaïre)	72 000
Total	172.400

Les preuves tangibles, tirés des zones de savane et de forêt, d'un braconnage sauvage aux éléphants menaçant l'avenir de l'éléphant d'Afrique en soi, ont permis d'assurer l'adoption de la loi du US Fish and Wildlife Service pour la protection de l'éléphant d'Afrique, en 1988. Cette loi interdit l'importation d'ivoire aux États-Unis et a donné naissance au Fonds de protection de l'éléphant d'Afrique. Lors de la CDP de 1989, les signataires de la CITES ont voté l'inscription de l'éléphant d'Afrique en annexe 1, interdisant ainsi le commerce international de produits d'éléphant, y compris l'ivoire.

En dépit de la faible intensité d'échantillonnage et d'une portée géographique restreinte, un certain nombre de conclusions et de recommandations importantes ont été tirées du recensement en Afrique centrale. Quatre contraintes importantes entravant une gestion réussie de la population d'éléphants ont été soulignées : 1) l'ignorance de la biologie de base des éléphants de forêt, 2) l'inefficacité des ministères de la Faune et de la Flore en Afrique centrale, 3) la corruption et 4) la difficulté du travail en forêt éloignée (Barnes et al. 1995). Il apparut également que les éléphants représentent une ressource économique potentielle pour les communautés locales et les économies nationales par le biais de mécanismes d'exploitation durables, mais qu'aucune gestion active des éléphants ne pourrait réussir en présence d'une corruption généralisée au sein des ministères de la Faune

et de la Flore. Il a été recommandé de réaliser des inventaires détaillés du nombre d'éléphants, à intervalles réguliers, pour déterminer les tendances démographiques et l'incidence du braconnage, tout en renforçant les capacités des États de l'aire de répartition afin de gérer de façon efficace les populations d'éléphants.

Figure 1. Répartition des éléphants de forêt au Gabon (Barnes et al. 1997).



En dépit de ces conclusions et recommandations, et des efforts concertés de certains particuliers et organisations internationales de protection, aucun système de surveillance des populations d'éléphants de forêt, aucune capacité ou effort d'application des lois n'ont été développés ou mis en oeuvre dans les pays d'Afrique centrale pendant toute la décennie qui a suivi l'interdiction du commerce de l'ivoire. Plusieurs relevés de population et projets de recherche, isolés et non coordonnés (surtout dans le cadre d'études axées sur d'autres buts) ont apporté quelques renseignements quantitatifs sur la situation des éléphants de forêt (Stromayer et

Ekobo 1991, White 1994, Hall et al. 1997, Powell 1997, Blake 2002). Par la suite, les plans d'un programme exhaustif de surveillance des éléphants ont trouvé un certain élan et, en 1997, lors de la 10e CDP, les parties ont décidé d'établir un système de surveillance sur toute l'aire de répartition des éléphants d'Afrique et d'Asie (Résolution conf. 10. 10). Ce système était censé faciliter la prise de décision des parties concernant le statut de protection des éléphants. Ce fut aussi la première tentative pour apporter une évaluation systématique et détaillée de l'incidence des décisions des parties visant à permettre, restreindre ou suspendre le commerce d'une espèce particulière (et/ou de ses produits et dérivés). Le système de surveillance, connu aujourd'hui sous son acronyme MIKE (Monitoring the Illegal Killing of Elephants) a été approuvé lors de la 41e réunion du comité permanent de la CITES, en février 1999, avec pour but déterminant de :

'Fournir les informations nécessaires pour que les États de l'aire de répartition des éléphants prennent les décisions de gestion et d'application appropriées et renforcer les capacités institutionnelles des États de l'aire de répartition pour la gestion à long terme de leurs populations d'éléphants ».

Cette approbation a ensuite été confirmée par la 11e CDP, qui a donné le feu vert à la mise en oeuvre de MIKE après avoir modifié les objectifs d'origine afin d'inclure l'appui à la prise de décision concernant une gestion appropriée, les besoins de protection et d'application, ainsi que le renforcement des capacités.

Dans le cadre du processus de mise en oeuvre, la direction de MIKE a demandé à la Wildlife Conservation Society de collaborer avec MIKE et de coordonner la mise au point administrative et l'exécution technique des inventaires d'éléphants de forêt de sept sites MIKE en Afrique centrale : Salonga, Bangassou, Dzanga-Sangha, Nouabalé-Ndoki, Boumba Bek, Minkébé et Monte Alen. WCS a accepté cette tâche et cette relation a été rendue officielle par un protocole d'accord (Memorandum of Understanding - MOU) signé en 2002. Le rapport ci-dessous récapitule les activités et les réalisations du programme MIKE quant aux inventaires d'éléphants de forêt en Afrique centrale, en 2003-2004.

Récapitulatif des connaissances des sites MIKE en 2002, selon la base de données sur l'éléphant d'Afrique (African Elephant Database, AED)

En dépit des appels à l'inventaire et à la surveillance à la suite du premier recensement régional (Barnes et al. 1995), l'état des connaissances concernant les populations d'éléphant de forêt et leur statut de conservation en Afrique centrale restent médiocres, même dans les aires protégées et les parcs nationaux clés (Blake et Hedges 2004). Depuis 1995, la base de données sur l'éléphant d'Afrique (AED) a relevé les estimations d'abondance d'éléphants sur les principaux territoires des éléphants, y compris bon nombre des sites MIKE actuels. Depuis lors, seuls trois recensements dans l'aire de répartition des éléphants de forêt, dont l'un s'est déroulé sur un site MIKE actuel[1], ont été relevés comme ayant une méthodologie de recensement suffisamment rigoureuse (classe B[1] ou supérieure) pour donner une estimation robuste du nombre d'éléphants (Table 2). Lorsqu'elles existent, les estimations d'abondance d'éléphants se fondent en grande partie sur des suppositions, souvent sans données corroboratives (Blake et Hedges 2004). Certes, un effort considérable a été déployé sur certains sites pour mieux comprendre la situation de conservation des éléphants (Fay and Agnagna 1991c, Fay 1993, Turkalo and Fay 1995, Ekobo 1998, Van Krunkelsven et al. 2000, Blake 2002, Blom et al. 2004a), toutefois, l'inventaire MIKE actuel serait le premier inventaire systématique, intégral/quasi intégral jamais entrepris sur tous ces sites importants de conservation.

[1][1] Les relevés de classe B sont les décomptes de crottins où des intervalles de confiance de 95% sont indiqués autour de l'estimation de densité moyenne et où une étude sur la décomposition des crottins a été réalisée sur site (AED, 2002).

Table 2. «Estimations» des populations d'éléphants citées en référence dans l'AED

Site	Pays	Km²	Date de création	Statut	Base de données de l'éléphant d'Afrique 1995	1998	2002a	N relevés de classe B
Bangassou	RCA	12 000		Forêt communautaire	2 640	1 120	1 600 (1 200)	0
Boumba Bek	Cameroun	2 485		Réserve en attente de ratification comme PN	1 404	1 250	1 250	1
Dzanga Sangha	RCA	4 347	1990	PN et réserve	1 750	3 000	2 977 (290)	0
Minkébé	Gabon	7 560	2002	PN	-	-	-	0
Nouabalé-Ndoki	Congo	4 200	1993	PN	3 479	-	431 (2 300)	0
Salonga	RDC	36 560	1970	PN	6 330	-	12 500 (2 500)	0

Présentation de MIKE en Afrique centrale

En 1997, lors de la 10e réunion de la Conférence des Parties (CDP) de la Convention sur le Commerce International des Espèces de Faune et de Flore Sauvages Menacées d'Extinction (CITES), les parties ont convenu d'établir un système de surveillance sur toute l'aire de répartition des éléphants d'Afrique et d'Asie (conf. Résolution 10.10). Il était attendu que ce système facilite la prise de décision des parties concernant le statut protégé des éléphants. Il s'agissait également de la première tentative visant à fournir une évaluation systématique et détaillée de l'incidence des décisions des parties visant à autoriser, restreindre ou suspendre le commerce d'une espèce particulière (et/ou de ses produits et dérivés). Le système de surveillance, connu aujourd'hui sous son acronyme MIKE (Monitoring the Illegal Killing of Elephants), a été approuvé lors de la 41e réunion du comité permanent de la CITES, en février 1999. Entre 1999 et 2001 un programme pilote, financé par le United States Fish and Wildlife Service (USFWS) et la Wildlife Conservation Society (WCS), a été mis en oeuvre en Afrique centrale afin d'évaluer la faisabilité d'un programme à grande échelle dans les écosystèmes forestiers (Beyers et al. 2001).

Pendant la mise en œuvre du programme pilote et au vu de certains enseignements déjà tirés, les buts et la structure du programme MIKE ont été débattus à nouveau lors de la 11e réunion de la Conférence des Parties, en 2000, ce qui eu pour résultat

la révision de la résolution 10.10. Les objectifs convenus auparavant ont également été élargis pour inclure : « l'établissement d'une base d'information pour appuyer la prise de décisions concernant la gestion appropriée, les besoins de protection et d'application »et « le renforcement des capacités des États de l'aire de répartition ». À l'heure actuelle, le programme MIKE a le but suivant : « Fournir les informations nécessaires aux États de l'aire de répartition des éléphants pour prendre les décisions de gestion et d'application appropriées et pour renforcer les capacités institutionnelles au sein des États de l'aire de répartition pour la gestion à long terme de leurs populations d'éléphants ». Citons les objectifs plus spécifiques inclus dans ce but : (1) « mesurer les niveaux et les tendances de la chasse illicite des éléphants », (2) « déterminer les changements de ces tendances, au fil du temps » et (3) « déterminer les facteurs causaux de ces changements et évaluer dans quelle mesure les tendances observées sont liées aux changements émanant de la CITES en ce qui concerne les conventions d'inscription ou la reprise du commerce de l'ivoire ». (www.cites.org/eng/prog/MIKE).

Le programme MIKE prévoit d'atteindre ces objectifs par le biais d'un système de collecte de données sur site enregistrant les tendances des populations d'éléphants, l'incidence et les patterns de l'abattage illégal, l'effort et les ressources utilisés pour détecter et prévenir la chasse et le commerce illicites. Le programme MIKE est également chargé de mettre au point et d'utiliser une méthodologie standardisée pour le recueil et l'analyse des données.

Le projet pilote axé sur trois sites - les zones protégées de Lope Ituri et Odzala au Gabon, Congo Brazzaville et République démocratique du Congo (RDC) - a prouvé que la mise en oeuvre de MIKE en forêt est effectivement faisable. De ce fait, un programme à grande échelle, englobant 55 sites en Afrique, a été lancé. Le projet consiste à réitérer les relevés sur chaque site tous les 2 – 3 ans. Onze sites ont été choisis dans l'aire de répartition des éléphants de forêt en Afrique centrale, chacun étant basé autour d'une aire protégée. Le présent document rend compte des

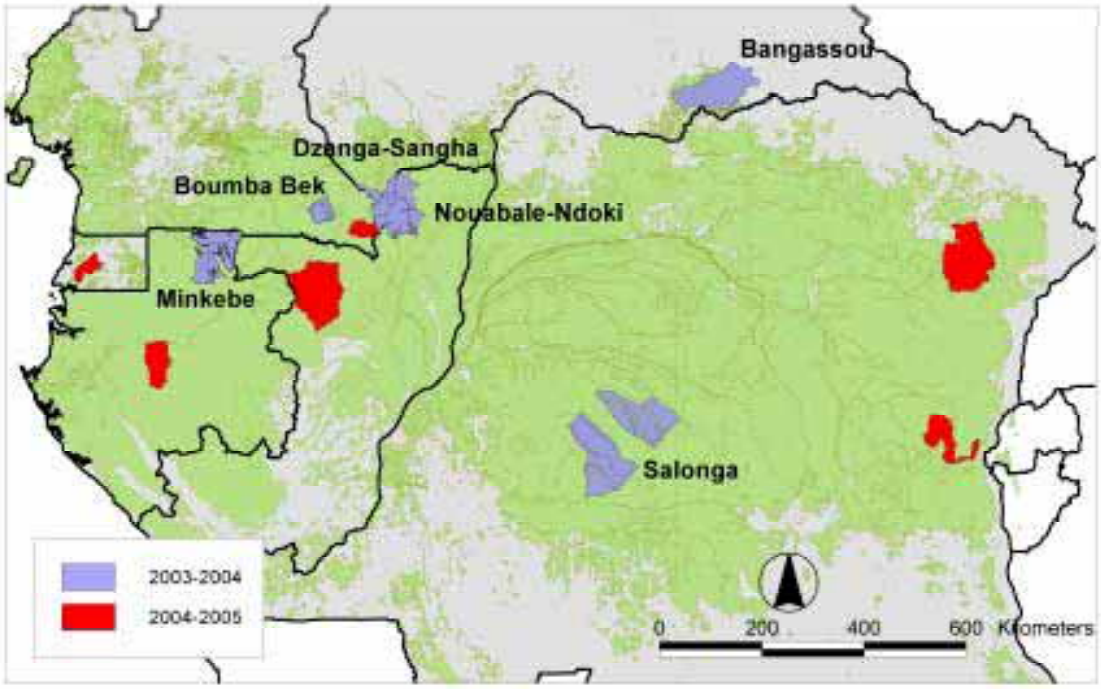
progrès effectués dans la réalisation des relevés de populations d'éléphants en 2003-2004, sur six sites MIKE, dans cinq pays de l'aire de répartition des éléphants de forêt d'Afrique centrale (Figure 2). Les sites concernés étaient : Salonga, Bangassou, Dzanga-Sangha, Nouabalé-Ndoki, Boumba Bek et Minkébé. Un inventaire des éléphants a également été planifié pour Mont Alen en Guinée équatoriale mais, pour des raisons financières, ce site fut finalement exclu. La coordination technique et administrative des inventaires a été assurée par la Wildlife Conservation Society (WCS) en collaboration avec les départements nationaux de la faune et de la flore, l'unité centrale de coordination de MIKE et l'unité d'appui sous-régionale ainsi que les ONG basées sur sites, notamment World Wildlife Fund (WWF), Wildlife Conservation Society (WCS), Lukuru Wildlife Research Project (LWRP), l'institut Max Planck (MPI) et le Centre Canadien des Études et de la Coopération Internationales (CECI). Les relevés ont été financés par la Communauté Européenne, USFWS, WWF International, CARPE et WCS.

Lors de son démarrage un plan de mise en œuvre en 5 étapes (Table 3) a été adopté afin de réaliser les relevés, de parachever l'analyse des données préliminaires et d'en rendre compte à temps pour la 13^{e} CDP de la CITES, à Bangkok en octobre 2004.

Table 3. Plan de mise en oeuvre des relevés MIKE des éléphants de forêt

	Calendrier d'exécution proposé MOIS					
Activité	1-3	3-6	6-9	9-12	12-15	15-18
1)Contact et planification initiaux de site, MOU de site, recrutement de l'équipe	X					
2) Formation en relevés de terrain	X	X				
3) Reconnaissance du site, formation de perfectionnement et élaboration de la conception		X				
4) Relevés de terrain et gestion des données			X	X	X	
5) Formation analytique et analyses						X

Figure 2. Sites MIKE d'inventaire d'éléphants de forêt



Chapitre 2: Phase 1 – Premiers contacts et planification sur site, protocole d'accord avec les sites, recrutement des équipes

2.1 Planification initiale

Le but de la phase 1 consistait à fixer le cadre technique, logistique et administratif à partir duquel les relevés des éléphants de forêt seraient élaborés et mis en oeuvre. MIKE était un nouveau programme et il était nécessaire, sur le terrain, de saisir ce qu'était MIKE, quels étaient les résultats escomptés et comment le programme serait le mieux géré. En outre, le rôle de WCS à titre de coordinateur technique pour cette série de relevés MIKE de forêt en Afrique centrale n'était pas fermement établi, ni d'ailleurs les rôles et responsabilités de chaque organisation prenant part à la mise en oeuvre de MIKE. Les responsables de terrain sur les sites MIKE n'avaient pas toujours été bien informés sur le projet MIKE, ses missions et objectifs. Ils ne savaient pas non plus dans quelle mesure ils pouvaient ou devraient prendre part à la conception, la mise en oeuvre et la gestion du programme. De son côté, le personnel de MIKE ne saisissait pas tout à fait les contraintes et les possibilités existant sur chaque site, en termes d'infrastructure, de capacités du personnel et de capacités techniques, d'éventuelles possibilités de co-financement et autres questions analogues. La phase 1 a donc porté sur des débats au niveau de chaque site ayant pour objectif de développer une meilleure compréhension du contexte de la mise en œuvre des deux parties, de définir les rôles et les responsabilités des collaborateurs de WCS, des responsables de site MIKE et des autorités de gestion des sites, et enfin, rédiger des MOU qui constitueraient la base de la collaboration entre les différentes parties.

Avant les visites de site, les managers de sites et les responsables MIKE ont reçu les grandes lignes concernant les buts et objectifs de MIKE et il leur a été demandé d'ouvrir le débat sur la meilleure façon de décupler les résultats relevant de la mission de MIKE en tenant compte des buts, besoins et contraintes des sites (par

ex. : capacités de gestion ou techniques) et de lancer le processus d'identification et de sélection du chef d'équipe de terrain. Un cahier des charges de base (Terms of Reference,TOR) était inclus dans cette communication avec un profil des capacités nécessaires pour remplir les fonctions de « chef d'équipe » de l'inventaire MIKE. Les chefs d'équipe seraient chargés de la mise en oeuvre des travaux de terrain, de la gestion des données, d'une partie de l'analyse et des comptes-rendus. Ces collaborateurs techniques ont été identifiés et nommés par le personnel de terrain, en collaboration avec le coordinateur des inventaires MIKE et le responsable de l'appui sous-régional (Sub-Regional Support Officer, SSO) de MIKE (pour une explication des structures de personnel, veuillez consulter le site Web de MIKE : (http://www.cites.org/eng/prog/MIKE/index.shtml). Des candidats aptes au poste de chef d'équipe seraient essentiels à la réussite du programme dans son intégralité, de même que leur disponibilité pour MIKE sur toute la durée des relevés.

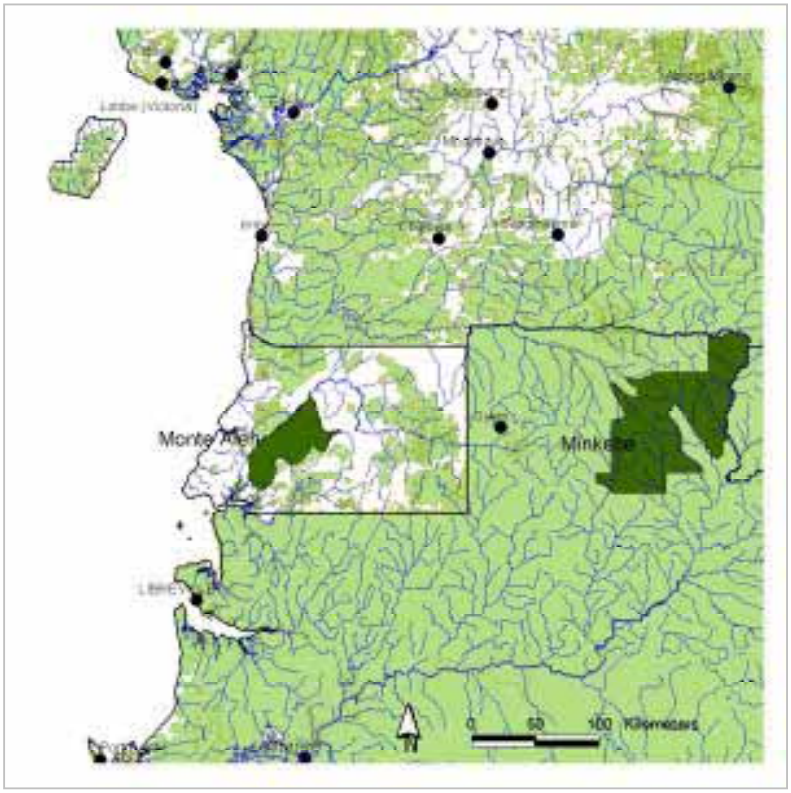
Au cours des visites de sites, les synergies possibles entre les buts du programme MIKE et les buts des sites en matière de suivi et d'inventaire ont été examinées. Des débats se sont tenus sur l'état actuel des connaissances sur l'abondance et la répartition des éléphants, les programmes de surveillance existants, les résultats déjà disponibles et ce qui serait logique du point de vue de la gestion biologique et conservatoire quant aux définitions des zones de relevé. Pour chaque site, les informations sur les caractéristiques biologiques et les caractéristiques d'utilisation des sols ont été rassemblées et les données spatiales que les responsables des sites étaient disposés à communiquer ont été utilisées pour préparer une série de projets de modèles de relevés. Tous ces éléments ont à nouveau été débattus avec les responsables des sites, les responsables MIKE de site et nationaux, avant d'être présentés au groupe consultatif technique MIKE (Technical Advisory Group,TAG) pour commentaires. MIKE a été bien accueilli sur tous les sites comme une contribution précieuse aux efforts de surveillance en cours et au renforcement des capacités, à l'échelon local et national. Des protocoles d'accord ont été établis entre

MIKE et chaque autorité de gestion de site et ces protocoles sont inclus aux annexes ci-jointes.

Un récapitulatif des résultats des débats de site figure ci-dessous, y compris un tableau des principales possibilités, contraintes et autres renseignements de planification pour chaque site tirés des visites de site et d'autres recherches d'antécédentes.

Monte Alen

Le parc national de Monte Alen, le site MIKE en Guinée Équatoriale, couvre 2 007km^2 composés principalement de forêts de plaine, allant jusqu'à 783 m d'altitude. La gestion par les pouvoirs publics du parc national a été appuyée par le programme de conservation et d'utilisation rationnelle des écosystèmes forestiers en Afrique centrale (ECOFAC) de l'Union Européenne (UE) et financée par la Commission européenne (CE), pendant plus d'une décennie. La région est connue pour sa pluviométrie élevée, son terrain difficile et sa biodiversité importante. Monte Alen est très intéressant pour les touristes et en reçoit un nombre constant dans un lodge imposant. Les renseignements sur les grands mammifères de la région, en particulier les éléphants, étaient restreints au niveau du site, bien qu'un inventaire taxonomique intensif ait été réalisé sous les auspices d'ECOFAC. Aucun relevé systématique des éléphants n'avait jamais été réalisé, cependant, en 1995, selon les estimations, il y avait environ 400 éléphants restant dans tout le pays (Barnes et al. 1995). La base de données de l'éléphant d'Afrique citait trois estimations démographiques différentes pour Monte Alen : 405, 80 et 300 individus en 1995, 1998 et 2002 respectivement (Said et al. 1995, Barnes et al. 1998, Blanc et al. 2003). Il est indubitable qu'un relevé MIKE était nécessaire à Monte Alen car 1) le parc contient sans doute la plus



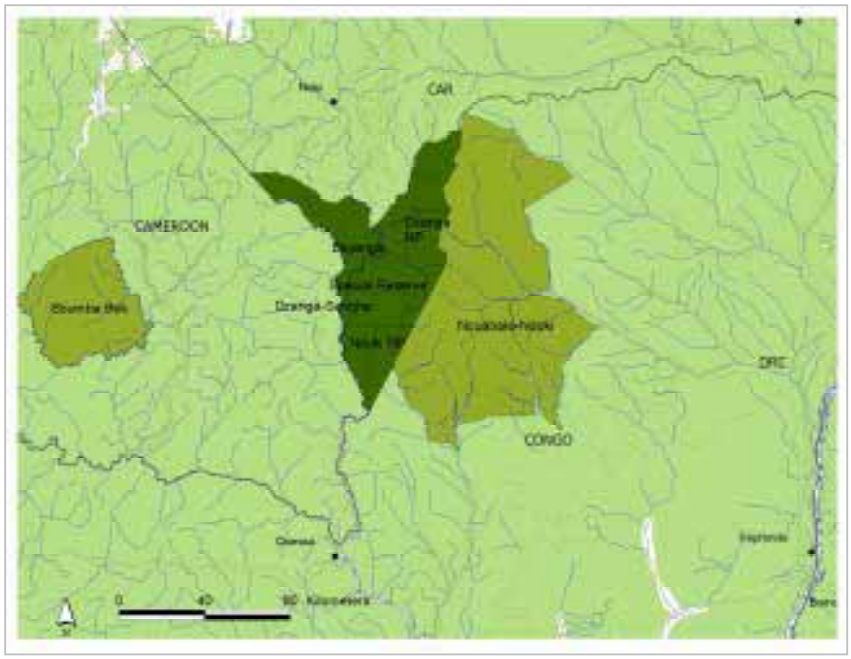
grande partie des éléphants restant dans le pays, et 2) il pourrait constituer le précurseur d'un recensement national, 3) les estimations du nombre véritable d'éléphants dans le parc national se fondaient sur des suppositions spéculatives.

En octobre 2002, le SSO MIKE pour l'Afrique centrale et le coordinateur des inventaires WCS se sont réunis avec le responsable national MIKE en Guinée Équatoriale, ainsi que le responsable du site (SO) de Monte Alen, à Malabo. De brèves réunions se sont tenues avec le secrétaire général du Ministère des Forêts, de la Pêche et de l'Environnement qui a exprimé un appui solide pour le programme MIKE, ainsi qu'avec des représentants d'une ONG de conservation locale, l'Association des Amis de la Nature. Des réunions se sont également tenues à Bata avec le délégué régional et le secrétaire délégué du ministre des Eaux et Forêts, et le directeur de CUREF (programme pour la conservation et l'utilisation rationnelle des écosystèmes forestiers). Tous ont offert leur appui ferme au programme MIKE, tout comme le directeur national d'ECOFAC et son conseiller technique. Toutefois, en tant que responsable sur site, ECOFAC a vivement souligné que l'avenir du programme de l'UE à Monte Alen n'était pas clair, y compris son financement et que le programme possédait une capacité de gestion restreinte à offrir pour le prochain inventaire MIKE, ce qui signifiait que MIKE devrait opérer à Monte Alen de façon autonome par rapport à ECOFAC. Étant donné cette capacité technique et de gestion locale restreintes, une stratégie a été proposée selon laquelle l'inventaire MIKE à Monte Alen serait mis au point et exécuté après que les relevés des autres sites aient été établis et lorsque les coordinateurs auraient davantage de temps à consacrer aux besoins en formation et en gestion spécifiques à Monte Alen. Ceci donnerait aux Equato-Guinéens le temps de sélectionner les collaborateurs et à l'équipe de direction d'ECOFAC de planifier un appui logistique minimum pour les équipes.

Malheureusement, le financement de MIKE destiné à mettre en œuvre un inventaire à Monte Alen ne serait pas disponible avant la CDP de 2004 et à ce jour aucun relevé MIKE n'a été réalisé. Aucune autre mention faisant référence au site de Monte Alen

ne figure dans ce rapport, mais un relevé est prévu pour la phase 2005-2006 de MIKE.

Dzanga-Sangha



La création de la réserve de forêt dense de Dzanga-Sangha en 1988, a été suivie par le classement de deux parcs nationaux en son sein, en 1990. La superficie du complexe forestier est de quelque 4 350km^2 de forêt de plaine, dont 1 150km^2 sont dédiés au parc national. Cette zone est remarquable par ses clairières forestières spectaculaires qui attirent un grand nombre d'éléphants de forêt et d'autres animaux sauvages (Turkalo 1999, Turkalo and Fay 2001). Le complexe est géré par le projet Dzanga-Sangha, un partenariat entre le gouvernement national de la RCA, WWF et GTZ. Un important volume de recherches scientifiques a été réalisé dans cette zone, à commencer par des inventaires importants d'éléphants et de grands singes, dans les années 80 (Caroll 1986, 1988, Fay 1989b, a) et le site est le siège de la plus longue étude, en continu, de l'organisation sociale et du comportement des éléphants de forêt (Turkalo and Fay 2001). Selon cette étude, près de 3000 éléphants viennent dans une seule clairière, le baï de Dzanga, dans le parc national de Dzanga.

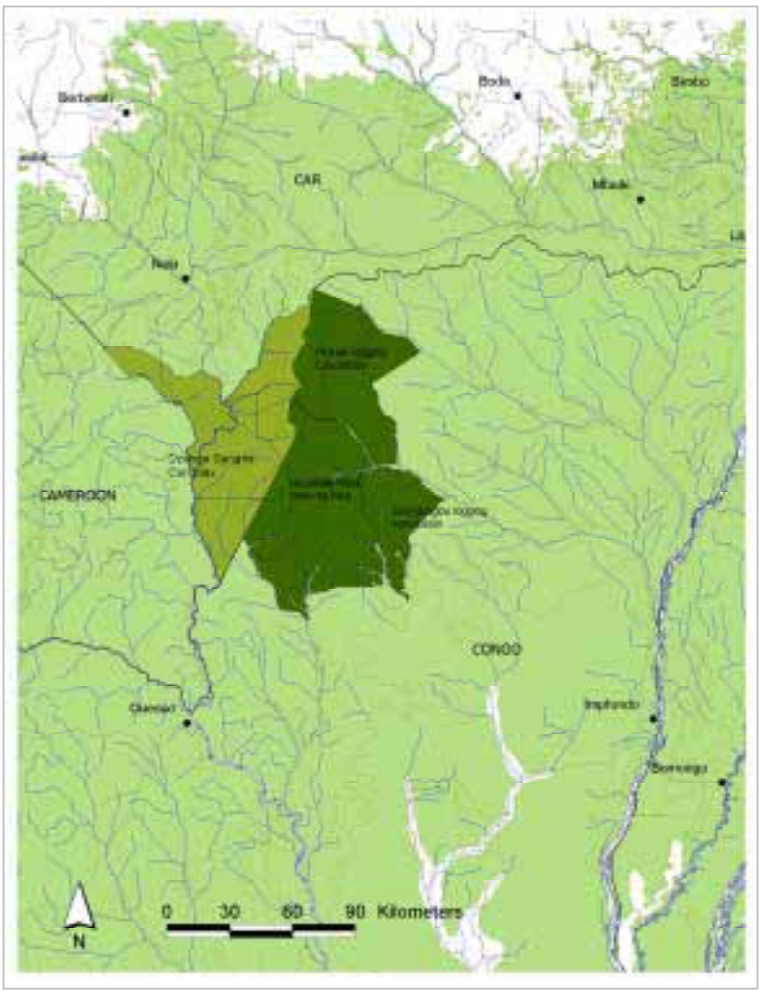
Aucune visite de site n'a été réalisée à Dzanga-Sangha jusqu'en mars-avril 2003, en raison de restrictions budgétaires. Toutefois, les communications précédentes avec le

site s'étaient révélées excellentes et le MOU et la conception du relevé ont fait l'objet de débats approfondis avec le directeur national et de conseiller technique principal du projet. Le projet était tout à fait disposé à appuyer le programme d'inventaire MIKE et a débattu du co-financement des activités et de l'utilisation des méthodes et des concepts de relevé MIKE en tant que base du programme de surveillance du parc. Au cours de la visite de site, un chef d'équipe a été retenu, le co-financement du relevé du projet WWF a été confirmé et un MOU a été signé.

Nouabalé-Ndoki

Le parc national de Nouabalé-Ndoki couvre 4 220km^2 de forêt de plaine humide et il s'agit de l'une des zones de conservation des éléphants les plus importantes d'Afrique centrale (Blake 2002) et ce, principalement en raison de la faible densité humaine du parc et de son inaccessibilité. Toutefois, ces dernières années, les interventions d'exploitation forestière se sont nettement amplifiées dans le nord de la République du Congo. Des progrès importants ont été réalisés pour la gestion de la faune et de la flore dans les concessions forestières autour du parc, au sud, alors qu'au nord, les interventions de gestion de la faune et de la flore ne se sont pas affermies. Le site présente un large gradient d'activité humaine allant d'un impact élevé à une zone centrale calme, ce qui le rends particulièrement intéressant en tant que site MIKE. Il existe un ensemble considérable de données écologiques et socio-économiques sur les éléphants de forêt, datant de 1989, que le projet était prêt à mettre à disposition du programme MIKE. Le parc national de Nouabalé-Ndoki est géré en collaboration par l'État congolais et Wildlife Conservation Society. Un projet de gestion de la zone tampon, PROGEPP, est également géré avec une société forestière importante, la Congolaise Industrielle du Bois.

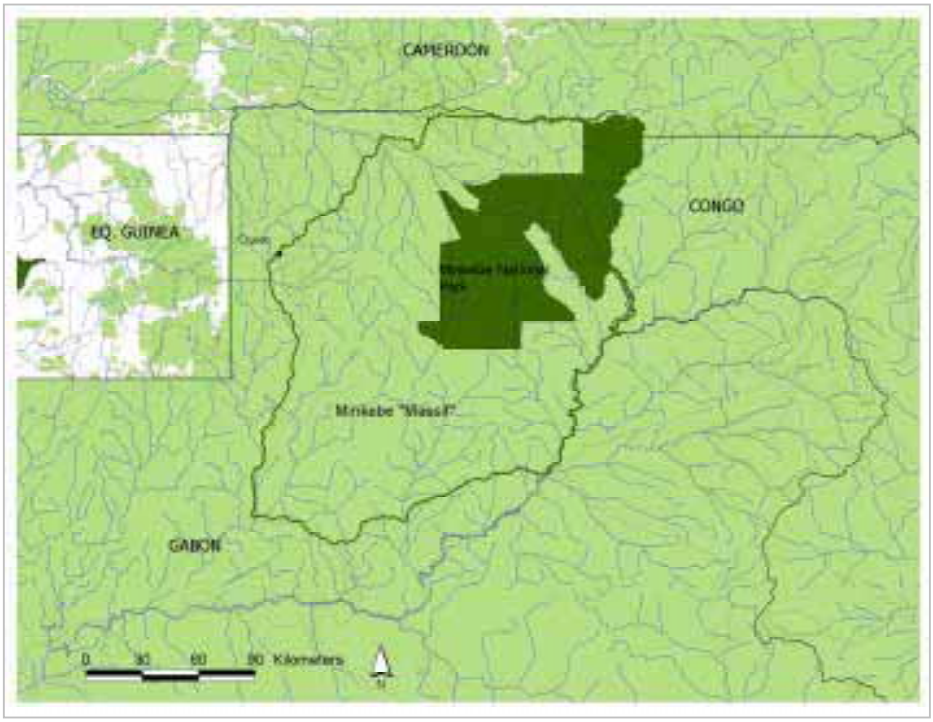
Les responsables du site de Nouabalé-Ndoki ont été très positifs envers MKE, offrant un appui logistique, nommant immédiatement deux techniciens expérimentés aux postes de chefs d'équipe puis identifiant des collaborateurs supplémentaires pour compléter deux équipes de terrain distinctes. Le projet souhaitait vivement élargir la zone de relevé MIKE pour pénétrer aussi loin dans les concessions forestières avoisinantes que le financement MIKE le permettrait.



Minkébé

Le massif forestier de Minkébé, qui couvre 33 000km^2 principalement de forêt tropicale de plaine, au nord-est du Gabon, est délimité au nord par le Cameroun, à l'est par la frontière du Congo et à l'ouest et au sud par les routes nationales. La forêt de Minkébé est une zone de densité d'éléphants exceptionnelle et de grande valeur de conservation ((Barnes *et al.* 1991). On y trouve, en son cœur, les 7 600km^2 du parc national de Minkébé, créé fin 2002. Le parc national et le massif de gestion forestière de Minkébé (massif de Minkébé) sont gérés conjointement par le gouvernement gabonais et WWF.

Les éléphants de forêt, on le sait, subissent une pression considérable en périphérie du massif, notamment au nord. Les grandes populations humaines de l'autre côté de la frontière au Cameroun et au Gabon, à l'est, possèdent un important réseau de campements le long de la frontière qui offre un accès facile aux braconniers d'éléphants (Huijbregts



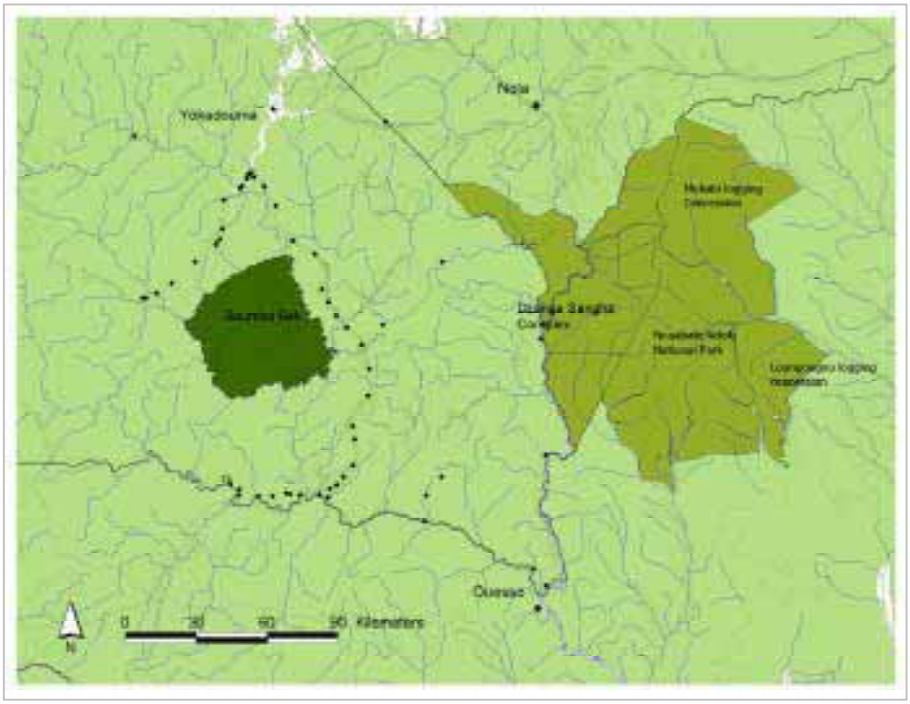
1999). Selon Huijbregts (1999), environ 250 éléphants sont tués chaque année, principalement par les pygmées du Cameroun. L'exploitation artisanale des mines de diamants se déroule dans la forêt de Minkébé, à proximité du parc national. Ceci a une incidence considérable sur la faune qui sert à alimenter en viande les campements bien que cela ne semble pas jouer un rôle majeur dans le braconnage d'éléphants (Lahm 2002). La plus grande partie du massif forestier en dehors du parc national est allouée à des concessions forestières, ce qui accroît davantage encore la pression à l'est et au sud. Le projet a lancé un programme, en collaboration avec plusieurs sociétés forestières, destiné à réduire l'incidence écologique de l'exploitation du bois. Dans les années 1990, la forêt de Minkébé a connu un déclin catastrophique de sa population de gorilles, sans doute en raison du virus Ebola (Huijbregts et al. 2003). Des inventaires de grands singes comme des inventaires d'éléphants étaient vraiment nécessaires pour déterminer si des fragments d'une population de grands singes autrefois considérable et contiguë

subsistaient. Tout comme Nouabalé-Ndoki, Minkébé subit une grande gamme d'influences humaines, y compris dans sa zone centrale qui était, soi-disant, dénuée de présence humaine.

Le projet s'est révélé désireux de collaborer avec le programme d'inventaire MIKE et souhaite se servir de MIKE comme base de son programme d'inventaire et de surveillance. Au cours de la visite du site, la direction du projet a demandé l'assistance technique de MIKE pour mettre au point un relevé de grande envergure dans le massif forestier de Mekambo, au sud-est de Minkébé. Le chef d'équipe identifié, Marc Ella Akou, possède une grande expérience des méthodes de suivi écologique et a dirigé les études pilotes MIKE à Minkébé, en 2000.

Boumba Bek

La forêt de Boumba Bek fait partie d'un réseau d'aires protégées et d'unités de gestion forestière au sud-est du Cameroun qui représentent dans leur ensemble une superficie de 2 000 000 ha. Boumba Bek est actuellement géré par le Ministère camerounais des Eaux et Forêts (MINEF) avec l'appui technique du WWF Cameroun et de la GTZ. A la fin des années 1980, début des années 1990, le sud-est du Cameroun abritait d'impressionnantes concentrations d'éléphants de forêt et d'autres



animaux sauvages (Stromayer and Ekobo 1991, Barnes et al. 1995). La population humaine croissante, la chasse commerciale et l'impact de l'exploitation forestière industrialisée a eu une incidence très négative sur la faune de la région bien que quelques zones comme Boumba Bek étaient censées toujours abriter de fortes densités d'éléphants avant cet inventaire MIKE.

L'exploitation forestière sélective est le type d'utilisation des terres prédominant et la principale activité économique de la région bien que les safaris de chasse à l'éléphant et aux autres grands gibiers contribue nettement à l'économie locale et nationale. Malheureusement, il n'existe pas de données valables sur la structure de la population et l'abondance d'éléphants permettant d'établir des quotas annuels de prélèvement et les capacités de gestion limitées ne permettent pas de les faire appliquer efficacement. Stromayer et Ekobo (1992) et Ekobo (1998) ont étudié les déplacements et l'écologie des éléphants de forêt à Boumba Bek et ils constatèrent des changements saisonniers significatifs quant à la distribution et l'abondance. Cependant, les estimations d'abondance d'éléphants à Boumba Bek varient tellement (entre 250 et 7 000) qu'une approximation fiable de l'effectif réel ne pouvait être obtenue lors du lancement de MIKE. Plus récemment, le projet WWF a lancé, dans la région, une étude de suivi des éléphants par satellite visant à mieux comprendre les changements saisonniers dans leur distribution et leurs territoires. (http://www.fieldtripearth.org).

Préalablement à la visite de site, des réunions se sont tenues au niveau national avec le directeur de la faune et le responsable MIKE national du Cameroun ainsi qu'avec des représentants du WWF. Le directeur de la faune se souciait de savoir comment WCS accepterait le rôle de coordinateur de MIKE au Cameroun alors que WWF était l'ONG la plus active dans les sites MIKE. L'impression générale était que WCS était en train de mettre en place un programme avec son propre personnel interne menant les inventaires d'éléphants sur les sites WWF. Il a été expliqué que le rôle de WCS consistait à fournir une coordination et une supervision technique plutôt qu'une

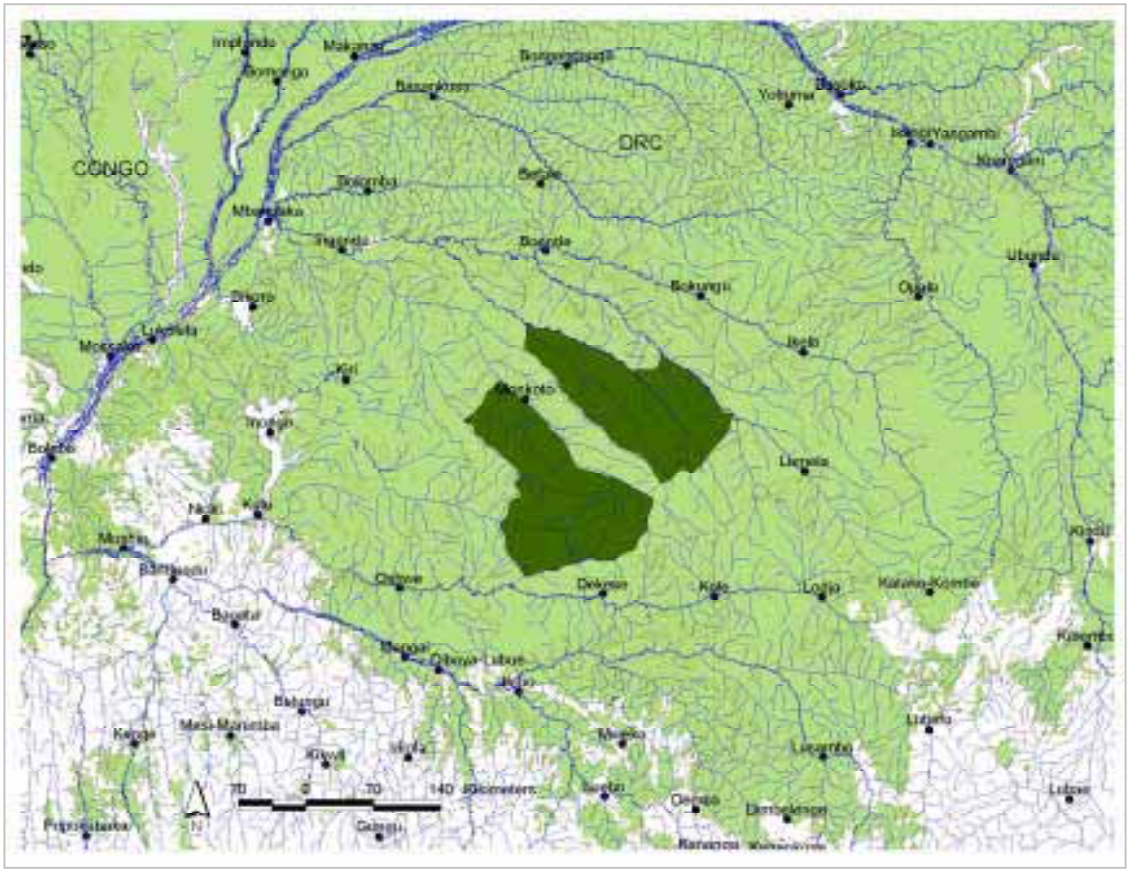
gestion active sur le terrain dans des sites qui avaient déjà une capacité de gestion appropriée. Il a également été précisé que les inventaires MIKE seraient intégrés dans le programme WWF-MINEF du sud-est du Cameroun. Un dialogue constructif s'ensuivit et les résultats de cette réunion furent positifs. Après de plus amples discussions entre WWF, WCS et le MINEF, un protocole d'accord a été établi et signé par les trois parties ainsi que par MIKE. Une visite de site a eu lieu en mars 2003 pour finaliser les détails pratiques de la mise en œuvre et de la gestion.

Salonga

Le parc national de la Salonga, créé en 1970, couvre quelque 36 000 km² et est le plus grand parc forestier d'Afrique. La végétation du parc est dominée par la forêt tropicale de plaine, de vastes marécages et une végétation de transition entre la forêt et la savane/forêt galerie au Sud. La Salonga est le seul parc sur l'aire de répartition des bonobos (*Pan paniscus*). Dans le passé, la Salonga abritait certainement un grand nombre d'éléphants de forêt, mais une vague de braconnage a dramatiquement réduit la population (Alers et al. 1992). Le parc est partagé en deux blocs par un corridor de population humaine d'une densité relativement élevée. Le parc est actuellement géré par l'Institut Congolais de la Conservation de la Nature (ICCN) et est divisé en 6 blocs de gestion, chacun ayant son propre siège administratif. Le parc a été incorporé au programme ECOFAC au début des années 1990 jusqu'à ce que la CE arrête son soutien financier et technique direct en raison des troubles politiques généralisés en RDC aux années après 1994. Plusieurs organismes de recherche internationaux mènent des opérations de recherche ou de conservation dans et aux alentours de la Salonga, dont le Max Planck Institute (MPI), la Société Zoologique de Milwaukee (ZSM) et le Lukuru Wildlife Research Project (LWRP).

Les difficultés logistiques auxquelles sont confrontés les opérations du PN de la Salonga sont impressionnantes. Le siège principal du parc et sa base logistique,

Monkoto, à l'extrême ouest du parc, se trouve à 3-4 jours de voyage en pirogue, à partir de la ville de Mbandaka, sur le fleuve Congo. Le parc est plus grand que la Belgique et, étant donné ses infrastructures restreintes, l'accès à l'intérieur du parc est difficile. Les capacités et les infrastructures limitées constatées pendant la visite de site semblent avoir signifié que MIKE devait être semi-autonome à la Salonga. L'absence d'une solide gestion et d'un programme de recherche à la Salonga, à l'exception des programmes des ONG, ont signifié que le recrutement des chefs d'équipe serait réalisé à Kinshasa.

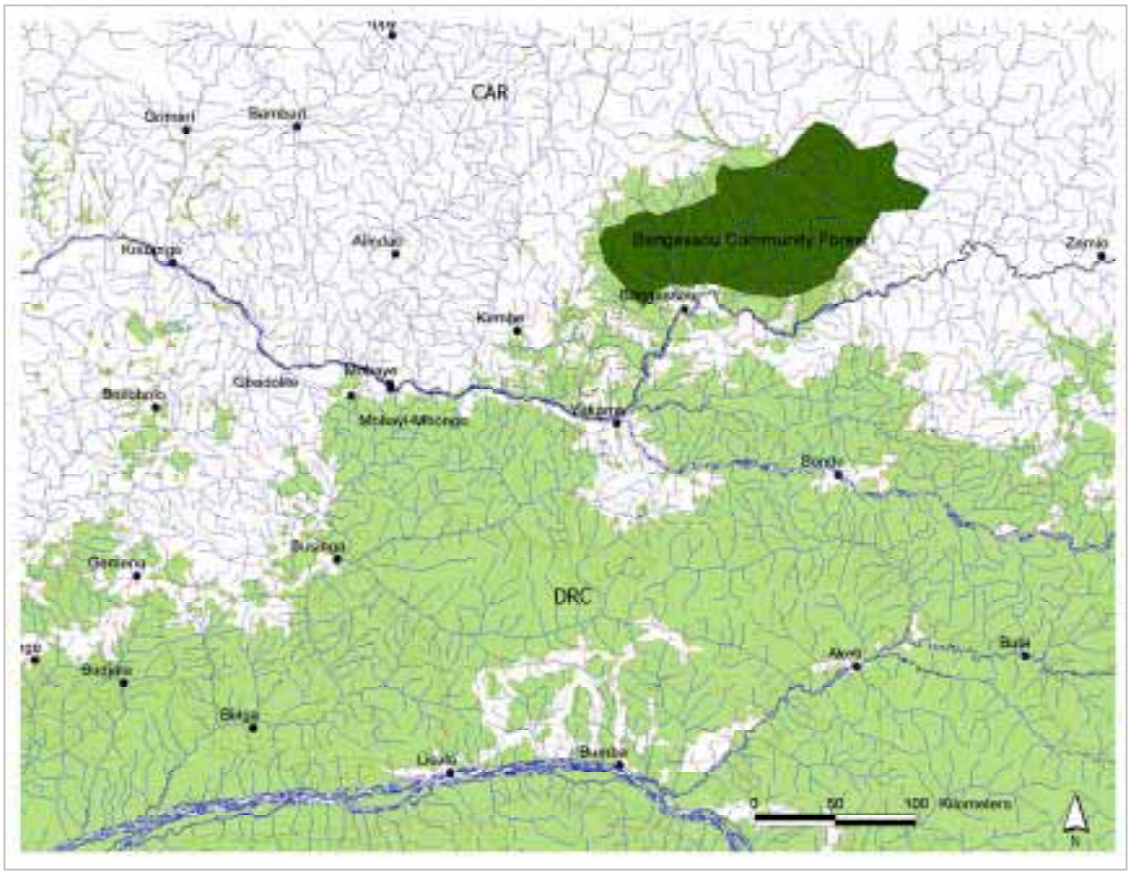


Début 2003, les membres de l'équipe MIKE en RDC se sont rendus à la Salonga pour les premières réunions de site. Ils ont noté que les systèmes administratifs du parc fonctionnaient très mal en raison d'années de sous-financement. Les infrastructures étaient quasi-inexistantes, sans hors-bord, ni véhicules en état de marche, pas de radios ni de groupes électrogènes et très peu de matériel de terrain de base. En

dépit de cette situation, le principe de MIKE a été bien accueilli par les autorités locales, les habitants locaux et l'ICCN. Au niveau politique, le lancement d'un programme tel que MIKE s'est révélé complexe puisqu'il s'était produit des frictions considérables entre l'ICCN et les habitants locaux, à plusieurs reprises, dans le passé. Les habitants ont recours au parc et s'en servent pour la chasse, la pêche et la cueillette d'autres produits forestiers. Les interventions de l'ICCN et d'autres groupes ont donc été accueillies comme étant du côté des forces de l'ordre et donc considérées avec une certaine hostilité. Il existe même des villages importants à l'intérieur des limites du parc et les habitants doivent chasser et pêcher pour leur subsistance. L'équipe a rapidement souligné que le rôle de MIKE ne consiste pas à faire appliquer les lois, ni à faire des interventions de gestion au-delà des travaux d'inventaire de terrain de base mais que le programme MIKE est effectivement un programme préconisé par le gouvernement et qu'il doit donc être réalisé, quoi qu'il arrive. À la suite de négociations considérables, le programme a été accepté localement.

Bangassou

Bangassou était le site le moins connu d'Afrique centrale en termes de contexte de gestion et de conditions locales. Des inventaires d'éléphants y ont été réalisés à la fin



des années 1980 (Fay 1991, Fay and Agnagna 1991a) et ont révélé l'existence d'un grand nombre d'éléphants qui toutefois étaient gravement et de plus en plus menacés par les braconniers d'ivoire venus de RCA et du Soudan. WWF a réalisé des études complémentaires en 1995 qui ont montré que les populations d'éléphants avaient probablement subi de plus amples déperditions. Il n'existe pas d'aire protégée officielle à Bangassou. En revanche, un projet de conservation communautaire était en cours et géré par le gouvernement de la RCA et le centre canadien des études et de la coopération internationales (CECI).

En raison d'une carence de financement destiné à MIKE et de l'éloignement du site, il a été décidé que les activités à Bangassou seraient différées jusqu'à ce que les autres sites soient opérationnels. Alors que le programme MIKE démarrait sur d'autres sites, il s'est avéré que le projet CECI de la forêt de Bangassou réduisait ses activités en raison de la fin de sa phase de financement. À la suite de cela, il a été décidé qu'un relevé ne serait pas réalisable à Bangassou sans l'appui technique considérable d'un chercheur de terrain expérimenté. En octobre 2003, un consultant, Dr Elizabeth Williamson, a été engagé par WCS pour prendre la direction de l'élaboration et de la mise en œuvre de l'inventaire MIKE. En octobre 2003, le Dr Williamson et le SSO de MIKE ont effectué une visite de reconnaissance à Bangui et à Bangassou afin d'évaluer la faisabilité de la mise en oeuvre de relevés d'éléphants. Les collaborateurs de CECI, dont le directeur du projet, se sont montrés très positifs quant à la perspective de réaliser des inventaires MIKE à Bangassou bien qu'il ait été souligné que le budget arrivant à expiration, le projet ne serait pas en mesure d'offrir un appui de taille. En dépit de cela, les modalités d'une collaboration fonctionnelle ont été mises au point en prévoyant une charge de travail restreinte pour CECI, un MOU a été rédigé et les plans de recrutement du personnel ont été élaborés, incluant leur formation et une étude pilote complète à réaliser avant la fin de 2003. Des plans ont été établis pour la réalisation d'un relevé à grande échelle du début jusqu'à la moitié de 2004, juste avant l'arrêt des opérations de CECI à Bangassou.

Tableau 3. Récapitulatif du contexte de gestion des sites MIKE à la suite des visites de site

Monte Alen

Potentiel pour une collaboration avec les responsables de site	Bon. Les directeurs nationaux et expatriés étaient ouverts aux objectifs de MIKE et percevaient le programme comme une initiative positive. Cependant, les possibilités de soutien de gestion étaient très restreintes. Les équipes devraient être autosuffisantes en terme de logistique, de budget et de personnel.
Recrutement des chefs d'équipe	Pas de chefs d'équipe aptes au sein du projet. Le projet a indiqué qu'il travaillerait avec le responsable MIKE national pour sélectionner des candidats potentiels.
Disponibilité en personnel local	Censé être facilement disponible et les nombreux villageois le confirment. Toutefois l'expérience de longues missions sur le terrain est limitée.
Infrastructures	Deux pick-up ECOFAC sont basés à Bata pour le directeur national et le conseillé technique d'ECOFAC qui se déplacent vers le site fréquemment mais de manière irrégulière. Un groupe électrogène fonctionne sur le site durant les heures de travail mais ne fournit pas d'électricité aux bureaux d'ECOFAC. Bureaux en dur sur site, installation électrique disponible mais qui n'a jamais été connectée. Camp en dur de style concession forestière sur site. Cependant il fut précisé qu'il était complet et ne pouvait accueillir le chef d'équipe MIKE. Le projet pouvait superviser la construction d'une maison pour le chef d'équipe MIKE pour une somme de 4 500 000 CFA, soit bien au-delà des limites du budget MIKE. Espace de stockage limité. La nourriture pour les missions en forêt devra en grande partie être achetée à Bata et acheminée jusqu'au site en taxi. Le projet pourra fournir des véhicules selon la demande.
Intensité estimée du braconnage	Mal connue, mais quelques cas signalés. Activité humaine signalée à travers tout le parc. Le pays est censé maintenir encore une stricte réglementation concernant les armes à feu, particulièrement les fusils de gros calibre et les armes automatiques. Ceci peut se traduire en un taux de braconnage plus faible que dans les autres pays d'Afrique centrale où de telles armes sont faciles à obtenir.
Connaissances sur les éléphants	Limitées au niveau du site. Des données systématiques sur la distribution des éléphants et des autres grands mammifères n'ont pas été collectées. Les guides du projet signalent la principale zone de forte concentration d'éléphants au niveau des marécages de la rivière Lana qui partage le parc en deux.
Conflits homme-éléphant	Des dégâts dans les cultures ont été signalés par les villageois au nord et à l'ouest du parc mais le niveau n'a pas été quantifié. Cinq éléphants tués quelque temps avant par l'armée lors d'un abattage administratif.
SIG	Couches de données de base (limites du parc, routes, rivières, villages, montagnes) fournies par le CUREF et étendues à tout le pays. Peu de compétences en SIG au niveau du projet, du site ou de Bata.
Rapports de recherche disponibles	Nombreux rapports achevés mais non disponibles sur site ou à Bata. Peu de rapports sur les grands mammifères ou les aspects socio-économiques.
Contraintes pour réaliser les objectifs de l'inventaire MIKE	Le paysage. Le parc national de Monte Alen présente un relief exceptionnel : montagnes abruptes, parfois proche de la verticale. Ceci gênera le positionnement des transects dans la mesure où 1) il est pratiquement impossible de les achever dans de telles zones et 2) les données sur la densité de crottins seront dépourvues de sens sur ces pentes raides où la vitesse de dégradation est différente de celle d'un terrain plat. Une carte du relief n'est pas disponible et une aide statistique est indispensable si nous voulons prendre correctement en compte ces zones inaccessibles durant la conception du relevé. Les difficultés générales de déplacement et de travail sur un tel terrain ne devraient pas être sous-estimées. Personnel. Peu de gens formés au travail de terrain et un effectif réduit parmi lequel sélectionner et recruter. Une assistance technique également limitée qui implique que les chefs d'équipe MIKE devront être autonomes et très motivés. Par conséquent, leurs capacités doivent être supérieures à celles requises sur les sites bénéficiant d'une supervision technique et d'une aide logistique. Le logement sera difficile mais des tentes ou des chambres d'hôtel seront à disposition lorsque les chefs d'équipe ne seront pas en forêt.

Dzanga-Sangha

Potentiel pour une collaboration avec les responsables de site	Excellent. Les responsables souhaitent utiliser MIKE comme base de leur programme de monitoring des grands mammifères et ont déjà accepté de co-financer l'inventaire MIKE.
Recrutement des chefs d'équipe	Chefs d'équipe identifies et recrutés ainsi que deux candidats, pour assister le chef d'équipe, provenant du projet existant. Le chef d'équipe était enthousiaste durant le récent programme de formation (ci-dessous) bien que son expérience soit limitée.
Disponibilité en personnel local	Facilement disponible.
Infrastructures	Le projet possède plusieurs véhicules mais ils sont souvent réquisitionnés pour les activités du projet. Quoiqu'il en soit, une bonne planification et un peu de flexibilité devrait pouvoir garantir que les véhicules soient disponibles pour l'équipe MIKE. Un groupe électrogène fonctionne sur le site durant les heures de travail et les soirées. Bureau en dur et alimenté en électricité sur le site. Un espace de travail devrait être disponible pour le chef d'équipe MIKE. Tout l'approvisionnement nécessaire pour le travail en forêt peut être facilement acheté dans la ville de Bayanga qui est aussi le QG du projet. Un logement est aussi disponible pour le chef d'équipe à Bayanga.
Intensité estimée du braconnage	Elevée. Il semble qu'en dépit de la présence des éco-gardes du projet, le braconnage d'éléphants est élevé à la fois dans le parc et la réserve. La grande ville de forestiers adjacente à Bayanga, l'exploitation du diamant au nord de la réserve, la forte pression provenant du Cameroun, de l'autre côté de la rivière Sangha contribuent à favoriser le niveau actuel de braconnage.
Connaissances sur les éléphants	Des données d'inventaire et de monitoring ont été collectées sur la distribution des éléphants et des grands mammifères sur des zones précises du parc et de la réserve. Cependant, il n'y a jamais eu d'inventaire approfondi et systématique du parc et de la réserve. Alors qu'il y a manifestement des densités extrêmement élevées d'éléphants dans le PN de Dzanga, la distribution et l'abondance actuelles dans le reste de la région sont limitées et les conditions dans la réserve à l'ouest de la rivière Sangha sont, pour la plupart, inconnues.
Conflits homme-éléphant	Des dégâts dans les cultures ont eu lieu à Bayanga et ont encore lieu occasionnellement. Le projet a testé, avec un certain succès, les clôtures électriques et les alarmes métalliques.
SIG	Peu de données et de compétences SIG au niveau du site. Cependant, un SIG plus complet est situé à Bomassa, le QG du projet Nouabalé-Ndoki et il est prévu que les données soient partagées entre les deux projets.
Rapports de recherche disponibles	Plusieurs thèses de doctorat et de nombreux articles et rapports de recherche sont disponibles sur le site du projet et dans des revues scientifiques.
Contraintes pour réaliser les objectifs de l'inventaire MIKE	Capacités. En RCA, l'effectif de personnes formées aux méthodes de recherche en écologie est limité ainsi que l'effectif disponible pour sélectionner et recruter le personnel. Toutefois, nous espérons bénéficier d'un soutien technique important de la part des équipes des projets de la zone tri-nationale de Dzanga-Sangha, Nouabalé-Ndoki et Boumba Bek afin d'assurer une collecte de données de grande qualité.

Nouabalé-Ndoki

Potentiel pour une collaboration avec les responsables de site	Excellent. Les responsables incorporeront MIKE dans leur programme déjà existant de monitoring des grands mammifères.
Recrutement des chefs d'équipe	Deux chefs d'équipe fournis et travaillant déjà pour le projet. Les performances des chefs d'équipe durant la formation MIKE étaient bonnes en général. Cependant, bien qu'ils connaissent les méthodes de sondage par transects linéaires, aucun n'en avait une expérience approfondie puisque le programme de monitoring à Ndoki est basé sur des sondages par recces. Comme l'ensemble des recrues, ils avaient tous les deux besoin de pratique pour mettre au point leurs compétences et adopter la méthodologie MIKE.
Disponibilité en personnel local	Facilement disponible.
Infrastructures	Excellentes. Le projet dispose de plusieurs véhicules pour l'équipe MIKE. Un groupe électrogène fonctionne durant les heures de travail et en soirée jusqu'à 22h. Bureau en dur alimenté en électricité sur le site. Bureau climatisé disponible pour les chefs d'équipe MIKE. Le ravitaillement pour les équipes MIKE est facilement disponible et le logement ne présente aucun problème.
Intensité estimée du braconnage	Très variable. De faible à inexistante à l'intérieur du parc et de plus en plus intense à mesure qu'on s'éloigne des limites du parc. D'importants efforts de lutte anti-braconnage dans le sud ont garanti des niveaux de braconnage faibles à 30 km ou plus du parc. A l'est et au nord, le braconnage augmente en intensité depuis l'arrivée des compagnies forestières (Inkamba-Nkulu, comm. pers., Boudjan, comm. pers.)
Connaissances sur les éléphants	Bonnes. Des études sur l'écologie sont en cours grâce à des financement du USFWS, portant sur la distribution, l'écologie, l'organisation sociale et les territoires des éléphants et sur des problématiques de gestion. Toutefois, aucun inventaire systématique n'a encore été mené à travers le parc et ses zones périphériques.
Conflits homme-éléphant	Les dégâts dans les cultures sont considérables au village de Bomassa, le QG du PNNN. Les éléphants se rapprochent d'autres villages autour du parc suite au succès des missions d'anti-braconnage.
SIG	Complet, comprenant l'utilisation des terres, les routes, rivières, populations humaines et une carte de la végétation réalisée par l'université du Maryland. Des images Landsat sont disponibles sur site.
Rapports de recherche disponibles	Bibliothèque complète concernant les recherches menées sur le site depuis 1989.
Contraintes pour réaliser les objectifs de l'inventaire MIKE	Capacités. Un petit effectif de personnes expérimentées implique que des assistants de chefs d'équipe seront difficiles à trouver dans le temps imparti. Toutefois, les projets ont des programmes de formation en cours et des candidats potentiels qui pourront répondre à nos attentes.

Minkébé

Potentiel pour une collaboration avec les responsables de site	Excellent. Les responsables incorporeront MIKE dans leur programme déjà existant de monitoring des grands mammifères. Le projet souhaite également exporter les méthodes MIKE vers d'autres zones de forêt intéressantes pour la conservation dans le nord-est du Gabon.
Recrutement des chefs d'équipe	Un chef d'équipe expérimenté recruté et un second envisagé.
Disponibilité en personnel local	Facilement disponible.
Infrastructures	Bonnes. Le projet possède plusieurs véhicules disponibles pour une utilisation occasionnelle par l'équipe MIKE. Les bases du projet à Oyem et Makokou ont des bureaux fonctionnels, l'électricité et un espace de travail pour les équipes MIKE. Le ravitaillement pour les équipes MIKE peut être facilement obtenu et le logement ne présente pas de problème. Les pirogues du projet sont à disposition mais le coût de fonctionnement est élevé.
Intensité estimée du braconnage	Très variable. De faible à inexistante dans le noyau central et de plus en plus intense à mesure que l'on s'approche de la frontière camerounaise qui subit de fortes pressions. Il semblerait que la pression provenant des routes autour du parc, à l'est et au sud, soit faible malgré la forte concentration humaine et l'accès facile aux routes commerciales.
Connaissances sur les éléphants	Moyennes. D'importantes études de reconnaissance entreprises à la fin des années 1990 ont mis en évidence le rapport constant entre l'abondance d'éléphants et la distance aux implantations humaines et aux routes. Cependant aucune étude systématique couvrant la totalité du parc et sa périphérie n'a été menée jusqu'à présent.
Conflits homme-éléphant	Intensité actuellement inconnue pour les équipes MIKE bien que les dommages dans les cultures soient connus.
SIG	Complet et mis librement à disposition de l'équipe d'inventaire MIKE. Le responsable de site MIKE est un spécialiste de l'utilisation du SIG. WWF et WCS Libreville peuvent également fournir des données et un appui technique.
Rapports de recherche disponibles	Les documents techniques du projet sont disponibles à Libreville.
Contraintes pour réaliser les objectifs de l'inventaire MIKE	Capacités. Un chef d'équipe efficace disponible et plusieurs employés du projet ont une expérience des inventaires. Un cours de formation aura lieu en juin pour l'équipe d'inventaires WWF et nous espérons que des candidats seront disponibles pour MIKE à la suite de cela. Superficie et logistique. Le massif forestier de Minkébé représente une immense surface de 32 000 km² et le parc est la région la plus isolée, la plus difficile et, par conséquent, la plus coûteuse à rallier au sein du massif. Le bloc forestier de Minkébé proposé pour les inventaires est, avec le PN de la Salonga en RDC, beaucoup plus vaste que les autres sites MIKE.

Boumba Bek

Potentiel pour une collaboration avec les responsables de site	Bon. Il y a eu quelques suspicions quant à l'implication de WCS dans le programme MIKE au sud-est du Cameroun. Toutefois, il semble qu'il y ait maintenant une bonne compréhension des rôles et des responsabilités réparties entre WWF, WCS, le MINEF et MIKE.
Recrutement des chefs d'équipe	Un chef d'équipe compétent avec une expérience approfondie dans la région a déjà été proposé et recruté et il y a de bonnes chances de trouver des assistants. Le projet WWF a une grosse équipe de professionnels de terrain ayant l'expérience de la méthodologie utilisée pour les transects.
Disponibilité en personnel local	Facilement disponible.
Infrastructures	Bonnes. Le projet possède au moins deux véhicules qui seront disponibles pour les équipes MIKE avec un minimum de planification. Une base du projet à Yokadouma a des bureaux fonctionnels et l'électricité pour les équipes MIKE. Le ravitaillement pour les équipes MIKE est disponible facilement et le logement est correct.
Intensité estimée du braconnage	Très variable. Sensée être faible dans le noyau central des aires protégées mais intense autour des grandes villes et villages des exploitants forestiers. Les niveaux de braconnage sont mal connus dans le voisinage immédiat du site MIKE.
Connaissances sur les éléphants	Des études de reconnaissance approfondies menées à la fin des années 1990 ont établi le rapport régulier entre l'abondance d'éléphants et la distance aux implantations humaines et aux routes. Toutefois, il existe peu de données fiables plus récentes sur la distribution des éléphants, des grands singes et des humains.
Conflits homme-éléphant	Intensité actuellement inconnue pour les équipes MIKE bien que des dégâts dans les cultures aient été rapportés.
SIG	Complet et mis librement à disposition des équipes d'inventaire MIKE. WWF a des compétences techniques très importantes que ce soit sur le site ou à Yaoundé.
Rapports de recherche disponibles	Les documents techniques du projet sont disponibles pour la planification de l'inventaire MIKE et pour l'analyse de données.
Contraintes pour réaliser les objectifs de l'inventaire MIKE	Les séquelles des inquiétudes institutionnelles signalées durant le programme pilote de MIKE continuent à entretenir quelques suspicions. Cependant, des progrès importants ont été faits et un esprit de collaboration se met en place.

Salonga

Potentiel pour une collaboration avec les responsables de site	MIKE fait intégralement partie du plan de l'ICCN pour le parc national de la Salonga.
Recrutement des chefs d'équipe	Les chefs d'équipe restent toujours à identifiés.
Disponibilité en personnel local	Facilement disponible en tant que guides ou porteurs.
Infrastructures	Pauvres. Les équipes MIKE devront être indépendantes du point de vue de la logistique et autosuffisantes pendant toute l'étude. Une base logistique sera nécessaire à Monkoto avec une connexion par radio ondes courtes avec Kinshasa.
Intensité estimée du braconnage	L'intensité de braconnage actuelle est mal connue. Par le passé, le braconnage était important dans beaucoup de zones de la Salonga (Alers et al. 1992) et de vastes zones peuvent être dépourvues d'éléphants. Le déclin des infrastructures et des routes vers le fleuve Congo ainsi que la stagnation de l'économie locale ont pu réduire les niveaux de braconnage ces dernières années.
Connaissances sur les éléphants	Faibles. Aucune étude approfondie sur l'écologie de la Salonga n'a été menée à ce jour.
Conflits homme-éléphant	Inconnus.
SIG	Carte de la végétation basique disponible ainsi que des couvertures vectorielles des routes et des villages. Toutefois, ceci est incomplet et il n'y a presque pas de validation sur le terrain.
Rapports de recherche disponibles	Inconnus sur le site.
Contraintes pour réaliser les objectifs de l'inventaire MIKE	L'absence de personnel qualifié, l'immensité de la région et les ressources financières limitées. Le simple fait de se rendre à Monkoto, une des zones les moins isolées de la Salonga, prend presque une semaine depuis Kinshasa et coûte environ 3 000$. Tout l'approvisionnement, à l'exception des denrées alimentaires les plus basiques, vient de Mbandaka et une fois arrivées à Monkoto, les équipes doivent se disperser en forêt à travers une région de la taille de la Belgique et ce, uniquement par la rivière ou à pied. Les conditions de la Salonga découragent même les travailleurs de terrain saisonniers qui connaissent pourtant bien la région. Les distances géographiques et le manque de supervision technique sur le terrain signifient que les chefs d'équipe bénéficieront de peu d'aide technique et d'appui de gestion. Actuellement, pour couvrir entièrement la zone de la Salonga, les coordinateurs MIKE ont conçu un plan d'échantillonnage qui coûtera environ 93 000$ pour la totalité du parc. Le budget MIKE ne pourra allouer qu'un maximum d'environ 60 000$, ce qui permettra seulement de couvrir correctement le secteur sud.

2.2 Conception de l'étude

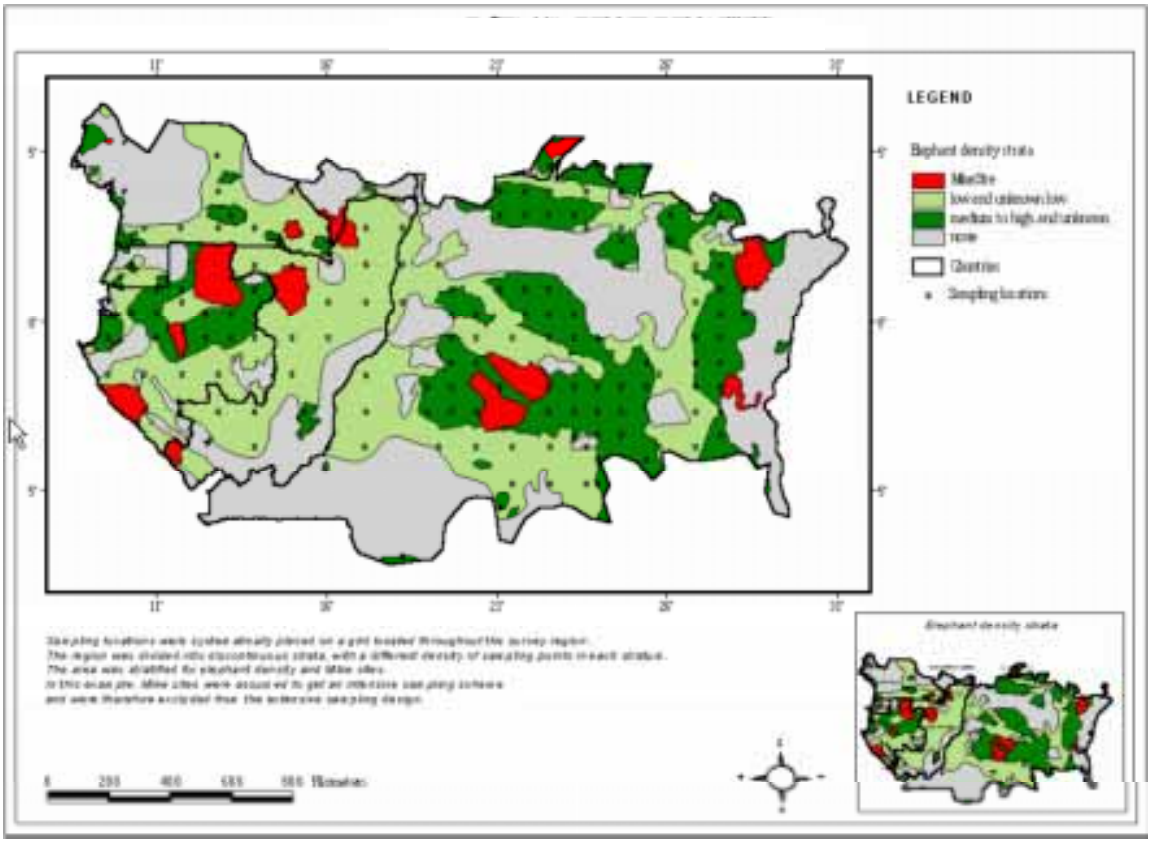
La question de la conception des relevés MIKE en Afrique, et peut-être surtout en Afrique centrale, a été la plus controversée de toutes dans le programme MIKE. A l'origine, une approche basée sur site a été proposée, incluant 13 sites en Afrique centrale dont 9 se situaient en forêt dense (Thomas et al. 2001). Tous étaient des aires protégées ou des zones de conservation avec peu ou pas de moyens pour échantillonner à l'extérieur. Bien que cette approche pour suivre les éléphants puisse être appropriée aux régions ou pays dans lesquels les éléphants sont confinés aux aires protégées (par ex. Afrique du Sud), en Afrique centrale, une part non négligeable de la population existe en dehors des aires protégées (Blanc et al. 2003). Un programme de suivi établi uniquement dans ces sites aurait peu de chances d'être représentatif de la plus grande population d'éléphants d'Afrique centrale (Thomas et al. 2001). En effet, baser le programme uniquement dans et autour des aires protégées biaiserait potentiellement les résultats en faveur des « meilleurs scénarios » de conservation et par conséquent, freinerait les efforts pour évaluer les tendances démographiques, les niveaux d'abattage illégal et l'impact du commerce de l'ivoire (Blake and Hedges 2004). Afin de faire des déductions valables sur les tendances des populations sur toute l'aire de répartition de l'espèce, il convient d'échantillonner systématiquement ou délibérément toute la gamme de facteurs influençant l'abondance des éléphants et le rythme d'abattage illégal. Les recommandations émanant du projet pilote MIKE concernaient des inventaires stratifiés, à plusieurs échelles et conçus sans biais à travers toute la forêt du bassin du Congo utilisant les comptages de crottins sur transects linéaires (Thomas et al. 2001) (Figure 3).

Il est largement admis que les comptages de crottins sur transects linéaires (Buckland et al. 1993) sont la meilleure méthode pour recenser les éléphants de forêt en forêt (Barnes 2001, Barnes and Dunn 2002), bien que quelques détails d'échantillonnage soient discutables (Walsh and White 1999, Walsh et al. 2000, Beyers et al. 2001, Walsh et al. 2001). Les transects seront placés de manière systématique. Pour améliorer la précision et l'efficacité, l'effort sera attribué selon l'abondance d'éléphants connue ou

présumée. Dans ce cadre, il a été proposé que la série de sites MIKE désignés devrait, puisqu'elle a une importance particulière en matière de gestion, constituer une strate d'étude séparée et être recensée plus intensément en utilisant une conception et des méthodes cohérentes. Il a été proposé que les sites MIKE servent également de bases d'opération pour les équipes de terrain. Les principes de conception proposés prennent aussi en compte toute une gamme de contraintes (par ex. guerres ou autres problèmes d'accès, limitations de personnel ou de fonds), en divisant la région en sous-ensembles ou « zones d'étude » qui pourraient être étudiées selon les conditions locales ou autres.

Malheureusement, des contraintes logistiques, techniques, financières et politiques n'ont pas permis la conception de l'étude telle qu'elle avait été recommandée sur l'ensemble du bassin du Congo et l'essentiel du travail est resté focalisé sur les sites MIKE. Ceci étant dit, plusieurs critères importants ont guidé la conception des relevés MIKE au niveau des sites, ce qui est discuté plus bas.

Figure 3. Conception de relevés recommandée pour les inventaires d'éléphants MIKE en Afrique centrale (d'après Thomas et al. 2001)



Conception « design unbiased » (sans biais) contre conception « model-based » (basé sur un modèle)

Avec les populations d'animaux pour lesquelles un comptage total est impossible, les inférences concernant la population doivent être faites à partir d'un échantillon de la population. Il existe deux approches principales pour l'échantillonnage – « design based » ou « model-based » – et la sélection de l'approche appropriée dans le contexte d'un échantillonnage de population d'éléphants de forêt en forêt a été discuté du point de vue du programme MIKE (Thomas et al. 2001) et du point de vue d'autres sites (Walsh et al. 2000, Walsh et al. 2001). En bref, avec une approche « design-based », l'échantillonnage garantit que chaque individu d'une population a une chance égale d'être échantillonné. Le placement aléatoire ou systématique des unités d'échantillonnage signifie qu'il n'y a pas de biais dans la conception (par ex. un

échantillonnage plus intense près des points d'accès faciles ou en dehors des régions montagneuses) et si la conception est correctement mise en œuvre, l'estimation de la taille de la population qui en résulte est non biaisée. Les unités d'échantillonnage (dans le cas présent les transects linéaires) sont disposées de manière aléatoire ou systématique (avec un point de départ au hasard) à travers toute la zone d'étude et les crottins d'éléphants sont comptés en suivant les méthodes standards (Buckland et al. 1993, White and Edwards 2000b). Le logiciel de conception de sondage et d'analyse Distance 4.1, qui a l'avantage d'être accessible à des non spécialistes ayant suivi une formation adéquate, peut être utilisé à la fois pour concevoir des sondages sans biais et pour analyser les données du sondage une fois collectées. L'inconvénient d'une conception sans biais est que pour fournir une estimation d'abondance valable, le sondage doit être réalisé tel qu'il a été conçu dans sa totalité ou bien les estimations seront biaisées. Ceci présente de réels problèmes de faisabilité dans des régions telles que l'Afrique centrale où l'insécurité, les pathologies, les difficultés logistiques et l'irrégularité des financements peuvent rendre une étude impossible à achever.

Avec une conception de sondage de type « model-based », les transects linéaires sont toujours utilisés comme unité d'échantillonnage mais il n'est pas nécessaire de couvrir la zone d'étude de manière systématique ou aléatoire. En revanche, il est important de couvrir toute la gamme de facteurs susceptibles d'influencer la distribution, dans le cas présent, des éléphants. Par exemple, si l'impact humain varie entre 1 et 20 individus par kilomètre carré dans la zone d'étude, les unités d'échantillonnage doivent être placées dans les zones correspondant à toute la gamme de densités humaines si l'on veut obtenir une estimation valable de la population d'éléphants. Un modèle statistique est appliqué aux données obtenues, ce qui prédit la densité de crottins d'éléphants d'après les données des transects linéaires. Les conceptions de type « model-based » présentent des avantages considérables. Les unités d'échantillonnage peuvent être distribuées afin d'augmenter l'efficacité puisque les localisations peuvent être choisies à des endroits logistiquement pratiques dès lors que la gamme complète de covariables censées influencer la distribution des éléphants est couverte. Toutefois, cette méthode présente des risques. Si toutes les covariables appropriées ne sont pas incluses dans le modèle,

les résultats seront biaisés par une quantité inconnue. Les sondages de type « model-based » ont également l'avantage de fournir des informations sur les facteurs responsables d'une distribution ou d'une abondance donnée. Par exemple, le modèle peut clairement suggérer que la distance aux villes des compagnies forestières est un bon prédicteur d'abondance d'éléphants et il peut aussi fournir une estimation de l'ampleur de cette relation. Enfin, les conceptions de type « model-based » ont la capacité d'augmenter la précision d'une estimation d'abondance plus qu'une conception « design-based » parce qu'elles expliquent plus de variance dans les données échantillonnées. L'inconvénient le plus important est que les inférences concernant la population sont issues du seul modèle, et si le modèle est erroné (et il le sera à un certain degré puisque les modèles sont toujours une abstraction de la réalité), les inférences seront faussées. Malheureusement, il n'y a pas de possibilité, en utilisant les mêmes données, de tester le modèle en ré-analysant les données comme si elles étaient non biaisées. Finalement, l'analyse des conceptions de type « model-based » nécessite une expertise statistique extrêmement perfectionnée, ce qui est coûteux, et dans le contexte de MIKE en Afrique centrale, difficile à obtenir.

Une approche « design-unbiased » pour échantillonner les éléphants dans les sites MIKE d'Afrique centrale a été mise en œuvre avec comme objectif d'estimer l'abondance d'éléphants au sein d'une zone géographique strictement définie sur chaque site. Il est possible d'effectuer des analyses de données à la fois de type « design-based » et « model-based ». De plus, en raison de son fondement politique controversé, le programme MIKE se doit de fournir la production la plus robuste et la moins équivoque possible, ce que l'approche d'échantillonnage « design-based » permet. Le gros désavantage de cette conception d'échantillonnage était qu'elle limitait les estimations d'abondance aux frontières géographiques des zones d'étude et qu'elle ne permettrait pas facilement l'extrapolation des résultats au reste de l'Afrique centrale.

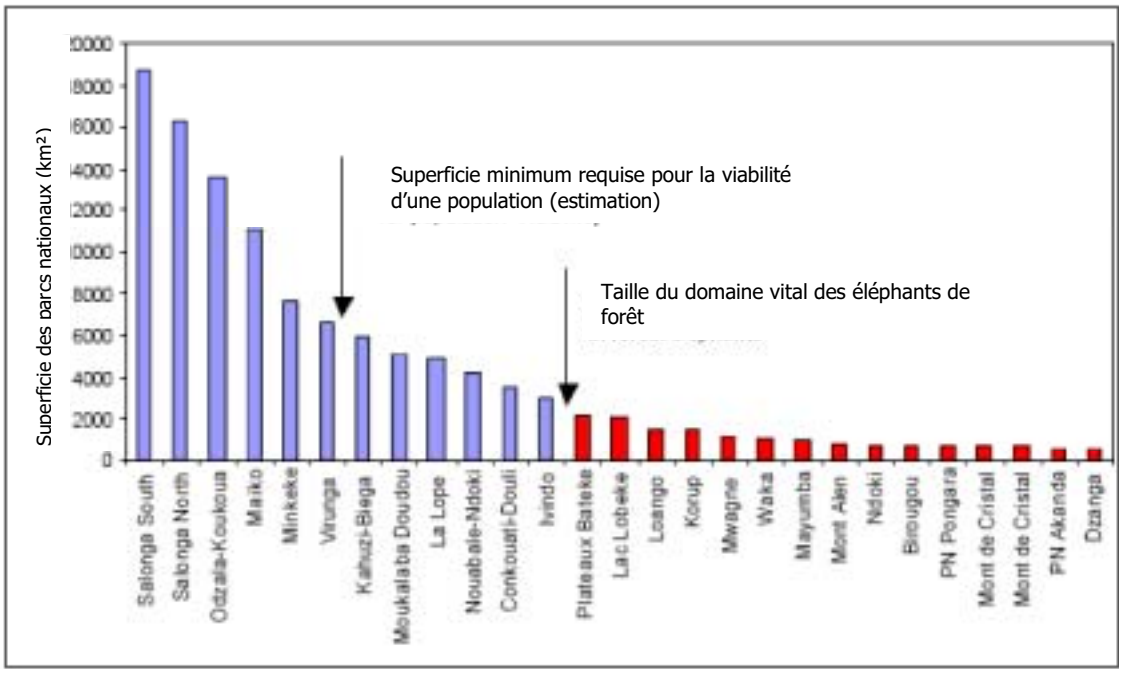
Intensité d'échantillonnage contre couverture géographique

Les aires protégées fournissent un échantillon biaisé de la forêt du bassin du Congo car leurs éléphants sont censés bénéficier d'une meilleure protection et subir moins de

menaces que les éléphants des zones non protégées ou vivant à proximité de larges populations humaines. Il a donc été décidé de : 1) reconnaître que les inventaires au niveau des sites ne seraient probablement pas en mesure de faire un état statistiquement valable du statut de la population d'éléphants de forêt à travers toute leur aire de répartition en Afrique centrale, 2) considérer les sites MIKE comme des « zones d'étude » (Thomas et al. 2001) et d'essayer d'achever les inventaire « design-unbiased » à l'intérieur des sites, 3) tenter au maximum d'étendre la zone d'étude en dehors des aires protégées et d'y inclure une gamme aussi large que possible de covariables, en particulier les influences humaines, afin d'appréhender dans les analyses au moins quelques uns des impacts de ces facteurs sur l'abondance d'éléphants.

Les éléphants de forêt sont des animaux de grande taille qui ont des densités de populations faibles, qui parcourent de vastes zones (au moins 2300 km²) et qui peuvent faire preuve de variations saisonnières considérables dans les patterns de territoires individuels et dans la distribution de la population (Blake 2002). En se basant sur les chiffres d'une étude sur la viabilité des populations de Armbruster et Lande (1993), il est probable que pour maintenir des populations viables, les éléphants de forêt aient besoin d'environ 6000 km², une superficie considérablement plus grande que celle de la plupart des parcs nationaux d'Afrique centrale (Figure 4).

Figure 4. Superficie des parcs nationaux d'Afrique centrale, éventuelle superficie minimum requise pour des populations viables d'éléphants* et taille du domaine vital des éléphants de forêt.



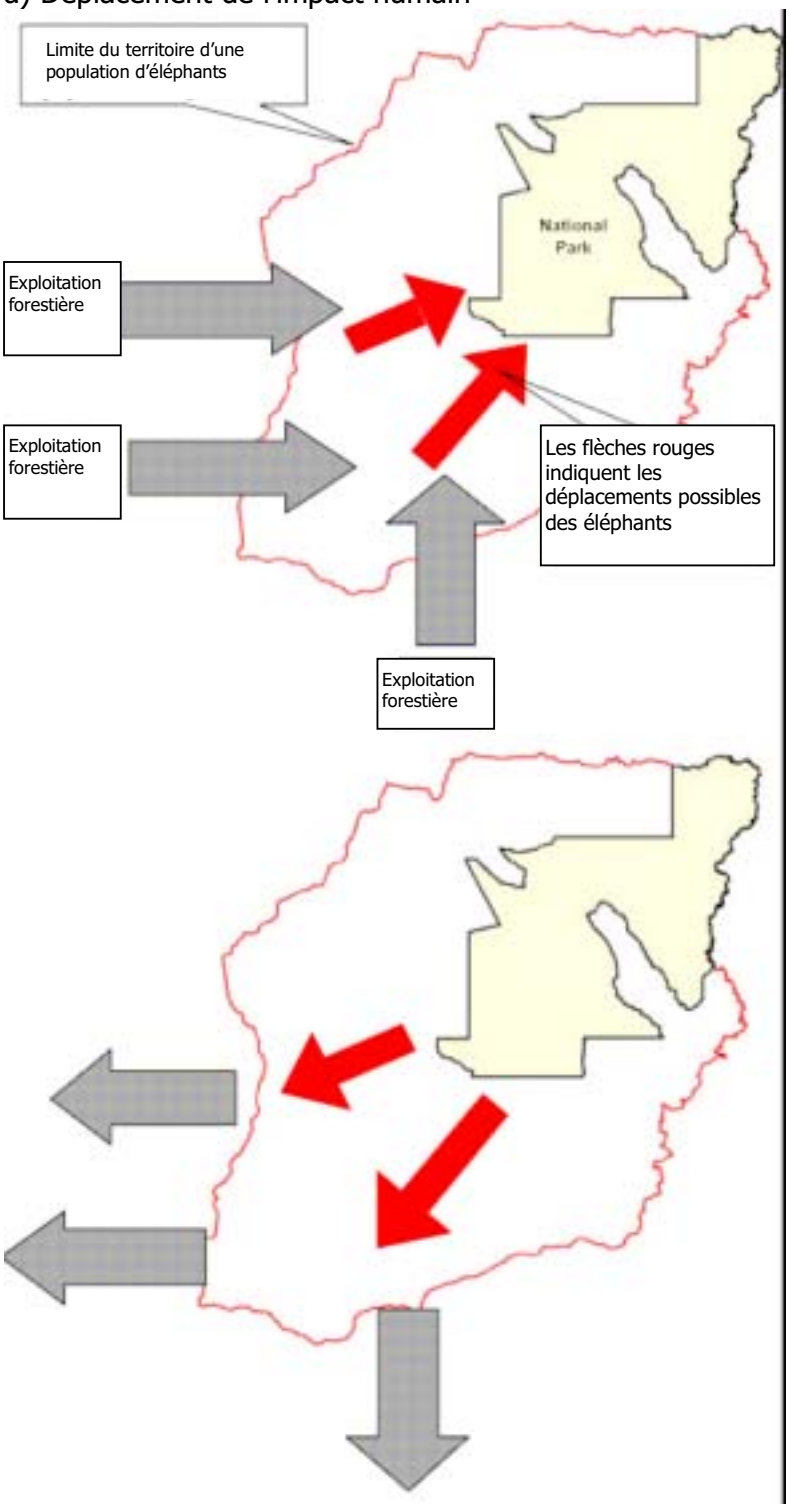
* Armbruster et Lande (1993) ont suggéré qu'une surface de 1000 miles² (2593 km²) était nécessaire pour maintenir une population d'éléphants à une densité moyenne de 3,1 individus/mile² (dans un environnement semi-aride avec une probabilité de survie de 99% sur 1000 ans. En utilisant les mêmes paramètres et en considérant une densité de population plus réaliste de 0,5 éléphant de forêt/km², la surface minimum requise serait d'environ 6000 km².

Les populations d'éléphants d'Afrique centrale ne sont pas confinées dans les parcs nationaux contrairement à d'autres régions d'Afrique et il est plus réaliste, pour des raisons biologiques et de gestion, de considérer les blocs forestiers comme des « paysages à éléphants » - des zones dans lesquelles une population d'éléphants distincte ou à peu près distincte est confinée et qui peuvent s'étendre sur un ou plusieurs parcs nationaux et sur leur périphérie. Les impacts humains sont en grande partie responsables de la distribution et de l'abondance des éléphants de forêt, ce qui agit sur de grandes échelles spatiales (Michelmore et al. 1994), et qui définit habituellement les limites des populations d'éléphants. Echantillonner les éléphants au sein d'un paysage sur une surface plus petite que le paysage lui-même n'a donc que peu de valeur (Figure 5). Cependant, la plupart des paysages à éléphants en Afrique centrale ont des limites supposées plutôt que prouvées et ces paysages supposés sont immenses. Il existe un compromis entre la précision d'une estimation d'abondance et la surface

échantillonnée. Cela coûte nécessairement plus de se déplacer à travers une vaste surface et par conséquent, pour un budget donné, l'intensité d'échantillonnage doit décroître à mesure que la surface à échantillonner augmente. Un juste milieu doit être trouvé entre la précision et le contexte de gestion le plus grand incluant le rassemblement d'informations sur la distribution des éléphants, les activités humaines et les signes d'abattage illégal. Les données disponibles sur l'abondance d'éléphants et les limites de leur distribution étant limitées pour la majorité des sites MIKE, le compromis entre l'échelle et l'intensité a reposé sur une décision subjective. Alors que les zones d'étude et les plans d'échantillonnage étaient mis au point, il était important de reconnaître que l'actuelle série d'inventaires MIKE constituait, pour la plupart des sites, la première étude systématique et ressemblait plutôt à une reconnaissance dans la nature. Une plus grande importance a été accordée à l'obtention d'une vue d'ensemble du statut de la population d'éléphants et du contexte de gestion au sein des paysages qu'à l'obtention d'informations très précises à partir d'une petite partie du paysage. Les données de ces inventaires permettront de mieux affiner la planification des conceptions futures. La décision fut prise d'échantillonner la plus grande surface possible sur chaque site à travers une large gamme d'utilisation des terres, de statut de protection, de populations humaines et de niveaux d'activités tout en maintenant une précision cible (représentée dans ce cas par le coefficient de variation [CV]) de 25% pour l'estimation de l'abondance.

Figure 5. Problèmes posés par les petites surfaces de couverture lors de l'étude de populations d'éléphants

a) Déplacement de l'impact humain

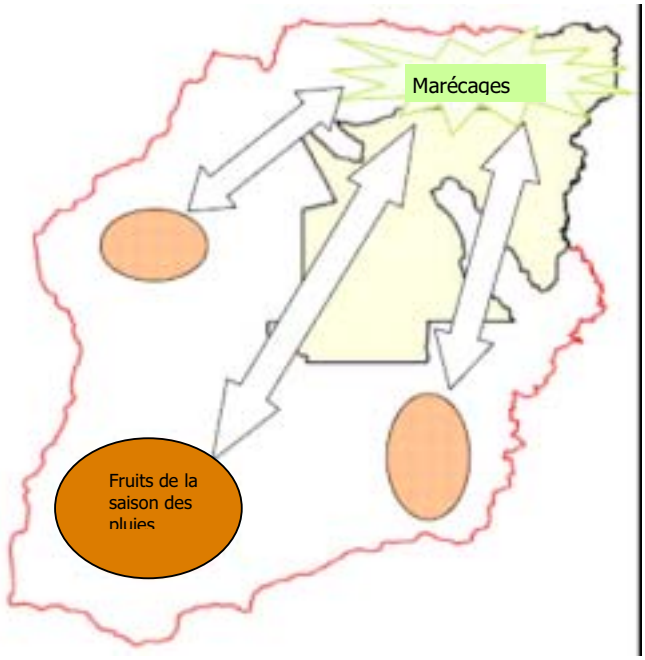


Dans cet exemple tiré de la forêt de Minkébé au nord-est du Gabon, une population continue d'éléphants occupe la région délimitée en rouge. A mesure que l'exploitation forestière avance par le sud-ouest, on peut s'attendre à ce que les éléphants se déplacent vers le nord en direction et à l'intérieur du parc national pour échapper aux perturbations et à l'éventuelle intensification du braconnage. Si des inventaires de population successifs sont limités au parc national, ils montreront une population d'éléphants croissante alors que la population totale du paysage est en train de décliner !

En revanche, si l'échantillonnage commence lorsque l'exploitation forestière recule et que l'abattage illégal diminue, les éléphants peuvent étendre leur territoire vers l'extérieur de l'aire protégée. Dans ce cas, les données d'un inventaire dans le parc national peuvent montrer une densité d'éléphants décroissante quand bien même la population globale serait en augmentation.

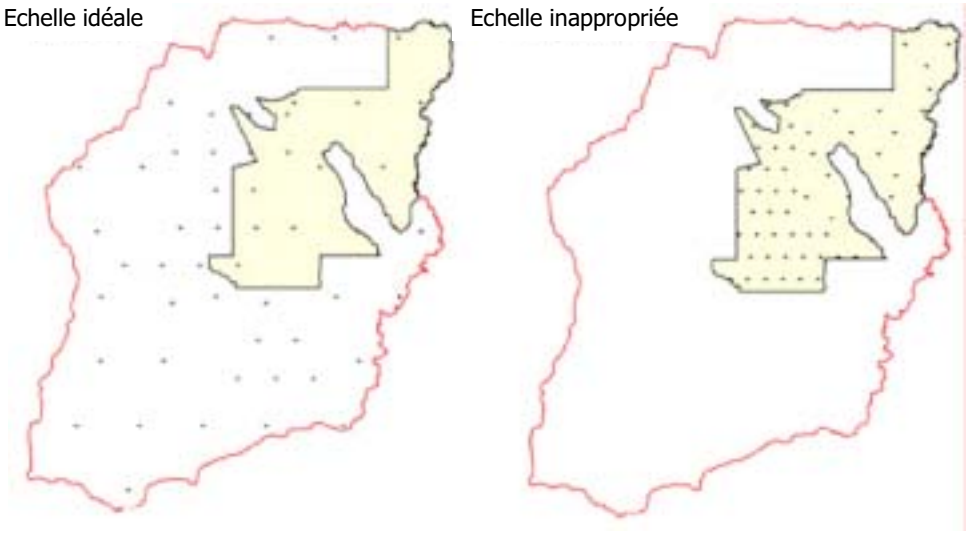
Figure 5 (suite)

b) Changements saisonniers dans la distribution en raison de la disponibilité en nourriture



Cet exemple illustre les éventuels changements saisonniers, induits par l'habitat, dans la distribution des éléphants. Les éléphants sont concentrés dans et près des marécages au nord de leur territoire en saison sèche, alors qu'en saison des pluies, ils se dispersent vers le sud pour se nourrir de fruits abondants. Si on ne considère pas ces mouvements saisonniers, des différences considérables dans les estimations d'abondance peuvent apparaître sous différentes conditions écologiques

c) Echelle d'échantillonnage idéale



Dans la Figure 5c, l'échantillonnage s'étend à travers tout le territoire de la population d'éléphants (c'est-à-dire le « paysage éléphants ») et par conséquent les changements de distribution d'éléphants n'affectent pas l'estimation de l'abondance pour le site puisque ces changements ont tous lieu à l'intérieur de la zone d'étude. Ils

peuvent toutefois influencer la précision. A droite, seule une petite proportion du territoire des éléphants est échantillonnée, elle est donc sujette à de grandes fluctuations d'abondance d'éléphants en raison des mouvements saisonniers et des activités humaines.

2.3 Influence des marécages

Les marécages sont un habitat important pour les éléphants tout au long de l'année mais plus particulièrement durant les périodes sèches (Blake 2002). Les marécages procurent de l'eau, une source de nourriture à brouter importante et, dans les zones d'intense braconnage, ils peuvent servir de refuge où les éléphants peuvent se cacher. Les marécages devraient par conséquent être pris en compte par toutes les estimations d'abondance d'éléphants sur un site donné. Ceci pose de nombreux problèmes pour la conception des inventaires et pour les méthodes de terrain puisqu'il n'existe pas de méthode fiable pour compter les éléphants dans les habitats marécageux. La conversion du taux de dégradation des crottins perd presque tout son sens quand les marécages peuvent s'assécher complètement en saison sèche et être inondés par un mètre d'eau ou plus pendant la saison des pluies. En ce qui concerne les inventaires MIKE actuels, les marécages ont été exclus de la zone d'étude là où les informations sur leur distribution étaient suffisamment bonnes pour inclure leurs limites dans le système SIG. Les estimations de densité d'éléphants ont donc été limitées aux zones de terre ferme de chaque site, ce qui a introduit plusieurs sources potentielles de biais que nous abordons ci-dessous.

Premièrement, à certains endroits, les éléphants sont fréquemment rencontrés en très forte concentration dans les zones de terre ferme à proximité immédiate des marécages sur des distances de l'ordre de quelques dizaines de mètres (Blake 2002). Si les limites de marécage sont mal localisées et mal géo-référencées sur la carte du site, et si la terre ferme proche des marécages est exclue de la zone d'étude définitive, les transects ne peuvent pas être localisés sur cette section de terre ferme, ce qui entraîne une sous estimation de la vraie abondance d'éléphants en terre ferme. Deuxièmement, puisque

l'utilisation des marécages par les éléphants varie avec les saisons, une estimation unique de l'abondance en terre ferme ne peut pas prendre en compte la proportion d'éléphants qui pourrait résider dans la partie marécageuse de la région. Ceci introduit une erreur inconnue dans l'estimation d'abondance et rend la détection de tendances à travers le temps très difficile. Enfin, on ne peut réduire ce biais correctement en menant des inventaires répétés à la même période de l'année puisque les précipitations et la phénologie des feuilles et des fruits, qui motive la sélection de l'habitat par les éléphants, sont notoirement irrégulières dans le temps et dans l'espace (Chapman et al.1999, Blake 2002).

On peut imaginer une forêt composée de 20% de marécages et de 80% de terre ferme contenant 100 éléphants dans laquelle des inventaires sont menés durant le même mois, trois années consécutives. Dans cette forêt, la disponibilité en fruits a varié, sur les trois inventaires, d'une production maximum possible de 100% pour l'inventaire 1, à 60% pour le 2 et à 30% pour le 3 en raison de variations naturelles des précipitations, de l'ensoleillement et d'autres facteurs. Imaginons aussi qu'une réduction de la disponibilité en fruits de 10% résulte, en moyenne, en un éléphant passant 5% de temps en plus à se nourrir dans les marécages. Pendant le premier inventaire, tous les éléphants seraient alors disponibles pour être comptés car ils resteraient en permanence sur la terre ferme. Cependant, au second inventaire, chaque éléphant passerait 20% de sont temps dans les marécages ce qui entraînerait une diminution de 20% des crottins pouvant être comptés sur les transects linéaires et par conséquent une réduction de 20% dans l'estimation de la densité de crottins et de l'abondance. Lors du troisième inventaire, les éléphants passeraient 35% de leur temps dans les marécages et de ce fait, seulement 65% de la production totale de crottins serait disponibles pour le comptage. La population d'éléphants sur la terre ferme aurait apparemment été réduite de 35% par rapport au premier inventaire et de 15% par rapport au second. A moins que cette utilisation variable des marécages soit assimilée et prise en compte, l'apparente diminution dramatique de l'abondance sur trois années de suivi ne pourra pas être expliquée.

L'incapacité à estimer l'abondance des éléphants dans les marécages compromet également les comparaisons d'abondance d'éléphants inter-sites. Par exemple, au parc national de la Lopé, les marécages représentent probablement moins de 5% de la superficie totale, alors qu'au PN de la Salonga les marécages ou les forêt inondables représentent 20% de la superficie totale. La proportion de crottins produits disponible pour le comptage sera inégale entre ces deux sites en conséquence, tout simplement, de la surface de marécage disponible. A ceci s'ajoutent les influences discutées plus haut et la qualité de l'habitat marécageux sur chaque site. Par conséquent, le nombre d'éléphants sera sous estimé à la Salonga alors que la Lopé bénéficiera d'une évaluation plus précise sous estimée de seulement 5% (en admettant que l'utilisation des habitats marécageux et de terre ferme sont les mêmes).

2.4 Transects et recces

Les méthodes sont décrites de manière détaillée à la section méthodes. La méthode classique pour estimer l'abondance d'éléphants dans les forêts d'Afrique centrale consiste à utiliser le comptage des crottins le long de transects linéaires (Barnes and Jensen 1987, Barnes 2001). Toutefois, les transects nécessitent une main d'œuvre importante, sont coûteux à ouvrir, longs à parcourir et difficiles d'accès dans des grands paysages. Ils peuvent être nuisibles à la végétation et s'ils sont ouverts d'une mauvaise manière, ils peuvent 1) permettre aux braconniers un accès facile en forêt et 2) biaiser les inventaires futurs s'ils deviennent des pistes d'éléphants. Pour ces raisons, Barnes (1989a) a suggéré « une méthode raccourci » pour estimer l'abondance d'éléphants appelée « The Poor Man's Guide to Counting Elephants in forests » (Le guide du pauvre pour compter les éléphants en forêt). Cette méthode se passe de transects et utilise « les chemins de moindre résistance » comme itinéraire de sondage (recces) en tant que substitut ou complément des transects linéaires. Les tas de crottins ou les autres signes sont simplement enregistrés ainsi que la distance le long du chemin mais il n'est pas nécessaire d'enregistrer les distances perpendiculaires ou de marcher en suivant une ligne droite parfaite. Cette idée originale a été affinée au cours du temps (par ex. Hall et

al. 1997). En utilisant les données de terrain du complexe de Gamba (Gabon), Walsh et White (1999) ont démontré, de façon convaincante, qu'une combinaison convenablement conçue de transects et de recce (recce-transects) pouvait améliorer de manière significative l'efficacité d'un inventaire en augmentant la précision à tous les niveaux d'effort mais qu'elle pouvait aussi subir encore les inconvénients des sondages par transects.

L'étude pilote MIKE s'est penchée sur l'amélioration de la précision quand les données des recces sont incluses dans l'analyse et il fut conclu que cela augmentait la précision dans deux des trois sites étudiés (Buckland and Thomas 2001). Par conséquent, l'utilisation de combinaisons recce-transect a été recommandée. Toutefois, lors d'une discussion ultérieure avec le TAG concernant cette question, les membres du groupe ne furent pas convaincus quant à l'utilité des recces et suggérèrent, pas très fermement, qu'ils seraient écartés des méthodes de terrain. Durant les discussions avec les managers des sites, ces derniers pensèrent qu'étant donné l'effort demandé pour se rendre sur un lieu d'échantillonnage, il fallait tenter d'obtenir plus de données que celles enregistrées sur les transects seuls car ils étaient en mal d'information sur des espèces qui ne sont pas facilement détectables sur les transects seuls. Par exemple, quand le comptage des signes à lieu en même temps que l'ouverture des transects, il est difficile d'obtenir des informations sur l'abondance des primates qui s'enfuient en entendant les bruits associés à l'ouverture des transects. Marcher sur un chemin de moindre résistance engendre nettement moins de bruit et permet d'enregistrer systématiquement un taux de rencontre de primates. Bien que le but de MIKE ne soit pas de compter les primates, cela devrait maximiser l'intérêt des managers basés sur site afin d'obtenir leur soutien et leurs encouragements. De tels compromis ont semblé justifiés, particulièrement si les recces pouvaient améliorer l'estimation finale d'abondance d'éléphants.

L'étude MIKE pilote a testé une seconde méthode de recce qui commence à être connue sous le nom de recce-voyage. Les recces-voyage ne sont pas destinés à une comparaison directe avec les transects pour améliorer la précision des estimations d'abondance mais correspondent plutôt à l'esprit original du « Guide du pauvre » de Barnes et sont effectués lors des marches ralliant une unité d'échantillonnage à une

autre. Sur les recces-voyage, l'accent est mis sur la couverture efficace du terrain en collectant systématiquement un jeu de données sur des signes d'intérêt particulier comme les activités humaines et les crottins d'éléphants. C'est cette combinaison de transects linéaires et de recces-voyage qui est devenue la méthodologie recommandée pour MIKE par le TAG.

Les recces-voyages jouent un rôle essentiel unique en évaluant l'activité humaine, y compris l'abattage illégal des éléphants pendant les études de terrain. Les carcasses et les camps de chasse sont si rares qu'ils ne sont presque jamais détectés sur les transects et rarement pendant les marches entre les transects lorsqu'un cap précis est suivi avec peu de déviations. Mais si les marches sont faites d'une façon plus flexible en autorisant des déviations permettant de suivre des coupes de machette faites par les chasseurs ou les pêcheurs ou une piste d'éléphants particulièrement large, elle peuvent amener les équipes de terrain à faire des découvertes importante telles que des carcasses, des camps de braconniers, des camps de mineurs etc. Ces découvertes constituent des informations importantes pour MIKE et ne seraient jamais détectées avec des méthodes de sondage moins flexibles. Les recces-voyage sont extrêmement biaisés, entre autre, par la personnalité des guides et des chercheurs, leur niveau d'expérience sur le terrain, par la façon dont les chasseurs laissent des empreintes et par beaucoup d'autres aspects du même genre. Les données produites doivent être traitées en tenant parfaitement compte de ces biais.

Précision cible des estimations de densité de crottins

Il est essentiel pour le programme MIKE que les tendances des populations d'éléphants soient surveillées dans le temps. L'exactitude et la précision de la taille estimée des populations sont donc extrêmement importantes. L'exactitude dépend en grande partie de la réduction des biais déjà évoquée dans le contexte de la conception des relevés, alors que la précision dépend de la variation de la distribution de la population au sein de la zone d'étude et de l'effort d'échantillonnage alloué. Plus la précision est grande, plus grand est le pouvoir des inventaires successifs de détecter un changement dans la taille de la population. Cet état de fait est discuté en détails dans Buckland et al. (1993) et

pour ce qui concerne les inventaires d'éléphants par Walsh et al. (2001) et Barnes (2002). Buckland et al (1993) définissent la relation entre la variabilité de la population cible, l'effort et la précision des estimations de densité par une variante de l'équation suivante simplifiée par S. Strindberg et qui a été utilisée pour générer la courbe de la Figure 6 :

$$L = (b / \{cv_t(\hat{D})\}^2)(L_0 / n_0)$$

Où :
L = longueur totale de transects requise
B = Paramètre de Dispersion (estimé à 3 [Buckland et al, 1993, page 242])
$cv_t(\hat{D})$ = Coefficient de variation cible
L_0/n_0 = Taux de rencontre de crottins estimé sur les transects linéaires
CV = Précision cible requise

Ceci signifie que la longueur des transects linéaires augmente avec le carré du CV. Donc, malheureusement, de petites améliorations de précision, au-delà d'un certain seuil, demandent une forte augmentation de l'effort de sondage et par conséquent du coût (Figure 6). Par exemple, dans une forêt où les crottins sont distribués aléatoirement et où une moyenne de 2 crottins est observée par km de transect, il faudra environ 24 km de transects pour obtenir une estimation de densité avec un CV de 25%. Si la précision cible était de 10% (CV) il serait nécessaire de parcourir 150 km de transects soit plus de 6 fois plus d'efforts (d'argent et de temps) que pour une amélioration de précision de 15%. Puisque la précision est aussi inversement proportionnelle à l'abondance (Barnes 2002) il est moins coûteux de sonder les zones à forte densité d'éléphants (Figure 6). Walsh et al. (2001) qui ont examiné la relation entre la moyenne et la variance des estimations d'abondance ont montré qu'en fait, la variance augmentait de façon non linéaire avec l'abondance. Leurs conclusions modifieraient le rapport décrit en Figure 6 et amélioreraient potentiellement l'efficacité d'échantillonnage. Une discussion plus détaillée dépasse les compétences de ce rapport et la Figure 6 vise à illustrer les implications approximatives, et plutôt alarmantes, de l'abondance et du CV cible sur l'effort et le budget. Pour revenir à la capacité de détecter les tendances dans la taille des populations tout en restant dans les limites d'un budget et en sondant une zone aussi grande que possible, un compromis a été adopté par le TAG MIKE pour fixer le CV cible

des estimations de densité de crottins à 25% pour chaque site. En l'absence de données de terrain sur lesquelles baser le niveau d'effort requis, une discussion sur l'efficacité de la conception poussée au-delà des généralités, était plutôt hypothétique.

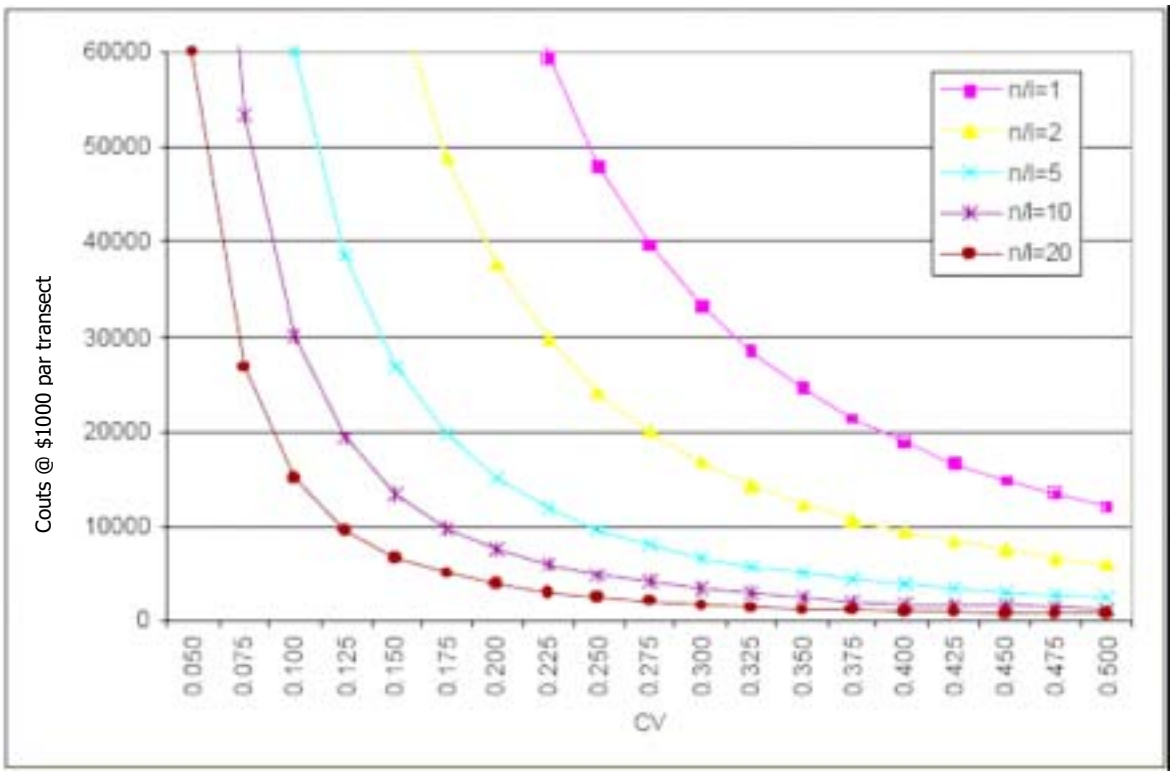
Implications d'un CV cible de 25% pour la détection de tendances

Si MIKE veut pouvoir détecter une diminution de 10% dans les effectifs d'éléphants sur un site donné, avec une probabilité de p=0,05 et avec 90% de certitude [p=0,05 est différent de 90% de certitude dans un test statistique bilatéral], combien de sondages faut-il par étude en fonction des différents niveaux de précision ? En utilisant le logiciel TRENDS pour les calculs d'efforts, il apparaît qu'il faudrait 11 sondages pour un CV de 25% alors que si la précision (CV) est ramenée à 10%, 6 sondages sont suffisants. Pour un seul site, ceci implique de multiplier les coûts par 10 pour avoir la capacité de détecter un changement de 10% après 6 sondages comparé à 9. Un autre compromis à considérer ici est qu'avec une diminution annuelle de la population de 10%, seulement 53% de la population subsisterait après 6 sondages et 39% après 9 sondages (avec un sondage par an). Par conséquent, le prix de l'information en temps et en heure peut être justifié. En réalité, au démarrage de cette phase MIKE, ces calculs ont aidé à mettre en place quelques approximations de « budget contre précision » mais le manque de données quantitatives sur la plupart des sites MIKE d'Afrique centrale signifiait que des estimations précises quant à l'effort requis étaient impossibles. Les considérations pratiques étaient que 1) la distribution et l'abondance dans la majorité des sites MIKE étaient mal connues, 2) le budget MIKE était limité, 3) le mandat consistait à tenter d'achever des inventaires de populations sur 7 sites et dans 6 pays et d'en rendre compte à la CdP 13, moins de 2 ans après l'initiation du programme, 4) les capacités techniques pour mener les inventaires étaient extrêmement faibles. L'approche choisie fut donc de définir un CV cible bas mais ayant des chances d'être atteint et suffisant pour fournir une abondance d'éléphants approximative qui servirait à affiner les conceptions d'études futures pour aller vers une réelle aptitude à détecter les tendances. Il était espéré que les estimations d'abondance basiques dérivées de l'analyse par Distance standard seraient améliorées par l'utilisation des techniques de modélisation spatiale (Thomas et al. 2001, Walsh et al. 2001) pour 1) augmenter la précision et 2)

fournir des informations valables sur les facteurs responsables de la distribution des éléphants. De plus, l'évaluation de l'abondance d'éléphants était seulement un élément parmi d'autres destinés à comprendre les changements dans le statut de conservation des éléphants (LEM, données recces, etc). La capacité à surveiller les changements au niveau des sites et au-delà des sites proviendrait de l'analyse de la combinaison de ces éléments (Burn et al. 2003).

Les conceptions d'inventaires définitives créées pour MIKE et les trajectoires de terrain réelles sont présentées dans les rapports de site qui accompagnent ce rapport. La disposition des transects et les statistiques de base pour chaque conception sont présentées au chapitre 5 (Etudes de terrain et gestion des données).

Figure 6. Conséquences financières des relevés sur transects linéaires pour des abondances de crottins et des coefficients de variation différents



Dégradation des crottins et défécation

Si les estimations de densité de crottins doivent être correctement transformées en estimations de densité d'éléphants, il est indispensable de connaître à la fois le taux de défécation des éléphants (nombre de crottins produit par éléphant et par jour) et la vitesse de disparition des crottins (Wing and Buss 1970, Barnes and Jensen 1987, Barnes 2001). Certaines études ont été très prometteuses en développant des modèles qui tiennent compte de la variabilité du taux de dégradation des crottins en fonction des précipitations (White 1995, Barnes and Dunn 2002) et de la variabilité du régime alimentaire (White 1995). Deux aspects qui peuvent biaiser considérablement les estimations d'abondance d'éléphants s'ils ne sont pas correctement incorporés à l'analyse des données. La plupart des études sur la défécation se sont concentrées sur les éléphants de savane et ont tendance à concorder sur le fait que le taux de défécation ne varie pas très nettement entre les sites ou les saisons, vacillant autour de 17 tas de crottins par éléphant et par jour (Wing and Buss 1970, Tchamba 1992) bien que Ruggiero (1992) ait trouvé un double changement dépendant du régime alimentaire. Les études sur le taux de défécation des éléphants de forêt impliquent, pour la plupart, des données restreintes et les conclusions restent équivoques bien que Merz (1986), Tchamba (1992), Ekobo (1995) et Theuerkauf and Ellenberg (2000) aient fait des estimations de 20, 18, 17, et 17,5 crottins par jour, respectivement, sans mettre en évidence de différences statistiques entre les saisons.

A la suite de l'étude pilote MIKE, il a été recommandé que des études sur le taux de défécation et de dégradation des crottins soient au moins mises en œuvre dans une sélection de sites MIKE (Beyers et al. 2001) mais que ceci devait être répété durant les mêmes mois pour minimiser la variabilité. Malheureusement, il existe deux principales écoles de pensée concernant la méthode exacte pour étudier le taux de dégradation des crottins et à l'époque de l'initiation du cycle d'étude présent, il n'y avait pas de méthodologie préférentielle établie. Il a été proposé que des études sur la dégradation des crottins soient mises en œuvre dans 2 ou 3 sites MIKE en suivant les méthodes décrites par Barnes et Dunn (2002) selon lesquelles la dégradation est calculée pour toute une gamme de valeurs de précipitations. Cependant, lors de la mise en œuvre de

l'étude MIKE, des limitations de budget ont empêché ce projet de se mettre en place. A la suite d'une consultation avec le TAG, il fut établi que la priorité la plus urgente était d'obtenir des estimations systématiques de densité de crottin sur le plus de sites possibles lors de ce premier cycle d'étude, d'utiliser les modèles existants là où c'était possible (par ex. le modèle pour les précipitations de Barnes au Ghana), et de prévoir la mise en œuvre d'une recherche appropriée au début du prochain cycle. Les études sur la dégradation de crottins et la défécation n'ont donc pas été mises en place lors de la présente phase.

Chapitre 3 : Phase 2 – Formation à l'étude de terrain

Dans leur article intitulé « *What will it take to monitor forest elephant populations* » Walsh et White (1999) résument le défi du renforcement des capacités exigé pour développer un suivi approprié des éléphants en Afrique centrale :

« *En raison de la pénurie d'infrastructures pour la conservation et la gestion de la faune sauvage, l'obtention d'informations correctes sur les éléphants risque de nécessiter un programme de formation de grande envergure et un gigantesque effort de suivi dans chaque état d'Afrique centrale possédant une importante population d'éléphants… De plus, l'engagement devra aller au delà d'une simple formation et de l'équipement des équipes de recherche. Les programmes de suivi devront être conçus, organisés et administrés, les équipes de terrain auront besoin d'être supervisées et les données devront être compilées et analysées…Monter un programme de suivi des éléphants en Afrique centrale relèvera d'un travail de renforcement des institutions.* »

C'est l'ampleur de la tache à laquelle est confronté le programme MIKE dans la sous région de l'Afrique centrale. En se reposant sur les expériences acquises grâce au programme MIKE pilote, un certain nombre de recommandations concernant la formation furent établies dont les suivantes qui sont particulièrement importantes :

- La sélection des chercheurs pour le programme MIKE devrait être méticuleuse et les candidats devraient répondre aux profils définis.
- Les « responsables éléphants » au niveau national et si possible les responsables des sites et les chefs d'équipe chargés de récolter les données sur le terrain devraient également être formés, tout au moins aux premières étapes d'analyse de données. Ceci est important pour maintenir la motivation et garantir la qualité des données.
- Avec les méthodes de recensement par transects linéaires, une bonne compréhension des éléments de base de la conception d'un recensement est indispensable.

- Les chefs d'équipe et les « responsables éléphants » au niveau national devraient être formés pour être capables, dans le futur, de sélectionner et de former les équipes de terrain. Cette condition de formation des autres garantit que le personnel national comprend parfaitement les méthodes et protocoles et qu'il est composé de responsables compétents. Le programme MIKE devrait mettre l'accent sur la formation de formateurs et de dirigeants.
- Un entraînement approfondi sur le terrain est essentiel. La précision et l'efficacité dans la collecte de données se sont nettement améliorées tout au long du projet pilote. On estime que deux ou trois mois de travail de terrain sont nécessaires avant d'atteindre la fiabilité, l'efficacité et la précision dans la collecte de données sur transects linéaires.
- Le contrôle de la qualité du travail de terrain, de la collecte de données et des rapports est indispensable et doit être prévu dès le départ.
- Les chefs d'équipe sur le terrain doivent être formés à évaluer les options et à prendre des décisions concernant les recensements par rapport aux contraintes de terrain. Concrètement, la mise en application d'un projet de recensement peut dépendre de facteurs tels que la disponibilité en eau potable pour camper, la météo, la maladie, la présence de zones infranchissables etc. Il est impossible d'inclure tous ces facteurs dans le plan d'échantillonnage. Les chefs d'équipe seront mis à l'épreuve et devront prendre des décisions sur place.

Le développement des capacités, à l'ampleur de ce qui est nécessaire pour faire fonctionner un programme efficace depuis l'intérieur de la sous-région, dépassait de beaucoup le montant des fonds dont disposait MIKE pour ces études de terrain et ne pouvait s'inscrire dans le calendrier de cette phase de compte-rendu de deux ans. Les objectifs de ce programme de formation furent donc limités au possible et au nécessaire. Ce n'est pas une approche idéale mais elle est pragmatique. Elaboré sur la longue expérience de formation collective de WCS illustrée dans le texte de White et Edwards (2000a), un programme de formation en trois étapes a été développé pour les chefs d'équipe avec les objectifs suivants :

1. Préparer les chefs d'équipe avec les connaissances et l'expérience pratique nécessaires pour mettre en place une étude pilote utilisant l'échantillonnage par transects linéaires sur leur site MIKE respectifs puis après le recyclage post-étude pilote, compléter avec succès l'étude MIKE à grande échelle.
2. Développer suffisamment de compétences en gestion de données de telle sorte que les données MIKE puissent être collectées sur le terrain, transcrites sous forme électronique (Access et/ou Excel), organisées dans une base standardisée, sauvegardées et archivées, extraites pour les analyses et transférées vers la hiérarchie de gestion de données MIKE.
3. Réaliser l'analyse de données de base (tableaux sommaires et graphiques des taux de rencontre), comprendre et compléter une analyse de données sur les éléphants et obtenir une estimation valide de l'abondance de crottins d'éléphants en utilisant Distance 4.1 et écrire un rapport final d'une qualité acceptable par les donateurs et les états de l'aire de répartition.

La formation en trois phases fut organisée comme suit : principes de recherche et formation aux méthodes de terrain de base, reconnaissance du site et contrôle de la qualité puis un dernier cours sur l'analyse de données et la rédaction de rapports. La phase 1 est résumée dans ce chapitre. Le calendrier et l'intensité de la formation ont été entravés par des financements incertains, la couverture de MIKE, le niveau de compétences et les motivations du staff et la nécessité de terminer les recensements sur autant des sept sites MIKE désignés que possible. Une vue d'ensemble des phases de formation est présentée plus bas en Table 4. Le petit groupe du staff MIKE ci-dessous fut, en grande partie, responsable de l'exécution des recensements à pied sur plus de 50 000 km² de forêts lointaines d'Afrique centrale.

Figure 7. Personnel responsable de la formation et de l'exécution des inventaires d'éléphants de forêt MIKE en Afrique centrale au centre de formation de Somalomo, réserve du Dja au Cameroun.

De gauche à droite: Calixte Mokombo (Nouabalé-Ndoki), Bruno Bokoto de Somboli (Dzanga-Sangha), Omari Ilambu (Salonga), Dr. Fiona Maisels (formatrice), Inogwabini Bia-isia (formateur), Dr. Stephen Blake, coordinateur des inventaires, Marc Ella Akou (Minkébé). Dja (invité), Patrick Boudjan (Nouabalé-Ndoki), Lambert Bene Bene (Boumba Bek).

La cession de formation sur le terrain a eu lieu au complexe de formation de Somalomo dans la réserve du Dja au Cameroun dirigée par ECOFAC.

Les objectifs de la formation furent les suivants :

- Familiariser tous les participants avec les buts et objectifs de MIKE et avec sa place au sein du processus CITES.
- Finaliser les protocoles de collecte de données, les formulaires de collecte de données et mettre au point un manuel technique sur la méthodologie et les divers protocoles élaborés.

- S'assurer que tous les participants comprenaient et étaient capables de mettre en pratique les aspects techniques des inventaires d'éléphants et de grands singes en utilisant les méthodes des transects de reconnaissance ou « recces » (recce-line transect) et l'échantillonnage des distances (distance sampling).
- S'assurer que les chefs d'équipe étaient capables de former leurs assistants à la méthodologie MIKE.
- Clarifier le système de gestion des données au niveau du site ainsi que la circulation des informations et des données brutes dans la hiérarchie MIKE.
- Accompagner les chefs d'équipe dans le processus de conception de l'étude en utilisant Distance 4.0 et mettre au point les itinéraires des études pilotes et les plans d'échantillonnage des enquêtes préliminaires pour chaque site.
- Fournir les directives sur la gestion des financements MIKE et établir les systèmes de comptes rendus financiers et techniques et les protocoles de communication entre les membres de l'équipe MIKE et les coordinateurs WCS.

Quatre activités principales ont été achevées :

- Une vue globale du programme MIKE avec des présentations réalisées par le SSO pour l'Afrique centrale et le coordinateur des inventaires.
- Présentations par les stagiaires des caractéristiques de leur site respectif avec un accent sur les possibilités, les problèmes potentiels et les contraintes qui se posent pour chaque site.
- Un cours sur la théorie et la pratique de la conception, des méthodes et de la mise en application des études de faune sauvage en mettant l'accent sur les éléphants de forêt et les grands singes.
- Des exercices pratiques en forêt sur les méthodes de terrain, la collecte de données et la gestion, suivis de la gestion des données et d'une ébauche des procédures d'analyse de données avec Distance 4.0

En raison des contraintes financières, tous les chefs d'équipe de la Salonga n'ont pu être présents à Somalomo. Par conséquent, une seconde cession de formation dirigée par Inogwabini Bila Isia, Omari Ila mbu et le Dr. John Hart s'est tenue dans le parc national

de la Salonga (voir le rapport complet de ce stage en Annexe). D'autre part, le chef d'équipe de Minkébé n'a pu commencer l'étude MIKE avant juillet 2003, par conséquent, une cession de formation complémentaire s'est tenue avec l'équipe MIKE de Minkébé en juin 2003 à Minkébé.

Table 4. Calendrier du programme de formation

Semaine 1			
Date	**Sujet**	**But**	**Formateur (s)**
12-févr	Arrivée et accueil des participants		Mortier Luhunu
12-févr	Logistique du stage et du site (logement, nourriture, équipement disponible). Sommaire du programme et objectifs. Présentation des participants	Orientation	Philippe, Blake, hart, Luhunu
13-févr	Introduction à la CITES et à MIKE 1. Historique, objectifs globaux et régionaux. Sommaire du programme pilote Afrique centrale.	Comprendre le "pourquoi de MIKE"	Luhunu. Hart
13-févr	Introduction à MIKE 2. Buts, objectifs, approches des sites, définitions. Inventaires et LEM.	Comprendre MIKE aujourd'hui, au niveau global et sous-régional	Luhunu. Blake
13-févr	Cartes des sites, éléments de base, covariables nécessaires pour stratification et modèles spatiaux.	Comprendre l'importance des cartes pour les inventaires	Hart
13-févr	Présentation des sites, géographie, écologie, éléphants, occupation des sols, problématique de gestion.	Connaître les sites et comprendre les contraintes de travail	Participants
13-févr	Rassemblement de données spatiales existantes pour les sites, discussion de la qualité des données. Liste des données à trouver.	Base de données préliminaire	Tout le Monde
14-févr	Approche scientifique. REVUE: identification des buts, objectifs. Définition des sites et méthodes. Echantillonnage, biais, réplication, stratification, certitude et précision.	Révisions	Maisels, blake database
14-févr	Plan d'échantillonnage des sites MIKE avec DISTANCE.	Comprendre l'importance des cartes et comment concevoir un plan d'échantillonnage avec DISTANCE	Blake
14-févr	Exemples de la Salonga. Exercices pratiques en soirée.	Comprendre les conceptions	Tout le Monde
15-févr	Carte, boussole et GPS 1: navigation avec carte et boussole, enregistrement des waypoints sur le GPS, fonctions du GPS, navigation, Tracklogs, Waypoints.	Révisions	Inogwabini, Mais
15-févr	Carte, boussole et GPS 2	Savoir saisir les Tracklogs et Waypoints sur un 'Handspring Visor', saisir sur l'ordinateur et importer sous Excel	Blake
16-févr	Transects linéaires, recces, DISTANCE et modèles spatiaux	Comprendre les avantages et inconvénients de chaque méthode et analyse	Maisels, Hart, Blake
16-févr	Transects linéaires 1. Discussion des données à collecter. Exercices : trouver le point de départ, couper le transect, collecter les données, mesurer, feuilles de données.	Standardisation des méthodes. Savoir comment former des débutants	Maisels
Semaine 2			
17-févr	Transects linéaire : pratique	Comprendre les distances perpendiculaires	
18-févr	Law Enforcement Monitoring. Collecte de données, intégration dans les bases de données biologique et MIKE LEM	Définir le système de LEM	Hart

19-févr	Mission recce transects en forêt. Séjour dans le centre du parc	Voyage. Discuter les plans de travail et plannings budgétaires	Tout le Monde
Date	**Sujet**	**But**	**Formateur(s)**
20-févr	Mission recce transects en forêt	Pratique. Se mettre d'accord sur la terminologie, méthodologie et données finales	Tout le monde
21-févr	Mission recce transects en forêt	Pratique. Se mettre d'accord sur la terminologie, méthodologie et données finales	Tout le monde
22-févr	Mission recce transects en forêt	Pratique. Se mettre d'accord sur la terminologie, méthodologie et données finales	Tout le monde
23-févr	Mission recce transects en forêt	Pratique. Se mettre d'accord sur la terminologie, méthodologie et données finales	Tout le monde
Semaine 3			
24-févr	Mission recce transects en forêt	Pratique. Se mettre d'accord sur la terminologie, méthodologie et données finales. TOUT LE MONDE DEMONTRE LE NIVEAU DE COMPETENCE NECESSAIRE POUR REALISER LES INVENTAIRES	Tout le monde
25-févr	Mission recce transects en forêt-retour à Somalomo	Voyage.	Tout le monde
26-févr	Débriefing de la mission en forêt. Saisie des données recce et transect. Correction de la base de données Access	Savoir intégrer les données collectées avec données GPS sur Access. Finaliser les fiches des bases de données.	Tout le monde. Blake montre comment utiliser access.
27-févr	Saisie des données recce et transect. Correction de la base de données Access	Savoir intégrer les données collectées avec données GPS sur Access. Finaliser les fiches des bases de données.	Tout le monde
28-févr	Introduction à Distance, contrôle qualité des données, estimation des densités	Savoir comment juger la qualité des données (largeur efficace et distance de visibilité). Estimation de la densité des éléphants et des chimpanzés	Maisels, Inogwabini, Blake
01-mars	Révision des protocoles transects, saisie des données, bases de données et contrôle qualité.	Chaque participant démontre les compétences nécessaires.	
02-mars	Mise au point des plans d'échantillonnage définitifs	Faire comprendre comment équilibrer la recherche scientifique idéale et les réalités financières et logistiques. Générer un plan de travail pour chaque site avec missions définies, Waypoints clarifiés	Blake, Hart, Inogwabini, Maisels. Participation de tout le monde.
Semaine 4			
03-mars	Mise au point des plans d'échantillonnage définitifs	Faire comprendre comment équilibrer la recherche scientifique idéale et les réalités financières et logistiques. Générer un plan de travail pour chaque site avec missions définies, Waypoints clarifiés	Blake, Hart, Inogwabini, Maisels. Participation de tout le monde.
04-mars	Gestion de projet: inventaires, finances, personnel	Mettre en marche un système de communication et de finances. Compte rendu trimestriel	Blake Inogwabini, Hart
05-mars	Clôture du stage		

Résultats principaux de la formation initiale

Choix du site

Il y avait eu un débat durant la phase de préparation de MIKE concernant un site approprié pour organiser la formation initiale aux méthodes MIKE. Une des possibilités, le centre de La Lopé, renfermait une forte densité d'éléphants à proximité immédiate du centre, une grande variété d'habitats, des collines escarpées et autres obstacles naturels qui auraient permis une mise en pratique « réelle » et approfondie des méthodes. La forte densité d'éléphants était un élément favorable puisque cela aurait permis à tous les chefs d'équipe d'avoir une expérience de la classification standardisée des âges des crottins (importante pour l'étude de la dégradation des crottins). L'autre possibilité, le centre de formation de Somalomo dans la réserve du Dja, proposait de bonnes infrastructures mais les densités en éléphants étaient très faibles autour du centre de formation et seule une petite zone de forêt au milieu de la réserve contenait des densités suffisantes pour garantir la présence de crottins d'éléphants sur les transects. Malgré les conseils du coordinateur de l'étude, le site de Somalomo fut sélectionné, ce qui malheureusement, eut d'importantes conséquences négatives sur le succès du stage de formation et compromit la compatibilité ultérieure des données collectées durant le programme MIKE. Lors du travail pratique sur 35 km de transects et de recces, seulement 13 crottins d'éléphants (aucun n'étant frais) et 14 sites de nids de gorilles furent détectés et aucun nid de chimpanzé ne fut découvert. Ce travail pratique n'a donc pas procuré une expérience réelle et suffisante et n'a pas permis aux formateurs et aux stagiaires de parvenir à un consensus concernant la classification de l'âge des crottins, l'identification des nids et d'autres problèmes qui s'avèrent importants durant l'exécution des recensements et des analyses. Une distance d'échantillonnage similaire dans le PN de la Lopé aurait probablement eu pour résultat 350 à 400 crottins d'éléphants.

Niveaux atteints par les chefs d'équipe

Dès le début du stage de formation, il devint clair qu'il fallait renforcer, plus intensément que prévu, l'enseignement et la pratique des compétences de terrain de base telles que la navigation avec carte, la boussole et le GPS. Ceci réduisit le temps imparti aux techniques plus poussées comme la méthodologie des transects et les principes de l'échantillonnage par Distance. Cependant, à la fin du programme, le niveau des chefs d'équipe fut jugé suffisant pour leur permettre de réaliser des études pilotes sur leurs sites respectifs ce qui constituait le cadre d'une formation complémentaire. Tous les chefs d'équipe étaient extrêmement motivés et tous travaillèrent beaucoup pour réaliser le maximum dans les délais. Pour les futures éditions du programme MIKE, la formation initiale des chercheurs ayant une expérience limitée de la forêt devrait être augmentée de façon significative. Une période de 6 à 8 semaines de formation relativement intense - dans une région à forte densité d'éléphants - sur l'application théorique et pratique des méthodes ainsi que sur l'analyse des données de base est la condition minimum recommandée avant que les stagiaires ne puissent débuter des études pilotes.

Outils de formation

Un CD Ressources MIKE a été fourni à tous les participants à la fin du stage de formation. Le CD était destiné à fournir un kit d'outils pour la mise en application de MIKE constitué d'une structure de classement et d'un système de gestion de bases de données dans lesquels toutes les données administratives (comptabilité, contrats, etc.), les modèles de rapports et les autres produits MIKE pouvaient être conservés d'une manière systématique commune à tous les sites. Ce CD incluait toutes les méthodes et tous les protocoles, une importante bibliothèque digitale composée de centaines d'articles scientifiques en fichier pdf, des livres sur les méthodes (par exemple « Studying Elephants » du groupe des spécialistes des éléphants d'Afrique et « le guide des méthodes de recherche » de White et Edwards), toute la série « Pachyderm », la publication du groupe de spécialistes des éléphants d'Afrique en français et anglais également disponible sur Internet. Les logiciels de sauvegarde disponibles sur le CD comprenaient Distance, les logiciels de téléchargement GPS Gardown et Ozi-explorer et

GpilotsS pour le transfert de données du GPS à l'ordinateur de poche. Les modèles pour saisir les données sous MS Access en accord avec les codes de terrain et les structures des fiches de terrain pour enregistrer les observations étaient également fournis. Chaque équipe a reçu deux exemplaires du livre « Conservation en forêt pluviale africaine : méthodes de recherche » (White and Edwards 2000a) comme référence de terrain.

Chapitre 4 : Phase 3 – Reconnaissance du site, formation complémentaire et mise en place du plan d'échantillonnage définitif.

4.1 Reconnaissance sur site

Des études de reconnaissance sur site (études pilotes) ont été réalisées à Noubalé-Ndoki, Boumba Bek, Dzanga-Sangha et Bangassou (Figure 8). Le but des études pilotes MIKE était double : 1) permettre aux chefs d'équipe de mettre en pratique les compétences acquises durant le stage de formation, d'apprendre par leurs erreurs et d'affiner leurs procédures de terrain en conséquence et 2) obtenir des données sur le taux de rencontre des crottins d'éléphants qui serviraient à la conception du plan d'échantillonnage MIKE définitif. A Minkébé et à la Salonga, les études pilotes ne furent pas terminées car ces deux sites étaient trop vastes et rendaient le coût des études pilotes prohibitif. De plus, à Minkébé, des données sur l'abondance des éléphants issues du programme MIKE pilote de 2001 existaient déjà. D'autre part, le chef d'équipe MIKE de Minkébé était un chercheur de terrain expérimenté ayant participé à une formation de terrain intensive pour le personnel MIKE en 1999 et il venait d'obtenir le diplôme de l'Ecole de Faune de Garoua au Cameroun.

A la Salonga une courte étude sur transects avait été réalisée par Van Krunkelsven *et al*. (2000) pour déterminer, à l'origine, la distribution des bonobos mais elle avait donné une idée de l'abondance des crottins d'éléphants. Leurs données et l'expérience de l'assistant technique MIKE Inogwabini Bila -Isia, qui avait passé plus de cinq ans à la Salonga, furent utilisées pour estimer le taux de rencontre des crottins d'éléphants. A Nouabalé-Ndoki, l'étude pilote a été achevée à l'intérieur du parc. Pour la zone tampon (concession forestière de Mokabi) une étude de reconnaissance intensive effectuée un an plus tôt avait donné une indication du taux de rencontre de crottins à prévoir. Les taux de rencontre fournis par les études pilotes sont présentés en Table 5 ci-dessous.

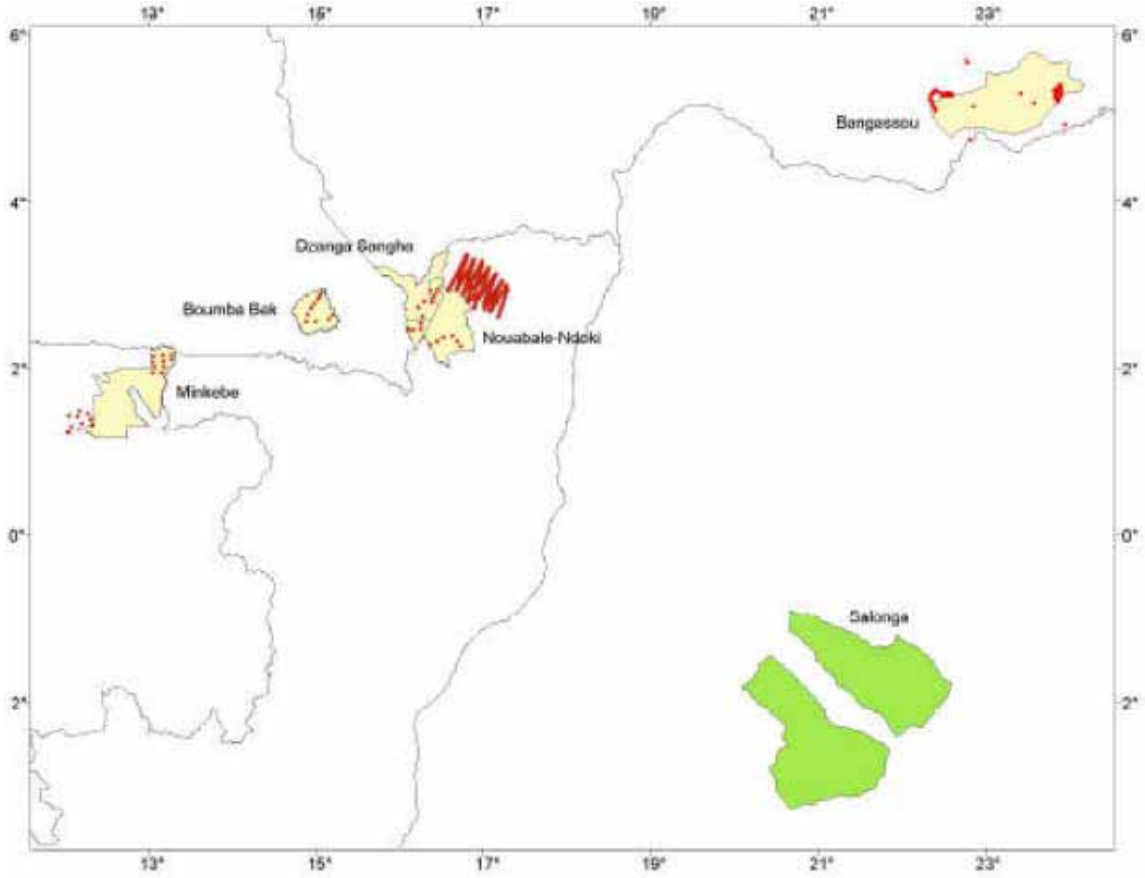
Table 5. Taux de rencontre des crottins d'éléphants fournis par les études pilotes, stratification et répartition de l'effort

Zone/strate	Nombre moyen de crottins n/L (crottins/km)	Variance (n/L)	Paramètre de dispersion estimée (b)	Km de transects nécessaire pour CV 25%	Km de transects du plan d'échantillonnage définitif
NNNP Zone tampon	1,8	6,51	3	27	46
Boumba Bek	3,1	42,54	3	16	47*
Dzanga-Ndoki	10,3	20,92	3	5	7,5
Dzanga-Sangha	4,8	14,92	3	10	26
Minkébé Nord	12,4	83,38	3	4	20
Minkébé Sud	15,5	82,94	3	3	16
Minkébé zone tampon	*3*	-	*3*	*16*	*25*
PNNN	6,8	18,97	3	7	25
Dzanga-Sangha Réserve	1,8	1,58	3	27	24
Salonga fort impact	*0,5*	*?*	*3*	*96*	*95*
Salonga faible Impact	*1*	*?*	*3*	*48*	*54*

Les lignes en italique indiquent que les études pilotes n'ont pas été menées dans ces strates. * A Boumba Bek, la taille de l'échantillon a été augmentée plus que nécessaire pour atteindre une précision de 25% pour l'estimation de l'abondance d'éléphants parce que les gestionnaires du site étaient très intéressés pour recenser la population de grands singes en plus de celle des éléphants et tenaient à obtenir un CV à 25% sur l'estimation de l'abondance des gorilles.

Sur le site de Bangassou, une étude de reconnaissance pilote a été menée sur 65 km de recces et 3 km de transects ; les transects étant situés à au moins 25 km des villages les plus proches (Williamson and Maisels 2004). La majorité des signes enregistrés concernait les activités humaines et les signes d'éléphants étaient rares avec seulement un crottin rencontré sur la totalité du recensement. Il n'est pas possible ni recommandé de baser une étude objective pour estimer l'abondance des éléphants sur de tels résultats et une étude complémentaire a été conçue en espérant qu'elle aidera à mieux comprendre l'abondance et la distribution des éléphants de Bangassou et qu'elle permettra de concevoir un futur inventaire MIKE.

Figure 8. Etudes pilotes et origine des données utilisées pour élaborer le plan d'échantillonnage définitif.



4.2 Formation complémentaire

Malheureusement, en raison du manque de financements, l'atelier de formation complémentaire qui était prévu après les études pilotes n'a pu avoir lieu. Etant donné l'expérience limitée des équipes de terrain, ce fut une perte considérable pour le programme. Un cours pour consolider l'exploration de données, discuter des contraintes et difficultés rencontrées durant les recensements (qu'elles soient techniques ou logistiques), suivi d'un recyclage et d'une révision des objectifs aurait été extrêmement fructueux. A la place de cet atelier, une série de visites de sites fut effectuée par l'assistant coordinateur à la Salonga, Boumba Bek, Nouabalé-Ndoki et Dzanga-Sangha comprenant une rencontre avec les chefs d'équipe des trois derniers de ces sites. Bien

que n'étant pas une solution satisfaisante, c'est tout ce qui était permis dans les limites du budget fluctuant et instable de l'époque. Comme les données de l'étude pilote semblaient avoir été collectées et gérées correctement, la décision fut prise de procéder à l'étude grandeur nature après que les plans d'échantillonnage aient été finalisés et approuvés par le TAG.

4.3 Plan d'échantillonnage définitif

Les recensements de tous les sites excepté Bangassou ont été conçus en utilisant l'option de Distance 4.1 « systematic segmented trackline sampling » (échantillonnage systématique par lignes segmentées) (Thomas *et al*. 2003). Ce type de conception parmi toutes les conceptions d'échantillonnage intégrées à Distance, fournit en général la probabilité de couverture d'échantillonnage la plus régulière (S. Strindberg, comm. pers.). Pour ce programme, les fichiers de forme (shapefile) SIG de la zone et de la strate d'étude de chaque site ont été créés sous ESRI Arcview et importés sous Distance 4.1. Le nombre de transects pour chaque strate, au même titre que leur longueur et leur orientation, est fixé par l'utilisateur. La longueur des transects a été fixée à 1 km, ce qui assure une grande possibilité de réplication sur tous les sites, à l'exception de Dzanga-Sangha, où, dans la strate de forte densité d'éléphants, la longueur des transects était de 0,3 km. Ceci parce que la prédiction du taux de rencontre indiquait que seulement 6 km de transects étaient nécessaires. Par conséquent, pour garantir une couverture spatiale suffisante, des transects plus petits mais plus nombreux ont été recommandés. Le programme était contraint de générer seulement des transects complets (plutôt que de diviser un transect qui tombait sur une limite en deux segments dispersés) ce qui réduit la charge logistique mais influe légèrement sur la probabilité de couverture. Sur les conseils du TAG (Dr Ken Burnham), ce biais fut considéré comme négligeable et fut ignoré.

Les plans d'échantillonnage ont été discutés avec les managers basés sur site pour évaluer leur rapport avec l'impression que ces responsables avaient de l'étendue et de la distribution des populations d'éléphants et pour estimer la faisabilité de la mise en application. Avant de commencer, tous les plans d'échantillonnage ont été corrigés par le

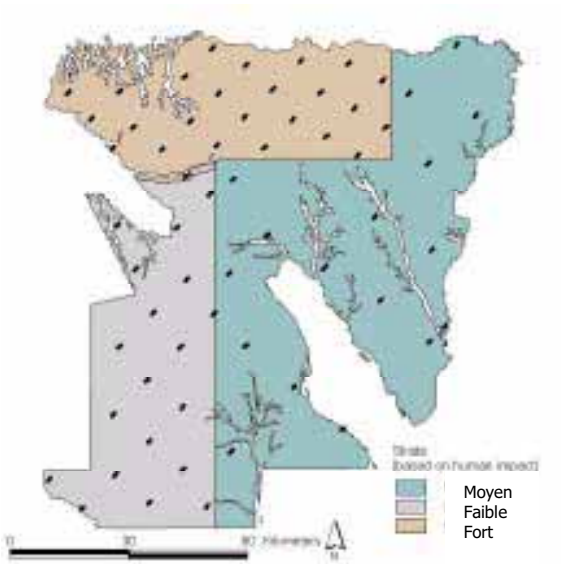
Dr Sam Strindberg (le statisticien de WCS) puis transmis au Dr Ken Burnham (membre du TAG de MIKE), ayant des compétences en échantillonnage par Distance, pour commentaires finaux, révision et approbation.

La représentation géographique du plan d'échantillonnage définitif et les statistiques sommaires sont présentées en Figure 9 et Table 6.

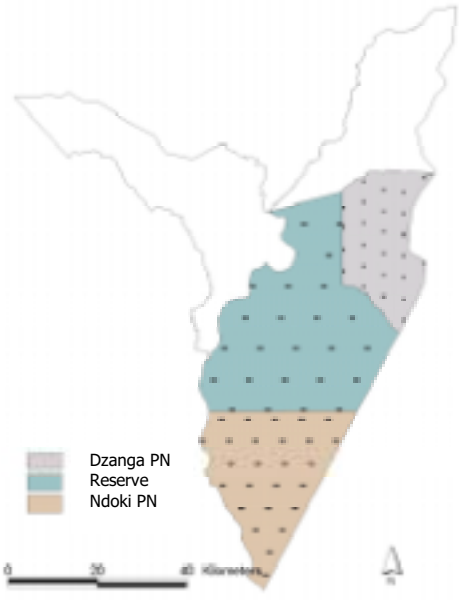
Table 6. Résumé de l'effort d'étude sur chaque site MIKE

	Superficie (km²)						
Site MIKE	Aires protégées	Zone d'étude	Strate (basée sur impact humain)	Superficie de la strate (km²)	N transect	Longueur transect	Longueur totale des transects
Boumba Bek	2383	2383	Réserve	2383	47	1	47
Minkébé	7338	9320	Impact faible (dans PN)	2514	16	1	16
			Impact moyen (dans PN)	4505	20	1	20
			Impact fort (hors PN)	2301	25	1	25
Salonga	34898	25140	Impact faible (dans PN)	14704	54	1	54
			Impact fort (dans PN)	10437	95	1	95
Nouabalé-Ndoki	4220	7821	Impact faible (PNNN)	3991	25	1	25
			Impact fort (UFA Mokabi)	2669	45	1	45
Dzanga-Sangha	2293	2554	Impact faible (PND)	499	25	0,3	7,5
			Impact moyen (PND)	746	26	1	26
			Impact fort (RS)	1309	24	1	24
Bangassou	12011	N/D	N/D	-	-	-	-
	63143			46058	402		384,5

Figure 9. Plan d'échantillonnage définitif pour les inventaires d'éléphants de forêt MIKE

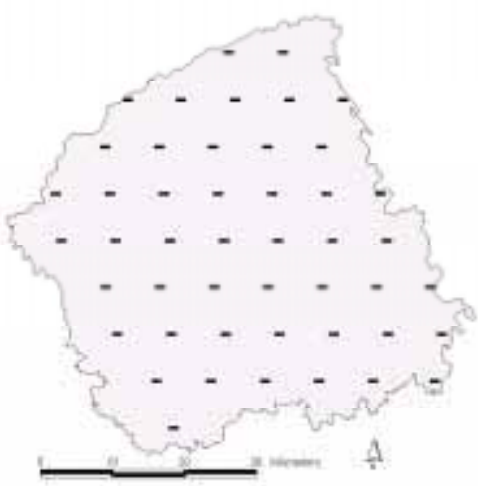


Minkébé



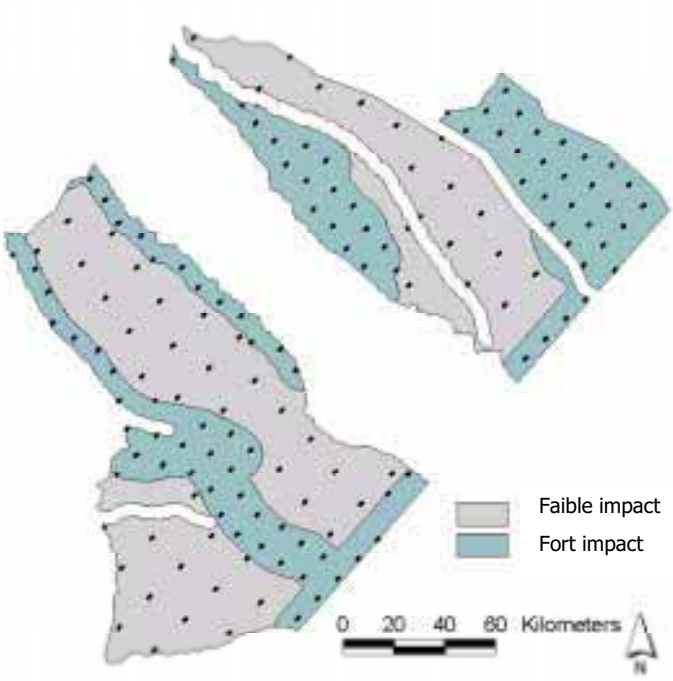
Dzanga-Sangha

Nouabalé-Ndoki

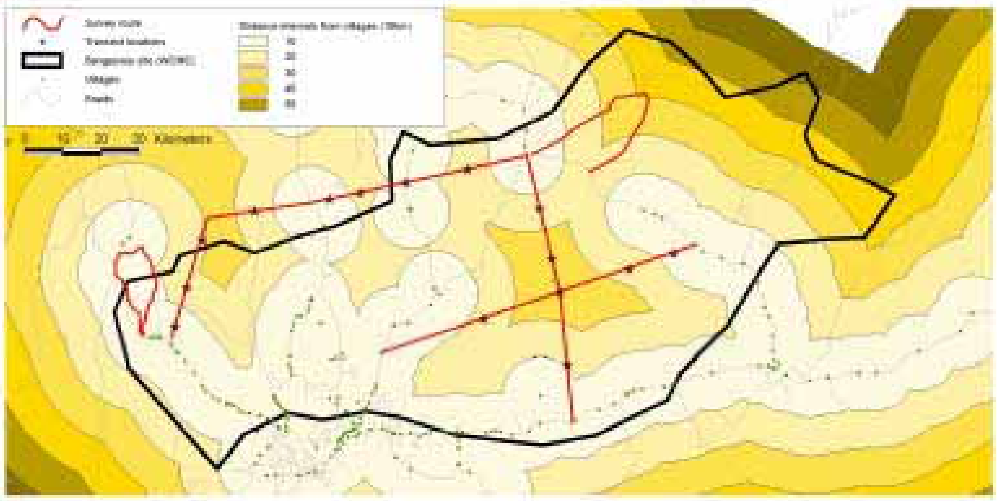


Boumba Bek

Figure 9 contd.



Salonga



Bangassou

Chapitre 5 : Phase 4 – Etudes de terrain et gestion des données

5.1 Mise en œuvre de l'étude

Les rapports complets pour chaque site sont fournis en annexes de ce rapport et seul un résumé des résultats majeurs est ici présenté. Les méthodes de terrain définitives sont présentées en Annexe.

Mécanismes de mise en œuvre

Les études sur le terrain, à l'exception de Nouabalé-Ndoki, ont nécessité beaucoup plus de temps que prévu pour des raisons variant suivant les sites. La Salonga est de loin le site qui a demandé le plus d'efforts. C'était à la fois le site le plus isolé et avec le moins de soutien logistique et administratif. A la Salonga, l'équipe MIKE devait être autosuffisante et indépendante des autorités du parc, ce qui représentait un véritable défi logistique. Le camp de base de la Salonga était installé au village de Monkoto, un grand village dans le secteur ouest de la Salonga, entre les deux segments du parc national. Le village est à 3 ou 4 jours de pirogue depuis le fleuve Congo. Les bateaux, les moteurs, les fûts de gasoil, le gasoil et les pièces de rechange devaient être achetés et gérés par l'équipe. Il n'existait pas d'installation de stockage à Monkoto et les équipes de terrain négociaient avec les autorités locales et les villageois pour louer des locaux de stockage. Il n'y avait pas de groupe électrogène pour alimenter les ordinateurs, ni de bureau fonctionnel où garder l'équipement électronique, ni de radio pour communiquer avec les bases de Kinshasa et de Mbandaka. Par conséquent, des groupes électrogènes, des panneaux solaires et une grande quantité de matériel indispensable ont été achetés et acheminés dans le parc. Les équipes de terrain ont organisé tout cela, embauché des piroguiers, des magasiniers et des gardiens pour le camp. En l'absence de logement, les équipes ont construit un petit camp de tentes sous bâche près du QG de l'ICCN à Monkoto qui leur servit de base l'année suivante. Finalement, et malgré la période initiale de discussion et de négociation au niveau du village et des autorités locales, les équipes MIKE rencontrèrent de nombreux problèmes pour être autorisés à travailler en forêt. Dans certains cas, les chefs de villages interdisaient aux équipes de pénétrer dans

« leur » forêt, dans d'autres cas, ce fut les autorités qui en faisaient de même. A plusieurs occasions, des braconniers d'éléphants bien connus, qui étaient évidemment opposés à la présence de MIKE dans la région, ont violemment menacé les équipes MIKE s'ils elles pénétraient en forêt. Le fait que les équipes MIKE de la Salonga aient réussi à contourner ces obstacles fait honneur à leur persévérance et à leur courage.

Le site de Bangassou a aussi relevé des défis de cet ordre avec un soutien limité de la part du CECI en pleine crise de financement. Deux points précis furent cependant responsables des retards à Bangassou. Premièrement, le recensement complet de la zone n'était pas possible en saison sèche lorsque la plupart des petites rivières sont asséchées et que l'eau potable est introuvable sur la plupart de la zone. Deuxièmement, la menace représentée par les braconniers armés soudanais et tchadiens était réelle et le risque que cela représentait pour les équipes de terrain non armées était trop important pour être pris. A l'inverse, dans tous les autres sites, il existait des infrastructures de gestion d'aires protégées fonctionnelles, du personnel et des administrations qui facilitèrent grandement la mise en application de MIKE. Sur ces sites, les bateaux et les véhicules ont pu être loués par MIKE, des bureaux furent fournis, un personnel local fut identifié et mis à disposition et toutes les fonctions administratives des projets de conservation se sont mobilisées pour permettre l'achèvement des études de terrain.

A l'exception de Bangassou, l'achèvement des recensements a pris trop de temps (voir Table 7), la cause principale étant les longs temps morts entre les différentes missions de terrain. Une mise en œuvre rapide des recensements était importante pour plusieurs raisons. Premièrement, les éléphants peuvent subir de forts mouvements saisonniers, ce qui déplace leurs zones de concentration locales. Par conséquent, les recenser sur une courte période réduit les biais induits par les changements de distribution. Deuxièmement, les facteurs qui contrôlent la dégradation des crottes (White 1995, Barnes and Dunn 2002) et éventuellement la défécation (Ruggiero 1992) sont saisonniers. Donc, mener un recensement dans des conditions climatiques constantes réduit les biais. Troisièmement, la date prévue pour terminer toutes les analyses de résultats et les rapports MIKE était la CdP 13 (Conférence des Parties) programmée pour

octobre 2004. Quatrièmement, et surtout, les financements étaient particulièrement serrés pour ces recensements et plus le temps passé à mener ces recensements a été long plus le programme est devenu coûteux en raison des salaires et autres frais d'opération. Dans la plupart des cas, les projets de terrain ont aidé à couvrir les frais des équipes lorsqu'elles dépassaient le délai prévu pour terminer leur mission.

Table 7. Détails de la mise en œuvre des recensements

Site	Date de début	Date de fin	Total jours	Jours sur le terrain	jours terrain en % total jours	N équipes	Longueur recces (km)	N transects parcourus
Boumba Bek	08-oct-03	10-mai-04	215	71	33	1	473	47
Dzanga - Sangha	16-août-03	30-avr-04	258	87	34	2	383	75
Minkébé	30-juil-03	25-juin-04	331	113	34	1	659	60
Nouabalé-Ndoki	24-mai-03	14-déc-03	204	93	46	2	732	71
Salonga	23-mai-03	05-juil-04	409	160	39	2/4	1727	130
Bangassou	10-mai-04	18-juin-04	39	39	100	2	505	14
Total			1456	563			4479	397

Chapitre 6 : Phase 5 – Analyse de données et rédaction de rapports

6.1 Atelier analyses et rédaction de rapports

Un atelier « analyses et rédaction de rapports » rassemblant tous les chefs d'équipe de tous les sites de recensement d'éléphants de forêt MIKE (voir la liste des participant en Table 8) s'est tenu du 1er juillet au 15 août 2004 au centre de formation WCS, près du parc national de la Lopé au Gabon. L'atelier comportait trois thèmes : gestion des données, analyse de données et rédaction de rapports (Table 9).

Table 8. Liste des participants à l'atelier

Nom	Site MIKE	Pays	Affiliation	Statut
Omari Ilambu	Salonga	RDC	WCS/ICCN	Chef d'équipe
Mbenzo Pupa	Salonga	RDC	WCS/ICCN	Chef d'équipe
Falk Grossmann	Salonga	RDC	WCS	Chef d'équipe
Bruno de Semboli	Dzanga-Sangha	RCA	WWF/MEFCEPT	Chef d'équipe
Rosine Bayogo	Bangassou	RCA	CICI/MEFCEPT	Chef d'équipe
Patrick Boudjan	Nouabalé-Ndoki	Congo	WCS	Chef d'équipe
Calixte Mokoumbou	Nouabalé-Ndoki	Congo	WCS	Chef d'équipe
Lambert Bene Bene	Boumba Bek	Cameroun	WWF	Chef d'équipe
Marc Ella Akou	Minkébé	Gabon	WWF	Chef d'équipe
Cedric Mouya	Minkébé	Gabon	WWF	Assistant technique
Stephen Blake	Regional		WCS	Coordinateur régional des inventaires
Didier Divas	Aucun			Spécialiste UMDGIS
Fiona Maisels	Regional		WCS	Spécialiste formation et monitoring

Cet atelier fut la première occasion de rassembler toutes les équipes d'inventaires MIKE depuis le stage initial de formation aux méthodes de terrain de mars 2003. Par conséquent, les premiers jours servirent à discuter les progrès et succès de chaque équipe pour l'année écoulée et à finaliser les objectifs et le calendrier de l'atelier. Un cadre de travail pour le rapport final avait été précédemment élaboré et envoyé à tous les participants et il a été peaufiné en avant-projet au début de l'atelier. La définition préalable des chapitres du rapport incluant tableaux spécifiques, graphiques, cartes et outils d'analyse nous a permis d'orienter, dès le début, l'atelier vers une série d'activités

logiques destinées à produire les résultats escomptés. Ceci a permis de rentabiliser l'atelier et de réduire le temps passé à des activités moins essentielles.

Table 9. Programme de l'atelier « analyse et rédaction de rapports » MIKE, Juillet-Août 2004.

	Objectif	**Activité**	**Points de référence**	**Dirigé par**
1	Données de terrain nettoyées, formatées, sauvegardées et prêtes pour l'analyse.	Saisie des données restantes : transects, recces, pluviométrie. Vérifications aléatoires avec les carnets de terrain Nettoyage des données et des formats Sauvegarde	Données GPS avec attributs (y compris photos) intégrées dans Access et/ou Excel. Shape files créés incluant les d'attributs	Blake, Maisels
2	Données spatiales de chaque site disponibles sous Arcview	Assembler toutes les strates (layers) SIG disponibles dans un projet Arcview - routes - rivières - villages et populations humaines - camps - utilisation des terres - activité d'exploitation forestière - végétation - activité de conservation (patrouilles anti-braconnage, villages de conservation, etc.)	Projets Arcview créés	Blake, Maisels, Divas
3	Analyse des Données exploratoires terminée	Taux de rencontre des variables sélectionnées sur transects et recces à partir des données Excel	Tableaux et graphiques des taux de rencontre sur transects et recces. Crottins d'éléphants Rencontres avec les éléphants (vus et entendus) Nids de grands singes Rencontre de grands singes Humains - Tous signes et classés par catégories Carcasses d'éléphants Autres grands mammifères	Blake, Maisels
4	Estimation de l'abondance au niveau des sites pour les éléphants et grands singes	Analyses de base avec Distance	Estimations de l'abondance avec intervalles de confiance	Blake
5	Valeurs de covariables pour les données spatiales attribuées aux transects sur tous les sites	Spatial Analyst utilisé pour obtenir des surfaces de covariables à travers les paysages	Création de tableaux de variables dépendantes/indépendantes compatibles avec les besoins d'une modélisation spatiale	Blake
6	Pré-rapports au niveau des sites	Rédaction des rapports Pré-rapports envoyés aux managers des sites et Luhunu	Pré-rapports en anglais et français	Blake, Maisels
7	Achèvement des rapports finaux	Rédaction des rapports	Rapports finaux	
8	Rapports disponibles pour les directeurs de faune			

Le premier exercice majeur pour chaque équipe de terrain était de saisir les dernières données de terrain restantes, soit sous Excel soit sous Access, de les archiver, les sauvegarder sur un CD et sur un disque dur externe. Le niveau de préparation des chefs d'équipe à cet atelier était extrêmement variable. L'équipe de Noubalé-Ndoki, composée des chercheurs de terrain les plus expérimentés du groupe, avait terminé l'inventaire plusieurs mois avant et les données étaient propres et déjà archivées en arrivant à l'atelier. Les équipes de Minkébé et de la Salonga venaient de finir l'inventaire et n'avaient saisi qu'un tiers de leurs données dans le fichier de données Access de MIKE fait sur mesure. En ce qui concerne l'équipe de la Salonga, les trois premières semaines, au moins, furent consacrées à la saisie et à l'organisation des données alors que l'équipe de Minkébé ne termina la saisie des données qu'à la fin de l'atelier, n'ayant plus de temps pour l'analyse des données et la rédaction du rapport pour ce site. Au site de Boumba Bek, des Cyber-trackers (ordinateur de terrain avec un logiciel d'acquisition de données) ont été utilisés tout au long de l'étude ce qui a considérablement réduit le temps nécessaire pour saisir, nettoyer et vérifier les données. Le temps dédié à la formation à la saisie de donnée et à la gestion de base a été insuffisant. Cependant, certains chefs d'équipe n'avaient pas consacré assez d'efforts pour la saisie de données et pour acquérir les compétences en informatique. Durant les études de terrain, nous avions conseillé aux chefs d'équipe MIKE de profiter des temps de récupération entre les missions pour saisir les données de la mission précédente et fournir une copie de ces données sur CD au responsable de site MIKE, aux autorités de gestion locales et au coordinateur MIKE et de ne pas repartir sur le terrain avant d'avoir terminé. Ceci présentait le double avantage de sauvegarder et d'archiver les données et également de fournir des informations en temps voulu à la hiérarchie MIKE. De plus, les erreurs de méthodologie et de prise de données auraient pu être détectées à temps et rectifiées puisque le coordinateur aurait eu accès aux données en cours de mission.

Malheureusement, dans la plupart des cas, cette étape importante n'a pas été respectée. Des rapports de site ont été réalisés par les équipe de Nouabalé-Ndoki, Boumba Bek, Salonga, Bangassou et Dzanga-Sangha et sont présentés dans l'annexe qui suit ce rapport. Le chapitre suivant présente une synthèse par région des principaux résultats

des inventaires et se termine par une série de conclusions sur le statut actuel des éléphants au sein des sites MIKE et sur les progrès réalisés durant ces inventaires vers les buts et objectifs de MIKE.

Chapitre 7 : Synthèse des résultats

7.1 Abondance des crottins d'éléphants

Les données de terrain étaient bien conformes aux hypothèses de l'échantillonnage par Distance sur trois sites (Minkébé, Nouabalé-Ndoki et Dzanga-Sangha) et des estimations valides de densité de crottins ont été réalisables avec Distance 4.1. Dans le cas de la Salonga, les données de terrain ont été collectées correctement et les courbes de détection correspondaient parfaitement aux données (voir le rapport de site). Cependant, l'échantillon d'observations (crottins) n'était que de 35 après troncation ce qui est en dessous du minimum recommandé de 60 à 80 enregistrements pour une analyse valable (Buckland *et al*. 1993). Les analyses avec Distance ont été exclues pour le jeu de données de Boumba Bek en raison d'erreurs dans la collecte de données, avec un grave problème d'arrondissement des distances qui n'a pas permit d'ajuster une fonction de détection aux données. Cependant, nous avons tenté de corriger ce problème et de fournir un ordre de grandeur des estimations de densité comme nous l'expliquons ci-dessous. A Bangassou, les estimations de densité de crottins furent impossibles en raison d'une taille d'échantillon de crottins trop réduite.

La densité de crottins d'éléphants varie selon un ordre de magnitude de trois sur l'ensemble des sites MIKE (Table 10). La Salonga renferme la plus faible densité de crottins estimée avec une moyenne sur l'ensemble du site de seulement 91,6 crottins/km² soit plus de 6 fois moins que ce qui a été enregistré sur tous les autres sites, à l'exception peut-être de Bangassou qui ne compte que 0,5 crottins au km. La densité de crottins à Minkébé était la plus élevée. En effet, la densité à l'intérieur du parc de Minkébé était 60 fois plus élevée que celle du PN de la Salonga et 5,7 fois plus que celle du PN de Nouabalé-Ndoki. Parmi les sites MIKE basés dans des parcs nationaux, Nouabalé-Ndoki et Dzanga-Ndoki renferment des densités de crottins comparables avec des estimations de 1 136,1 tas/km² (PNNN), 1 114,2 tas/km² (PN de Dzanga) et 960,4 tas/km² (PN Ndoki). Pour le site de la Salonga, il y avait peu de différence de densité de crottins suivant les strates avec 92,4 et 90,2 crottins/km² dans les strates à faible et à

fort impact humain respectivement. A Boumba Bek, une estimation valable de la densité de crottins n'a pas été possible en raison de problèmes méthodologiques que nous discuterons plus loin dans ce rapport. Toutefois, le taux de rencontre des crottins de 2,4 tas/km a suggéré que la densité était relativement faible comparée aux autres aires protégées prospectées, à l'exception de la Salonga.

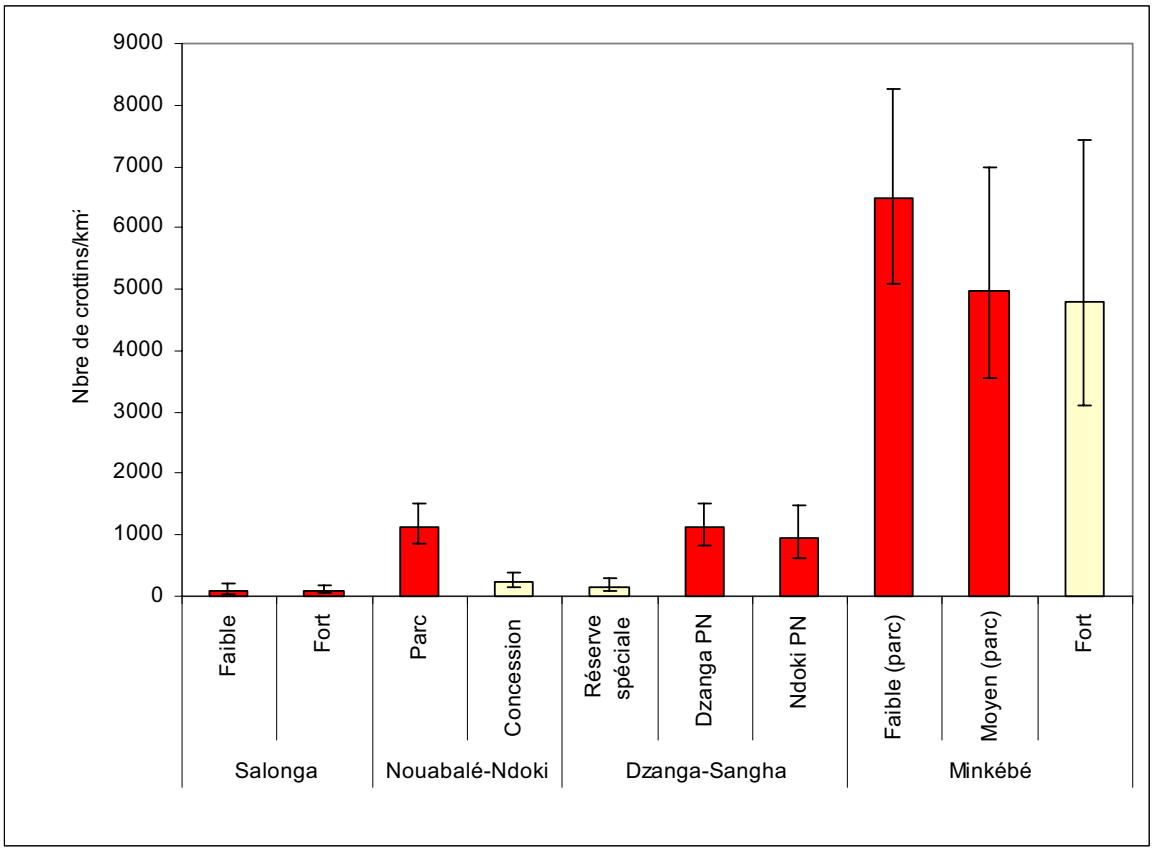
Sur les sites où l'échantillonnage s'effectuait à la fois à l'intérieur et à l'extérieur des parcs nationaux, la densité de crottins était systématiquement plus élevée à l'intérieur comparée aux strates périphériques en dehors des parcs (Figure 10 et Table 10). A Nouablalé-Ndoki, la densité de crottins à l'intérieur du parc était 4,7 fois supérieure à celle mesurée dans la concession forestière de Mokabi. A Dzanga-Sangha, la densité de crottins au sein de la réserve spéciale était 6,4 fois inférieure à la valeur moyenne de celle des 2 secteurs du parc national. Sur le site de Minkébé, la densité de crottins sur les deux strates à l'intérieur du parc était de 5 461,8 tas/km² et de 4 807 tas/km² dans la strate non protégée au nord-ouest du parc. Les zones de relevés pour la Salonga et Boumba Bek ne s'étendaient pas hors des limites des réserves, la comparaison entre aire protégée et non protégée n'est donc pas disponible.

Table 10. Récapitulatif des résultats obtenus pour les densités de crottins d'éléphants par strate et par site à partir des relevés sur transects linéaires

Site	Strate	n tas de crottin observé	f(0)[1]	P[2]	ESW[3]	n/L (crottins/km)[4]	Densité crottins /km²	% CV	Intervalle de confiance à 95%	
									Bas	Haut
Salonga	Faible impact humain	16	0,6362	0,6164	1,572	0,29	92,4	38,7	43,9	194,4
	Fort impact humain	20				0,28	90,2	33,3	47,4	171,6
	Cumulé	**36**					**91,6**	**29,8**	**51,4**	**163,3**
Nouabalé-Ndoki	PNNN	208	0,0273	0,4882	366,2	8,32	1136,1	13,9	856,5	1506,9
	Concession forest.	82				1,8	243,4	23,3	153,4	386,2
	Cumulé	**290**					**778,3**	**12,7**	**602,2**	**1006**
Dzanga-Sangha	Réserve spéciale	36	0,0225	0,3052	442,5	1,4	162,7	30,8	87,5	302,6
	PN Dzanga	71				9,9	1114,2	14,6	827,2	1500,7
	PN Ndoki	221				8,5	960,4	21,5	620,3	1486,9
	Cumulé	**328**					**581,7**	**12,9**	**449,5**	**752,8**
Minkébé	Faible impact humain (parc)	306	0,0679	0,2609	147,2	19,1	6498,3	11,6	5106,8	8269
	Impact humain moyen (parc)	243	0,0808	0,2192	123,6	12,3	4980,9	16,3	3557,6	6973,5
	Fort impact humain	398	0,0604	0,2935	165,56	15,9	4807,8	21,5	3112,9	7425,6
	Cumulé	**947**					**5347,6**	**9,5**	**4417**	**6474**
Boumba Bek		115				2,4	-	-		
Bangassou		7				0,5	-	-		

[1] Valeur de la fonction de la probabilité de densité à une distance perpendiculaire de zéro pour les transects linéaires
[2] Probabilité de détecter un objet dans une zone définie
[3] Largeur de bande effective (effective strip width, ESW)
[4] n/L taux de rencontre de tas de crottins

Figure 10. Densité de crottins d'éléphants par site MIKE et par strate (secteurs dans les parcs nationaux en rouge).



Abondance d'éléphants

Les estimations de l'abondance d'éléphants à partir de la densité de crottins furent grossières car nous ne disposions pas de données spécifiques à chaque site sur le taux de défécation des éléphants ou le taux de dégradation des crottins. Ces données sont indispensables pour convertir convenablement la densité de crottins en densité d'éléphants (Barnes and Dunn 2002). En l'absence de telles données, et pour pouvoir faire cette analyse, le taux de défécation et le temps moyen de dégradation des crottins ont été établis, pour tous les sites, à 19 crottins par jour et 90 jours respectivement. Il ne fut pas attribué de variance ou d'intervalle de confiance à ces valeurs puisqu'elles étaient basées sur des hypothèses plutôt que sur des données de terrain. Les estimations de densité d'éléphants d'après les analyses avec Distance sont présentées

dans la Table 11. Ces résultats montrent que sur les quatre parcs nationaux inventoriés, seul deux (Minkébé et Nouabalé-Ndoki) contiennent plus de 1 000 éléphants. Le PN de Minkébé en lui-même pourrait contenir quelque 20 000 éléphants tandis que les éléphants de Nouabalé-Ndoki furent estimés à 2 652 individus ! Cependant, considérant qu'ils représentent des espaces contigus, les parcs nationaux du complexe Noubalé-Ndoki-Dzanga-Ndoki pourraient contenir environ 3 400 éléphants appartenant à une population unique. A Boumba Bek, le taux de rencontre des crottins sur les transects suggère une densité d'éléphants de l'ordre de 0,133/km² et une estimation grossière de 318 éléphants à l'intérieur de la réserve (Table 11 et explications ci-dessous).

Table 11. Densité des crottins d'éléphants et estimations brutes de l'abondance des éléphants

Site	Strate	n/L (crottins/ km)	Crottins /km²	% CV	Densité d'élephants	N éléphants	IC 95% min.	IC 95% max.
Salonga	Faible	0,3	92	38,7	0,054	794	377	1672
	Fort	0,3	90	33,2	0,053	392	206	746
Nouabalé-Ndoki	Parc	8,3	1071	13,3	0,66	2652	1999	3517
	Concession forest.	1,8	229	22,9	0,14	380	239	603
Dzanga-Sangha	Réserve spéciale	1,4	163	30,8	0,095	125	67	232
	PN Dzanga	9,9	1114	14,6	0,651	325	241	438
	PN Ndoki	8,5	960	21,5	0,561	419	271	649
Minkébé	Faible (parc)	19,1	6498	11,6	3,8	9556	7510	12160
	Moyen (parc)	12,3	4981	16,3	2,9	13122	9372	18371
	Fort	15,9	4808	21,5	2,8	6469	4188	9991
Boumba Bek		2,4	-	-	0,133*	318*	-	-
Bangassou		0,5	-	-	-	-	-	-

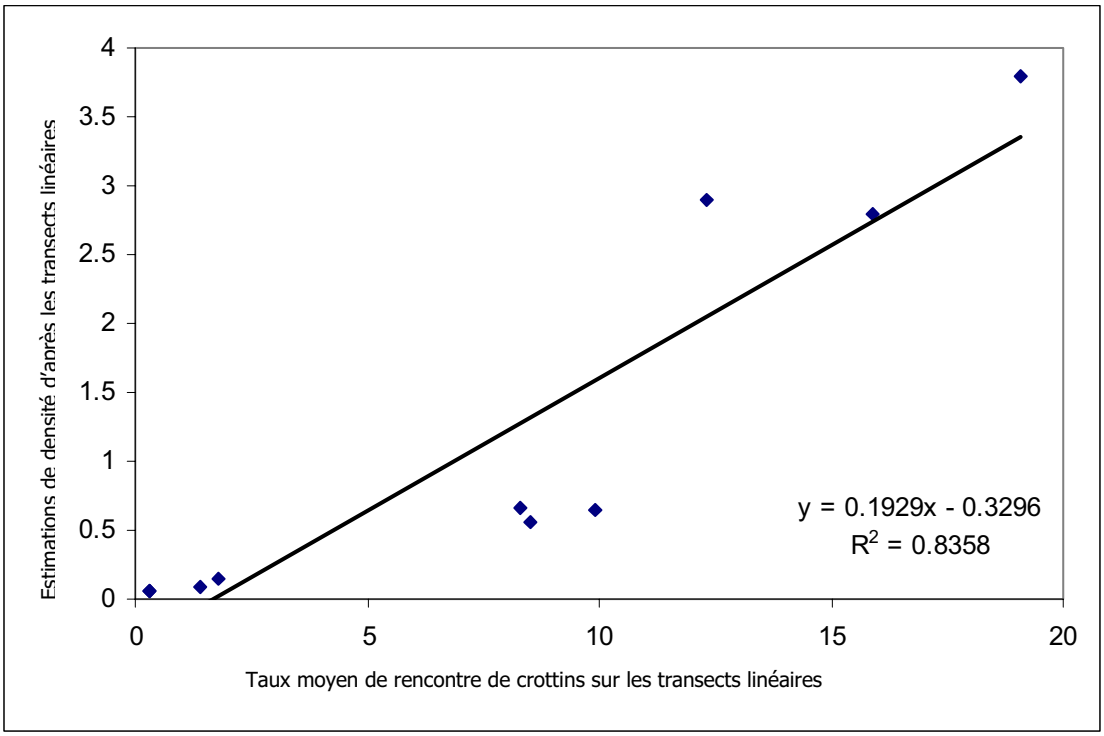
* Cette estimation approximative a été calculée en estimant la densité de crottins à partir des taux de rencontre et des estimations de densité de crottins de toutes les strates de Minkébé, Nouabalé-Ndoki, Dzanga-Sangha et la Salonga et en appliquant ce rapport aux taux de rencontre de Boumba Bek. Le rapport 'taux de rencontre/estimation de densité de crottins' fut obtenu par la formule y = 0,193x –0,330 (R = 0,836). Ceci présuppose que les caractéristiques de la courbe de détection pour Boumba Bek ne sont pas trop éloignées de celles des autres sites (voir les explications ci-dessous).

Estimation de la densité de crottins à Boumba Bek

Lorsque les taux moyens de rencontre de crottins sur transects linéaires ont été confrontés aux taux moyens de rencontre sur les recces-voyage, strate par strate, une corrélation positive significative a été trouvée (Figure 11. Rho de Spearman : 0,914, n=10, P=<0,001). En admettant qu'il n'y avait pas de différences importantes entre les capacités des observateurs de Boumba Bek et celles des observateurs sur les autres sites, ce rapport a été utilisé pour convertir le taux de rencontre de crottins en densité

de crottins. Il s'agit manifestement d'une estimation grossière mais elle donne une idée de l'ordre de grandeur de la densité de crottins et de l'abondance d'éléphants.

Figure 11. Rapport entre le taux moyen de rencontre de crottins et la densité moyenne estimée de crottins sur les transects de toutes les strates de cette étude MIKE

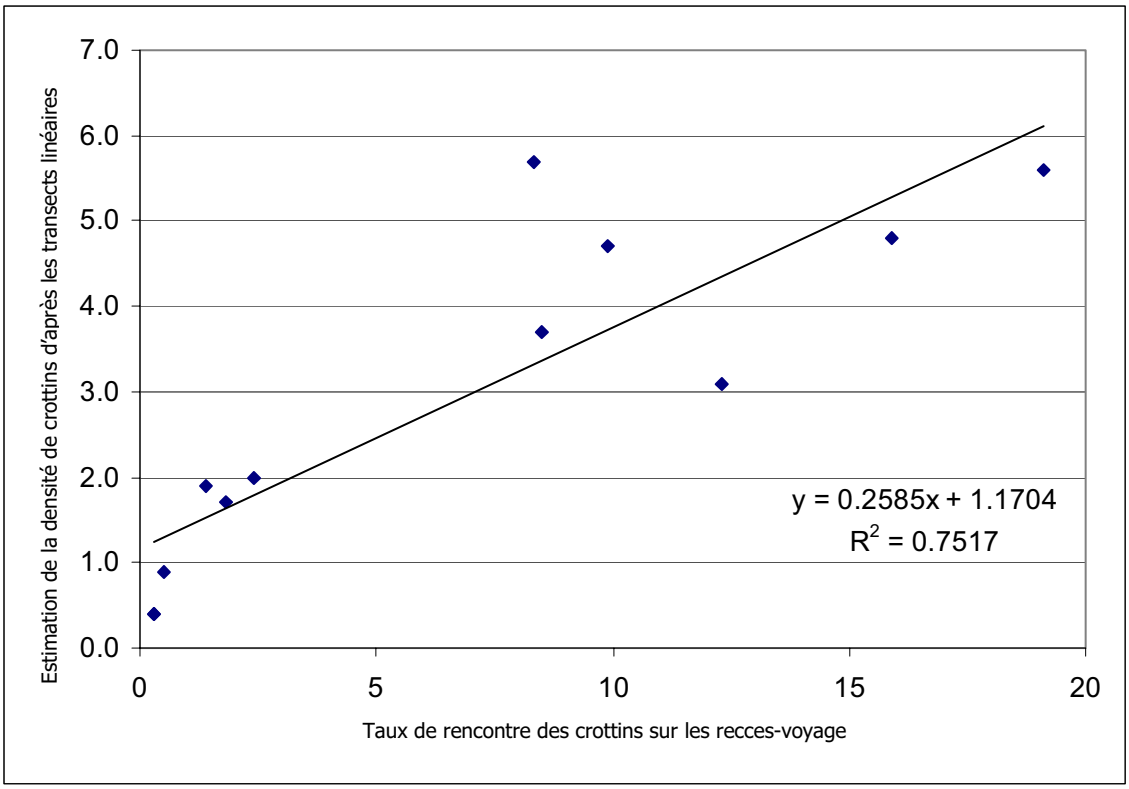


Taux de rencontre de crottins d'éléphants sur les recces-voyages

Les résultats et l'interprétation des données des recces-voyage par rapport à l'abondance et à la distribution des éléphants sont examinés d'une manière très détaillée dans les rapports de site. En ce qui concerne ce rapport récapitulatif régional, il est important de noter qu'une forte corrélation positive existait entre l'abondance d'éléphants estimée sur les transects et sur les recces-voyage, strate par strate (Figure 12, Rho de Spearman : 0,865, n=12, P<0,001). Des taux de rencontre particulièrement bas ont été enregistrés au PN de la Salonga et le taux maximum de 5,7 tas de crottins/km a été enregistré au PN de Nouabalé-Ndoki. La forte corrélation à travers les sites et les observateurs suggère que les recces-voyages peuvent avoir une certaine valeur quant à l'estimation du statut

des populations d'éléphants dans les forêts d'Afrique centrale lorsque les budgets et le temps disponibles sont limités, comme l'avait déjà signalé Barnes (1989a) dans « Poor Man's Guide to Counting Elephants ».

Figure 12. Rapport entre le taux de rencontre des crottins enregistré sur les transects et sur les recces-voyage



7.2 Abondance de signes humains

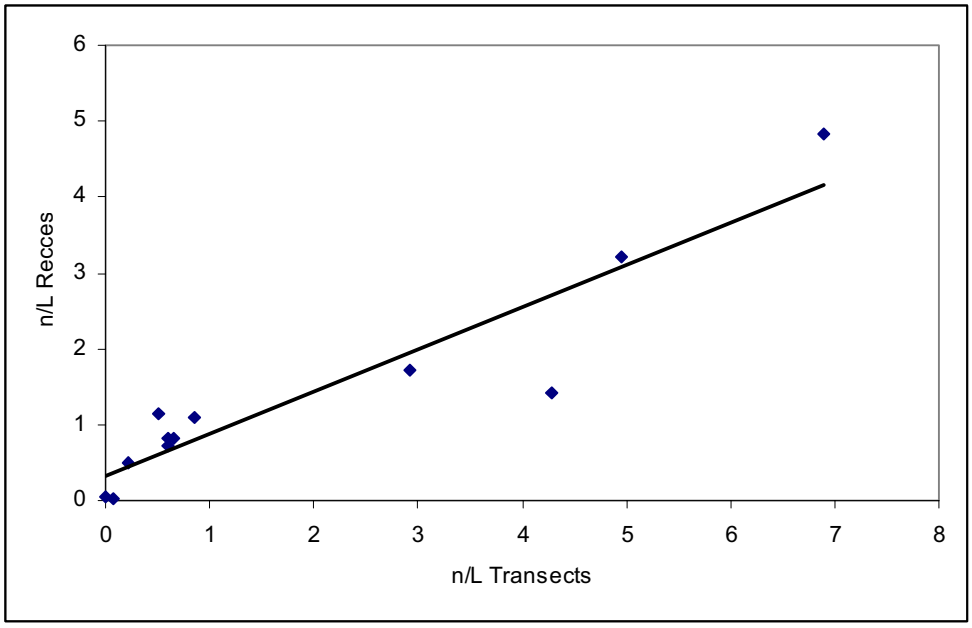
Sur l'ensemble des sites MIKE, quatre strates d'échantillonnage étaient remarquables pour leur forte abondance de signes humains enregistrés sur les transects linéaires : la réserve spéciale de Dzanga-Sangha, le PND et PNN ainsi que la concession forestière de Mokabi (Table 12) avec des taux de rencontre respectifs de 6,89 ; 4,28 ; 2,92 et 4,96 signes/km. Ces quatre strates situées au sein de deux sites MIKE forment, le long du PN de Nouabalé-Ndoki, un seul et même bloc de forêts contiguës. Dans toutes les autres strates des sites MIKE, les taux de rencontre de signes humains étaient inférieurs à 1,0/km. Dans le PND, une proportion difficile à évaluer mais sûrement non négligeable

de signes humains était due aux chercheurs et aux gardes du parc, ce qui a par conséquent surestimé l'impact humain (dans le cas où les signes humains sont utilisés comme indice de menace). A l'inverse, deux strates présentaient une très faible abondance de signes humains, les strates à faible impact humain des PN de Nouabalé-Ndoki et de Minkébé (Table 12). Pas un seul signe humain ne fut enregistré dans la strate à faible impact de Minkébé sur 16 km de transects. Une tendance similaire s'est également retrouvée dans le taux de rencontre enregistré sur les recces-voyage avec seulement un signe humain rencontré tous les 25 km. Dans toutes les autres strates, les signes humains étaient relativement communs même au cœur des parcs nationaux. Une corrélation positive significative entre le taux de rencontre de signes humains sur les transects et sur les recces-voyage (Figure 13, Rho de Spearman : 0,940, n=12, P<0,001) indiquait que les recces-voyage peuvent donner une estimation valable du niveau et de la distribution des activités humaines en forêt.

Table 12. Données récapitulatives de l'abondance de signes humains par site et par strate sur les transects et les recces-voyage

Site	Strate	Taux de rencontre					
		Tous signes humains TRANSECTS	Tous signes humains RECCEs-VOYAGE	Camps de chasse	Camps de chasse à l'éléphant	Pièges	Cartouches de fusil
Boumba Bek		0,60	0,82	0,03	0,00	0,14	0,00
Nouabalé-Ndoki		3,24	1,36	0,07	0,02	0,30	0,29
	PNNN	0,08	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
	Mokabi	4,96	3,22	0,17	0,04	0,72	0,69
Dzanga-Sangha		5,10	2,62	0,34	0,00	0,47	0,38
	RS	6,89	4,84	0,59	0,00	0,47	0,32
	PNN	2,92	1,72	0,39	0,00	0,63	0,61
	PND	4,28	1,42	0,15	0,00	0,41	0,35
Minkébé		0,32	0,51	0,05	?	0,02	0,08
	Fort impact	0,60	0,72	0,10	?	0,03	0,04
	Impact moyen	0,21	0,51	0,04	?	0,00	0,00
	Faible impact	0,00	0,04	0,01	?	0,00	0,00
Salonga		0,76	1,00	0,14	0,02	0,20	0,00
	Faible impact	0,65	0,83	0,10	0,03	0,12	0,00
	Fort impact	0,85	1,10	0,27	0,03	0,26	0,00
Bangassou		0,50	1,14	0,11	0,00	0,06	0,33

Figure 13. Rapport entre les taux de rencontre de signes humains enregistrés sur les transects et les recces, par strate, sur tous les sites MIKE



Des traces d'abattage illégal d'éléphants ont été enregistrées dans tous les sites MIKE, y compris à l'intérieur des limites des parcs nationaux (Table 13). Des carcasses d'éléphants, dont la mort par braconnage a été confirmée, ont été retrouvées dans tous les sites avec le plus grand nombre de carcasses (19) enregistré à Minkébé. Paradoxalement, Minkébé est également le site qui contient le plus grand nombre absolu et la plus forte densité d'éléphants de tous les sites MIKE inventoriés. Cependant, le plus fort taux de rencontre de carcasses sur les recces a été enregistré à Dzanga-Sangha avec 6 carcasses braconnées détectées sur 383 km de recces (Table 13), soit un taux de rencontre de carcasses braconnées de 15,7 par 1 000 km de recce-voyage parcourus. Le site de Minkébé arrive en deuxième position avec un taux de rencontre de carcasses braconnées de 13,7 par 1 000 km. A Boumba Bek, une carcasse a été trouvée sur un transect linéaire mais aucune n'a été trouvée pendant les recces. Il y a deux raisons possibles : 1) le taux de braconnage est faible donc les carcasses rares, 2) des différences méthodologiques dans la façon d'effectuer les marches de reconnaissance à Boumba Bek ont réduit les chances de détecter les carcasses contrairement aux autres sites. Ce dernier point est discuté que ci-après.

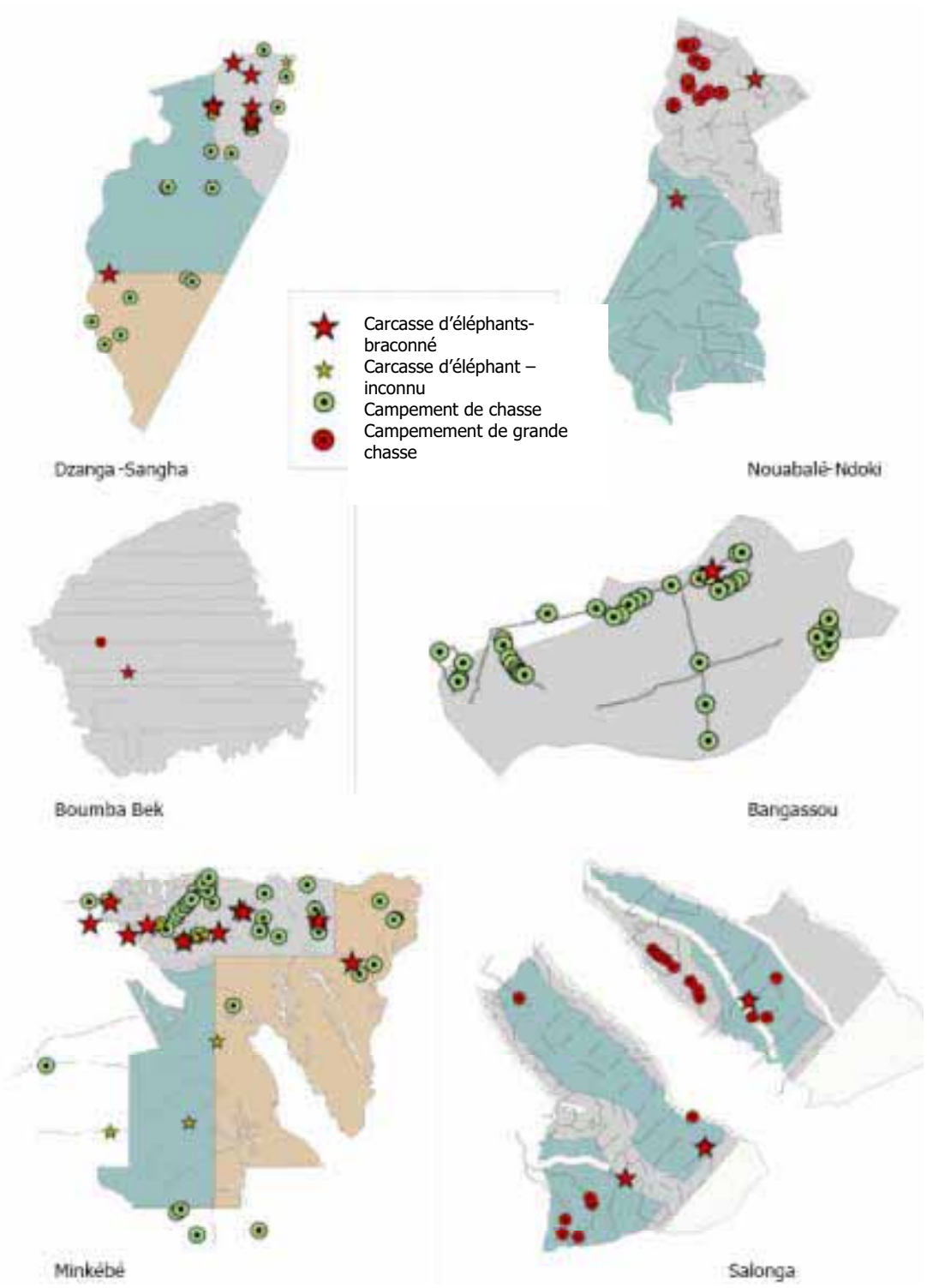
La distribution de signes formels de braconnage d'éléphants varie selon les sites (Figure 14). A Nouabalé-Ndoki, les carcasses braconnées étaient extrêmement rares avec seulement une carcasse dans chaque parc national. Les deux parcs semblent être relativement bien protégés d'un braconnage intensif. En revanche, les données suggèrent que leur périphérie subit un braconnage d'une intensité relativement importante. La tendance inverse a été constatée à Dzanga-Sangha où huit des neuf carcasses enregistrées furent trouvées à l'intérieur du parc ou dans les 2 km bordant le parc et représentant la strate qui contient la plus forte densité d'éléphants sur ce site. Cette distribution de carcasses suggère que les chasseurs d'éléphants ciblent la zone qui contient la plus forte densité d'éléphants, bien que ce soit une aire protégée. Seulement trois éléphants braconnés ont été trouvés à la Salonga et un seul à Bangassou.

Des camps de chasse ont été enregistrés sur chaque site et dans tous les parcs nationaux bien que les camps de chasse à l'éléphant n'aient été formellement identifiés que sur trois des six sites (Nouabalé-Ndoki, la Salonga et Boumba Bek). Il est souvent difficile de différencier de manière sûre les camps de chasse à l'éléphant des autres types de camps (présence de fusil à éléphant et de munitions) et il est probable que des chasseurs d'éléphants occupent également certains de ces « autres » camps. Sur la totalité des sites, 53 camps de chasse à l'éléphant confirmés et 235 « autres » camps ont été enregistrés sur les recces-voyage. Aucun camp de braconniers d'éléphants n'a été enregistré dans le parc national de Nouabalé-Ndoki alors que 13 ont été enregistrés dans la concession forestière contiguë de Mokabi. De même à Minkébé, seulement 6 des 45 camps de chasse enregistrés se trouvaient à l'intérieur du parc national.

Table 13. Données récapitulatives des signes d'abattage illégal des éléphants enregistrés sur les marches de reconnaissance (recces)

Site	Effort de Recce (km)	N carcasses braconnées (recces)	Taux rencontre carcasses (par 1000km)	Toutes les carcasses trouvées sur inventaires	Confirmées braconnées	Braconnées en % de toutes	N camps chasse elephant confirmés	N autres camps de chasse	Taux rencontre des camps (par 1000km)
Boumba Bek	473	0	0,0	1	1	100	1	15	34
Bangassou	504	1	2,0	3	2	100	0	47	93
Nouabalé-Ndoki	732	2	2,7	3	2	67	13	53	90
Salonga	1727	3	1,7	4	3	75	39	58	56
Dzanga Sangha	383	6	15,7	11	8	73	0	17	44
Minkébé	658,5	9	13,7	19	11	58	0	45	68
Total/moyen.	4477.5	21	4.7	41	27	67	53	235	64

Figure 14. Carcasses d'éléphants, camps de chasse à l'éléphant et autres camps de chasse

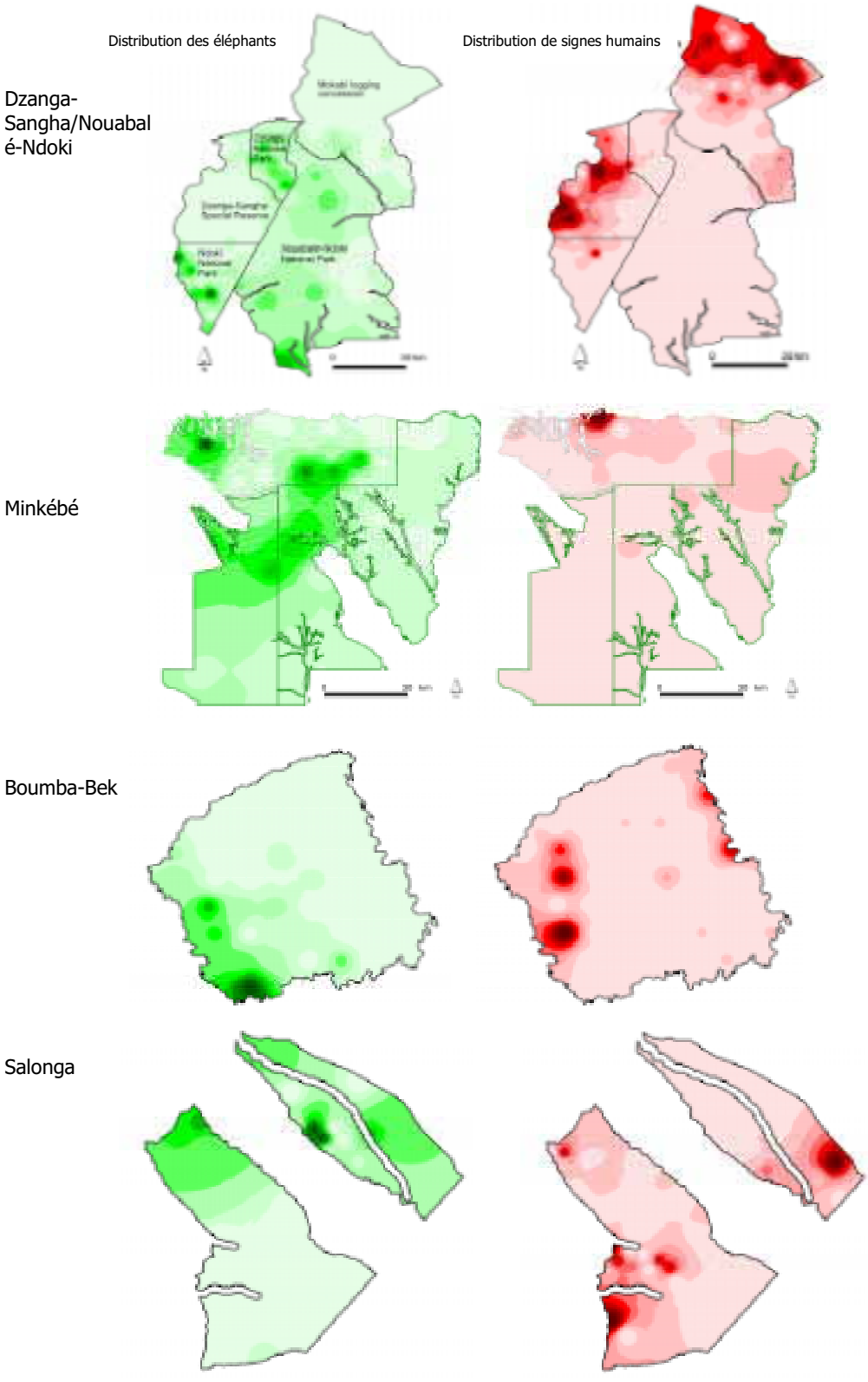


7.3 Distribution des éléphants et des activités humaines

De simples cartes d'interpolation basées sur les données des transects linéaires sont très instructives quant à la distribution des crottins d'éléphants et par conséquent, quant à celle des éléphants eux-mêmes (Figure 15). La Figure 15 présente les cartes obtenues avec le SIG Arcview en interpolant les taux de rencontre sur transects linéaires sur l'ensemble des surfaces MIKE échantillonnées. Pour les sites où il y avait suffisamment de données pour générer des cartes d'interpolation fiables (Dzanga-Sangha, Nouabalé-Ndoki, Boumba Bek et Minkébé) deux tendances principales apparaissaient : 1) l'abondance de crottins d'éléphants et l'abondance de signes humains étaient très significativement corrélées négativement, 2) du fait de 1), les densités d'éléphants les plus fortes se rencontraient dans les parties les plus isolées de chaque site, y compris les parcs nationaux (Figure 15). Dans le complexe de Nouablé-Ndoki/Dzanga-Sangha, les éléphants étaient pour la plupart confinés aux parcs nationaux et pratiquement absents de la réserve spéciale de Dzanga-Sangha et du secteur nord de la concession forestière de Mokabi (Figure 15). La distribution des éléphants était l'image inversée de la distribution des signes humains dans ce vaste paysage et la carte d'interpolation montre clairement la limite du territoire des éléphants de ce site dans la partie supérieure de la concession forestière de Mokabi. De la même manière, dans la réserve de Boumba Bek, les densités d'éléphants étaient faibles dans presque toute la réserve, avec le point de plus forte concentration à l'extrême sud dans la zone la plus éloignée de tout installation humaine. A Minkébé, les plus fortes densités d'éléphants se trouvaient dans un corridor au centre isolé du parc, à l'exception d'une petite zone au nord-ouest où une densité exceptionnelle fut enregistrée sur un seul transect. Bien qu'à proximité de campements humains, il est probable que cette zone joue le rôle d'un sanctuaire pour les éléphants pour deux raisons principales. Premièrement, les types de végétation imbriqués tels les marécages et la forêt de terre ferme fournissent un excellent habitat ressource pour l'alimentation des éléphants et, deuxièmement, le réseau de marécages complexe et profond rend la zone difficile à pénétrer par le nord, ce qui décourage les braconniers.

Au PN de la Salonga, le modèle de l'image inversée entre la distribution des humains et des éléphants est moins évident à partir des données de transects, probablement en raison de la faible quantité de données enregistrées sur les crottins. La tendance la plus évidente est la concentration des activités des éléphants au nord-ouest et celle des activités humaines au sud et à l'est. Cependant, la conclusion la plus évidente pour la Salonga est la pénurie d'éléphants sur l'ensemble de la surface échantillonée. Sur un total de 130 transects parcourus, le plus fort taux de rencontre de crottins enregistré était de 6/km soit bien en dessous même du taux moyen de rencontre pour les PN de Nouabalé-Ndoki, Dzanga-Sangha et Minkébé.

Figure 15. Cartes d'interpolation des signes d'éléphants et d'humains enregistrés sur les transects linéaires



Chapitre 8 : Récapitulatif des résultats – grands singes

8.1 Gorilles

Des signes de gorilles de plaine de l'Ouest ont été trouvés dans tous les sites appartenant à l'aire de répartition de l'espèce (c'est-à-dire excepté Bangassou et de la Salonga). Le taux de rencontre de groupes de nids de gorilles était le plus fort dans le secteur du PN de Ndoki du PNND avec 1,04 groupe/km, suivi de Boumba Bek avec 0,74 groupe de nids/km, du secteur de Dzanga du PNND (0,66 groupes/km) et de la concession forestière de Mokabi dans le site de Nouabalé-Ndoki (0,5 groupe/km). Des taux de rencontre exceptionnellement bas ont été enregistrés à travers tout le site de Minkébé y compris le parc national (Table 14) avec seulement trois nids de gorilles observés sur 60 km de transects linéaires. Les estimations de la taille des groupes n'étaient pas fiables pour ce site en raison du nombre limité de sites de nids frais et récents mais elles sont toutefois incluses dans la Table 14 à titre indicatif.

Table 14. Taux de rencontre de groupes de nids de gorilles sur les transects

Site	Taux de rencontre groupes de nids (/km)	IC 95% mini	IC 95% maxi	Taille moyenne des groupes	IC 95%	Taille médiane des groupes
Boumba Bek	0,74	0,476	1,166			
Site de Nouabalé-Ndoki	0,48	0,34	0,67	3,5	2,32	2
PNNN	0,48	0,26	0,88			
Mokabi	0,5	0,32	0,72			
Site de Dzanga Sangha	0,8	0,56	1,14	2,7	1,02	2
Réserve spéciale	0,58	0,3	1,12			
PNN	1,04	0,62	1,74			
PND	0,66	0,25	1,77			
Site de Minkébé	0,05					
Faible impact	0					
Impact moyen	0					
Fort impact	0,12	N/A		2,66	N/A	

[1.] l'intervalle de confiance n'est pas calculé pour les données de Minkébé puisque seulement 3 groupes de nids de gorilles furent observés pendant tout l'inventaire.

Le nombre limité de groupes de nids enregistrés sur les transects linéaires a fait que les densités n'ont été estimées que sur deux sites : Nouabalé-Ndoki et Dzanga-Sangha dans lesquels 34 et 46 nids ont été respectivement enregistrés. Un nombre de 60 à 80

observations est recommandé pour qu'une courbe de détection puisse être appliquée aux données de transects linéaires (Buckland et al. 1993). Par conséquent, ces estimations sont présentées à titre indicatif pour donner un ordre de grandeur de la densité et de l'abondance des gorilles et ne doivent pas être interprétées comme des estimations définitives. Afin de convertir la densité de groupes de nids en densité d'individus sevrés, un temps de dégradation des nids de 50 jours a été déterminé d'après une étude publiée à partir du site de Dzanga-Sangha (Blom et al. 2001). La taille des groupes de nids a été calculée à partir des données de terrain MIKE en utilisant seulement les sites de nids classés comme frais ou récents (Table 14 ci-dessus). L'abondance estimée était de 2 691 (1 794-4063) et de 4 990 (3 046-8 175) dans les zones d'inventaire de Dzanga-Sangha et de Nouabalé-Ndoki respectivement (Table 15). Les forêts contiguës du complexe de Dzanga-Sangha/Nouabalé-Ndoki pourraient contenir environ 7 600 gorilles. Il est à noter que les transects linéaires ont été interrompus dans les zones de marécages, un habitat qui peut abriter une très forte abondance de gorilles (Blake et al. 1995) et il est probable que la véritable abondance de gorilles dans les zones d'inventaire MIKE est plus forte que ces résultats ne le suggèrent.

Table 15. Densités de gorilles enregistrées sur les sites MIKE

					IC 95%			IC 95%	
Site	Strate	Effort total transects (km)	Densité de gorilles (ind. Sevrés/ km²)	CV (%)	Mini	Maxi	N gorilles sevrés	Mini	Maxi
Dzanga-Sangha									
	Réserve spéciale	24	0,84	33,39	0,43	1,64	1098	562	2143
	PNN	26	1,49	26,47	0,87	2,5	1115	179	1279
	PND	7,5	0,96	50,6	0,36	2,56	479	655	1897
Site de Dzanga-Sangha		57.5	1,05	20,59	0,7	1,58	2691	1794	4063
Nouabalé-Ndoki	PNNN	25	0,71	35,6	0,35	1,43	2835	1405	5721
	Mokabi	46	0,81	24,44	0,5	1,3	2155	1334	3481
Site de Nouabalé-Ndoki		71	0,75	25,07	0,46	1,22	4990	3046	8175

8.2 Chimpanzés et grands singes non identifiés

Tous les groupes de nids pour lesquels a) aucun nid au sol n'a été trouvé et b) l'identification formelle de l'espèce par d'autres moyens (par ex. crottes, poils, empreintes) n'a pu être réalisée, ont été classés comme « nids de grands singes non

identifiés » (voir les méthodes). Entant donné que très peu de nids frais ont pu être formellement identifiés comme nids de chimpanzés, la majorité des groupes de nids dans les arbres a été classée comme appartenant à des « grands singes non identifiés », la plupart étant probablement des nids de chimpanzés. Le taux de rencontre de groupes de nids était le plus fort sur le site de Nouabalé-Ndoki avec une moyenne de 2,14 groupes/km pour tout le site, suivi de Boumba Bek (1,75 groupes/km) (Table 16). A Dzanga-Sangha, les taux de rencontre étaient modérés dans le PNN mais extrêmement bas dans la réserve spéciale, d'un ordre de grandeur plus bas qu'à Boumba Bek, Nouabalé-Ndoki et PNN. Le taux de rencontre de nids de grands singes non identifiés à Minkébé était encore plus faible avec seulement 0,08 groupes de nids/km. Les signes de grands singes non identifiés étaient presque absents du site de Minkébé. Pas un nid n'a été repéré dans la strate à impact humain modéré et seulement 10 groupes de nids (toutes espèces de grands singes confondues) ont été enregistrés sur l'ensemble de l'inventaire.

Table 16. Données récapitulatives des taux de rencontre de nids de grands singes enregistrés sur les transects linéaires par site

Site			IC 95%			
		n/L (groupes de nids/km)	Mini	Maxi	Taille moyenne des groupes	IC 95%
Boumba Bek		1,75	1,25	2,44	1,9	0,12
Nouabalé-Ndoki		2,14	1,72	2,65	2,3	0,31
	PNNN	2,16	1,53	3,05	3,0	0,23
	Mokabi	2,13	1,61	2,83	1,9	0,28
Dzanga-Sangha		0,87	0,64	1,18	1,8	0,45
	Réserve spéciale	0,29	0,15	0,56	1,7	0,82
	PNN	1,57	1,13	2,2	1,0	
	PND	0,27	0,07	0,97	1,9	0,53
Minkébé		0,08			3,2	
	Faible impact	0,19				
	Impact modéré	0				
	Fort impact	0,13				

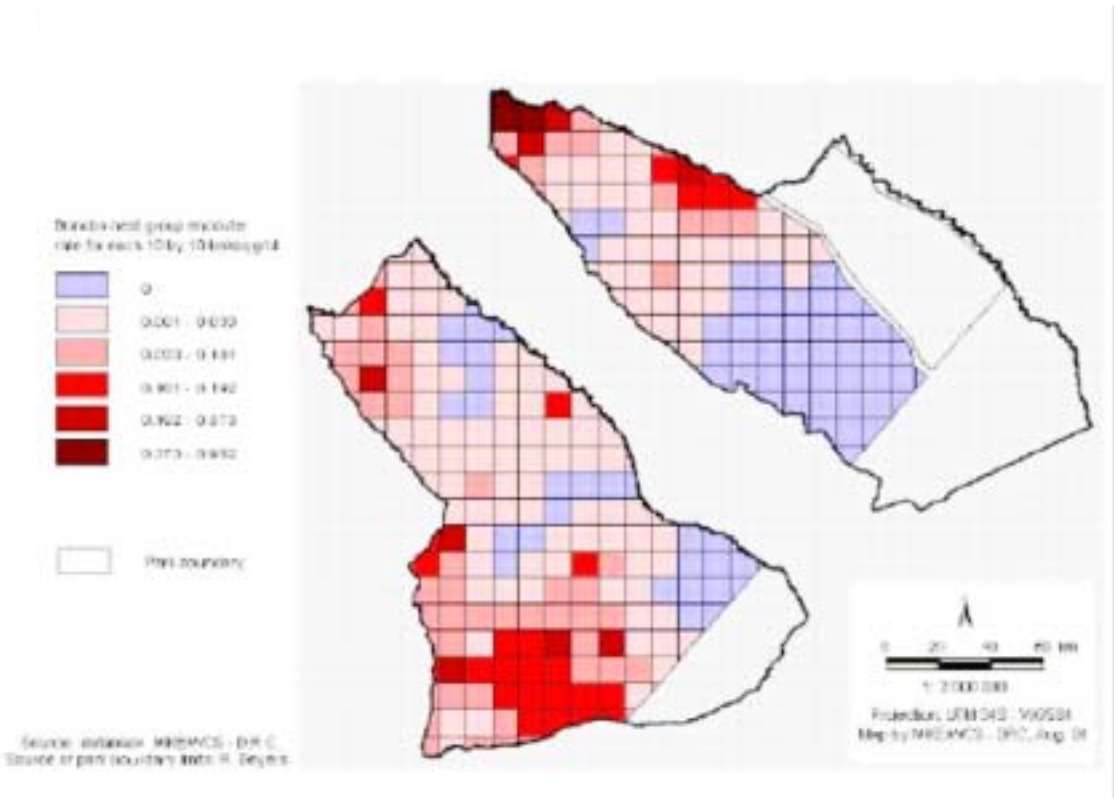
8.3 Bonobos dans le PN de la Salonga

Des problèmes méthodologiques et un taux de rencontre de nids extrêmement bas ont exclu la possibilité de calculer les densités de bonobos d'après les données sur les nids. Cependant le taux de rencontre de groupes de nids sur les transects linéaires était seulement de 0,26 groupes/km (IC 95%=0,14), soit un quart de ce qui avait été enregistré par Van Krunkelsven et al. (2000). La taille moyenne des groupes a été estimée à 2,8 individus ce qui est bien en dessous de la taille moyenne de 5,1 enregistrée par Van Krunkelsven et al (2000). Les signes de bonobos étaient très concentrés dans la forêt à canopée ouverte avec un sous-bois dominé par les Marantacées, ce qui recoupe les observations précédemment obtenues sur d'autres sites (Malenky and Stiles 1991, Malenky et al. 1994, Van Krunkelsven et al. 2000).
Les taux de rencontre de nids de bonobos sur les recces-voyage étaient trop variables pour être utilisés pour quoique ce soit car les chercheurs marchaient vite entre les différents transects et n'étaient pas concentrés sur les nids ou les restes alimentaires. Ces résultats permettent juste d'avoir une appréciation de la relative distribution des bonobos sur cette zone. Une carte de la distribution des taux de rencontre de groupes de nids a été réalisée d'après les données des recces-voyage (Figure 16) en divisant la zone d'inventaire en blocs de 10x10 km et en assignant le taux de rencontre de signes de bonobos sur tous les segments de recces-voyage bloc par bloc. Bien que la fréquence des observations fût constamment faible dans toute la région (n'atteignant jamais une moyenne supérieure à 0,95 signes/km) des zones relativement plus riches en signes ont été trouvées à l'extrême nord-ouest du bloc nord et dans une plus vaste zone au sud du bloc sud. Aucun signe de bonobo n'a été enregistré dans la vaste étendue de forêt couvrant plus de 4 200km² au sud-est du bloc nord.

Une estimation de l'ordre de grandeur de la population de bonobos de Salonga, à partir de ces observations, donne 1 000 à 10 000 individus, soit un niveau de précision et de confiance très insatisfaisant. Un seul recensement sur tout un parc ne peut rien révéler sur l'évolution et les tendances récentes d'une population mais les données MIKE peuvent maintenant être utilisées comme base pour mettre en place d'autres inventaires

de bonobos, d'éléphants et d'autres grands mammifères qui s'inscriront dans un programme de suivi à long terme.

Figure 16. Taux de rencontre de groupe de nids de bonobos sur les recces-voyage par blocs de 10x10 km



Chapitre 9 : Discussion des résultats et implications pour la conservation

Les sites sélectionnés pour cette phase de MIKE étaient considérés sans aucun doute comme étant les zones de conservation les plus prioritaires pour les éléphants en Afrique centrale. Bien qu'étant également des zones de conservation prioritaires, le parc national d'Odzala, la réserve de faune d'Okapi et le parc national de la Lopé n'ont pas été inclus dans cette phase car ils avaient été prospectés durant la phase pilote de MIKE. Ces inventaires ont montré que si Minkébé, Dzanga-Sangha et Nouabalé-Ndoki contenaient effectivement de grandes et importantes populations (Table 17), le reste des sites inventoriés possédaient de faibles effectifs d'éléphants et, dans le cas de la Salonga, une densité d'éléphants extrêmement faible à travers tout le parc national qui est le plus grand et le plus isolé des parcs en forêt équatoriale. Parmi les sites MIKE inventoriés, Minkébé renferme une population d'éléphants exceptionnellement importante - avec probablement entre 20 et
40 000 individus – peut-être la population contiguë la plus importante d'Afrique centrale. Le complexe de Nouabalé-Ndoki-Dzanga-Sangha composé de deux sites MIKE au sein du même bloc forestier continu arrive en deuxième position parmi les sites MIKE actuels, à la fois pour les densités locales d'éléphants et pour la taille globale de la population d'éléphants avec une population cumulée d'environ 3 900 individus. Bien qu'il fut impossible d'estimer la densité de crottins à Boumba Bek, le taux de rencontre enregistré sur ce site suggère une densité d'éléphants modérée soit probablement quelques centaines d'éléphants résidents dans la réserve au moment de l'inventaire. Bangassou a longtemps été considéré comme un site important pour les éléphants de forêt dans le contexte de la République centrafricaine, un pays où cette espèce est confinée dans une petite bande d'habitat à l'extrême sud du territoire dans laquelle les éléphants ne se rencontrent que dans des petites poches de forêt et en petits nombres. Le vaste parc de la Salonga qui n'avait jamais été inventorié d'une manière systématique précédemment et que l'on pensait abriter une population d'éléphants importante, en raison de sa superficie et de son isolement, contient finalement peu d'éléphants. Le nombre total d'éléphants dans tout le parc ne dépasse probablement pas les 2 000 individus.

Table 17. Densité estimée des éléphants de forêt sur les sites MIKE comparée à d'autres sites d'Afrique centrale.

Pays	Site	Densité (Nbre/ km²)	Année	Source
Gabon	PN Minkébé strate faible impact	3,8	2004	MIKE 2004
Gabon	Réserve de la Lopé nord : Marantaceae	3,0	1991	White1994
Gabon	PN Minkébé strate impact moyen	2,9	2004	MIKE 2004
Gabon	PN Minkébé strate fort impact	2,8	2004	MIKE 2004
Cameroun	Sud-est	2,6	1991	Stromayer & Ekobo 1991
Congo	Piste Sembe Secteur Ekutu-Mambili	2,2	1989	Fay & Agnagna 1991
Cameroun	Extrême Sud-est	1,8	1989	WCI 1989
Gabon	Réserve de la Lopé nord : Marantaceae	1,7	1989-1991	White1994
RDC	Plaines de Kahuzi Biega>20km des villages?	1,6	1997	Hall et al 1997
Congo	Odzala (résultats discutables, Hunter, comm. pers.)	1,4	2000	Beyers et al, 2001
Congo	Piste Sembe (Mbandza-Sembe),	0,9	1989	Fay & Agnagna 1991
Congo	Nouabalé-Ndoki	0,9	1989	Fay & Agnagna 1991
Gabon	Réserve de la Lopé nord : forêt fermée	0,9	1989-1991	White 1994
RDC	Iruri	0,7	2000	Beyers et al, 2001
Congo	PN Nouabalé-Ndoki	0,7	2004	MIKE 2004
RCA	PN Dzanga	0,7	2004	MIKE 2004
Congo	Motaba région de la rivière	0,6	1989	Fay & Agnagna 1991
RCA	Dzangha-Sangha	0,6	1991	Fay 1991
RDC	Ituri	0,6	1989	Alers et al 1992
RCA	PN Ndoki	0,6	2004	MIKE 2004
Cameroun	Réserve du Dja	0,6	1994	Williamson et al. 1995
RDC	Plaines de kahuzi Biega 11,5-20km des villages?	0,6	1997	Hall et al 1997
Gabon	Montagnes	0,5	1989	Barnes et al. 1995
RCA	Forêt près de Bangassou	0,5	1991	Fay 1991
Gabon	Ouest	0,5	1989	Barnes et al. 1995
Gabon	Nord-est	0,4	1989	Barnes et al 1991
Gabon	Lopé	0,4	2000	Beyers et al, 2001
Gabon	Nord-est	0,4	1989	Barnes et al. 1995
RDC	Maiko >10km des routes/rivières	0,4	1989	Alers et al 1992
Ghana	Parc national de Bia	0,3	1983	Short 1983
Congo	Mboukou	0,3	1989	Fay & Agnagna 1991
RDC	Salonga >10km des routes/rivières	0,2	1989	Alers et al 1992
Côte d'Ivoire	Taï	0,2	1986	Merz 1986b
RDC	Lomami <10km des routes/rivières	0,2	1989	Alers et al 1992
Cameroun	Sud-est	0,2	1989	WCI 1989
Côte d'Ivoire	Tai	0,2	1983	Short 1983
Sierra Leone	Forêt de Gola	0,2	1986	Merz 1986a
Congo	Nouabalé-Ndoki, concession forestière de Mokabi	0,1	2004	MIKE 2004
Guinée équatoriale	Sud	0,1	1988	Alers & Blom 1988
RDC	Salonga <10km des routes/rivières	0,1	1989	Alers et al 1992
Ouganda	Forêt impenetrable de Bwindi	0,1	1986	Butynski 1986
Gabon	Forte densité humaine	0,1	1989	Barnes et al. 1995
RCA	Réserve spéciale de Dzanga Sangha	0,1	2004	MIKE 2004
RDC	Maiko <10km des routes/rivières	0,1	1989	Alers et al 1992
RDC	Maiko >10km des routes/rivières	0,1	1989	Alers et al 1992
RDC	Salonga faible impact humain	0,1	2004	MIKE 2004
RDC	Salonga fort impact humain	0,1	2004	MIKE 2004
RDC	Plaines de Kahuzi Biega <11,5km des villages?	0,0	1997	Hall et al 1997
RCA	Ngotto	0,0	1991	Fay 1991

Les résultats de la présente étude sont en rouge.

Exactement comme Michelmore et al. (1994) l'ont montré à une échelle nationale ainsi que presque toutes les études à plus petite échelle (Hall et al. 1997, Powell 1997, Theurekauf et al. 2001, Blake 2002, Blom et al. 2004a) l'activité humaine est en train d'engloutir l'aire de répartition et de distribution des éléphants de forêt. Ce qui est frappant concernant l'étude présente est l'image en miroir presque parfaite entre la distribution des signes humains et celle des éléphants à Dzanga-Sangha et à Nouabalé-Ndoki ainsi que l'influence des distances aux infrastructures humaines à Boumba Bek et à Minkébé. Des foyers d'abondance relativement importante d'éléphants ont été trouvés au cœur des aires protégées et des complexes d'aires protégées. A Dzanga-Sangha, il est probable que les éléphants soient divisés au sein de deux zones distinctes des secteurs du parc national avec le PN adjacent de Nouabalé-Ndoki permettant l'accès entre les parcs. Dans la forêt de Bangassou, les éléphants de forêt se rencontrent dans de petites poches dans les zones de forêt les plus reculées et encerclées par les activités humaines. Au PN de la Salonga, aucune tendance en rapport avec la distribution des signes humains n'a pu être déterminée mais ceci peut être dû aux faibles taux de rencontre de crottins d'éléphants sur les transects et recces-voyage.

L'empiètement des activités humaines sur les milieux sauvages est la marque du déclin des éléphants de forêt d'Afrique (Barnes 1989b, 1999) et de la perte de biodiversité en général (Sanderson et al. 2002). Cette étude a montré que les impacts humains négatifs sont en train de pénétrer quelques-unes des zones de conservation les plus cruciales pour la survie de cette espèce. Nous n'avons pas seulement noté que les activités humaines illégales se rencontraient régulièrement sur les sites MIKE, à quelques exceptions près (PN de Nouabalé-Ndoki, le cœur du PN de Minkébé), mais également que les populations d'éléphants de tous les sites MIKE étaient menacées par un braconnage actif même dans les parcs nationaux bien établis et isolés. Chaque réserve et parc national inventoriés présentaient quelques signes de braconnage actif d'éléphants et dans certains cas, il semblerait que les effectifs d'éléphants aient été sérieusement réduits. Ce qui est encore plus inquiétant est que le braconnage était particulièrement intense sur les sites où la densité enregistrée était la plus importante (parcs nationaux de Minkébé et de Dzanga), ce qui indique que le braconnage le plus

lourd opère là où les chances de succès sont les meilleures, quelque soit le statut de protection de la zone. Lorsque c'est possible, les braconniers ciblent les zones où les éléphants sont les plus abondants.

Récapitulatif par site

Bangassou

Il est presque certain que la population d'éléphants de Bangassou a subi des pertes durant la dernière décennie tant au niveau des effectifs que du territoire. Les éléphants sont maintenant confinés dans les parties les plus isolées du site inventorié et le taux de rencontre de crottins sur les recces-voyage n'atteint les 2 tas/km qu'à des distances aux villages et aux routes de plus de 20 km. Aucun recensement n'a été mené au nord de ce site, à la limite forêt-savane et en savane mais les autochtones étaient certains que le nombre d'éléphants diminuait encore plus en allant vers le nord. La dépopulation continuelle des éléphants de Bangassou en raison du braconnage n'est pas une surprise. En 1991, en se basant sur une étude menée en 1989, l'année où l'interdiction du commerce de l'ivoire est entrée en vigueur, Fay (1989) écrivait ceci :

« *De même que dans beaucoup d'habitats d'éléphants, le braconnage est commun en RCA. Si le rythme actuel de braconnage continue, il restera très peu d'éléphants dans le pays dans cinq ans.* »

Pour Bangassou en particulier, il ajoute :

« *La population d'éléphants subsistante de Bangassou est certainement très fortement braconnée. Durant cette étude, de nombreux chasseurs d'éléphants ont été rencontrés. Les infrastructures sont en place pour faire le trafic de ces produits issus d'activités illicites qui ne sont pas trop clandestines dans la région.* »

Depuis cette époque, le pays a subi des périodes de guerre civile répétées. Les AK47 et autres armes à feu sont devenus choses communes (un AK47 peut être acheté localement pour environ 50$ et les balles pour 0,5$ chaque) et le niveau de pauvreté a

considérablement augmenté ces vingt dernières années. La pénétration de la zone de Bangassou par des expéditions de braconniers tchadiens et soudanais lourdement armés et bien organisés a également augmenté aux dires des populations locales. Ces expéditions de braconnage de style militaire, qui font des incursions annuelles dans la zone, sont craintes localement et sont en fait au-dessus des lois (voir le rapport de site). La viande d'éléphant est habituellement mise en vente sur le marché de Bangassou, à moins de 500 m du bureau régional des Eaux et Forêt, démontrant ainsi que la gestion de la situation par le gouvernement est incontrôlable (voir Annexe). A Bangassou les autochtones disaient que la principale motivation pour chasser l'éléphant reste la viande et que les éléphants sont abattus sans distinction de taille corporelle ou de taille des défenses. La viande d'éléphant a toujours été largement consommée à Bangassou (Fay and Agnagna 1991b) mais dans les années 1980, l'ivoire était bien le principal moteur du braconnage d'éléphants. La disparition des éléphants gros porteurs d'ivoire peut être, au moins en partie, à l'origine de ce changement dans les habitudes conjugué également avec la raréfaction du gibier de plus petite taille.

La population d'éléphants de RCA s'est effondrée durant ces 30 dernières années et est passée de peut être 70 000 au début des années 1970 à environ 7 000 individus (Blanc et al. 2003). Selon la présente étude, ils seraient plus probablement 2 à 3 000 individus dont seulement une petite partie serait des éléphants de forêt. Le nombre d'éléphants subsistant à Bangassou ne peut être déterminé avec cette étude mais on pourrait les évaluer entre 500 et 1 000 individus. Dans un pays pratiquement dépourvu d'éléphants, le simple fait que Bangassou abrite des éléphants, QUELQUE SOIT LE NOMBRE, doit en faire une zone prioritaire pour la conservation de cette espèce. La question de savoir comment protéger les quelques éléphants restants demeure toujours aussi difficile à résoudre étant donné les conditions politiques, économiques et sociales de la RCA et des pays voisins (Blom et al. 2004b).

Salonga

Cette étude suggère que la Salonga n'abriterait pas plus de 2 000 éléphants, soit un effectif en dessous des 8 300 estimés en 1989 (Alers et al. 1992). Il est cependant

difficile de comparer ces deux études étant donné les sources d'erreurs potentielles considérables à prendre en compte pour l'une et pour l'autre. Premièrement, l'inventaire de la Salonga en 1989 fut extrêmement limité dans sa couverture géographique et dans l'effort d'échantillonnage avec seulement 70 km de transects linéaires parcourus dans des zones restreintes. Deuxièmement, aucune des deux études n'a estimé les paramètres du rythme de dégradation des crottins et du taux de défécation. Troisièmement, aucune des études n'a pris en compte l'éventuel effet des marécages. Une bonne partie du parc national de la Salonga est composée de végétation marécageuse qui offre aux éléphants non seulement de bonnes possibilités alimentaires mais leur procure aussi un abri relativement sûr par rapport aux humains. Sous la pression du braconnage, il n'est pas improbable qu'un certain nombre d'éléphants cherche refuge dans les denses marécages, ce qui les rendrait donc indétectables par des inventaires sur transects linéaires. Il n'existe pas actuellement de méthode efficace pour recenser les éléphants dans les marécages bien que les pièges photo et les capteurs infrasons offrent des possibilités intéressantes pour la recherche future.

Cette étude a montré que de petites poches de densité d'éléphants modérée existaient dans des zones où la végétation est favorable. Les deux points de forte concentration illustrés en Figure 15 se situaient à proximité immédiate d'une grande clairière forestière (baï ou Botokanjoko) au nord-ouest du bloc sud pour l'un et au centre sud du bloc nord pour l'autre. Il n'y avait pas de rapport clair entre l'abondance d'éléphants et l'activité humaine, ce qui peut être dû simplement au nombre restreint d'observations mais aussi au fait que la pénétration humaine du parc est si totale et le braconnage si intense qu'il ne reste plus aucun refuge pour les éléphants. Dans ce cas, quand il n'y a plus de lieu sûr, les éléphants peuvent encore une fois choisir leur territoire en fonction de critères écologiques plus que sécuritaires. Les marécages qui n'ont pas été systématiquement parcourus durant cet inventaire MIKE sont très présents à travers tout le parc et peuvent servir de refuge pour les éléphants. Il est difficile de dire combien d'éléphants vivaient encore à la Salonga dans les années 1960 avant que la chasse commerciale moderne ne commence sérieusement mais si l'on considère que la Salonga fournit des conditions écologiques suffisantes et adaptées pour que les éléphants y vivent en densité modérée

(0,5 individus/km²), il y en avait probablement au moins 16 000 dans les deux secteurs du parc et peut être même beaucoup plus. L'avenir des éléphants à la Salonga est vraiment précaire.

La situation des bonobos et du reste de la faune sauvage du parc national de la Salonga semble similaire à celle des éléphants bien qu'en l'absence de données historiques sur la densité et la distribution des grands mammifères, on ne puisse pas déterminer de tendances.

Le déclin des éléphants à la Salonga n'est pas surprenant au regard des conditions historiques et actuelles qui existent sur ce site et en RDC en général. En 1992, Alers et al. écrivaient :

« *Il y a toujours beaucoup d'éléphants dans le PN de la Salonga mais ils subissent un braconnage organisé. Les gardes du parc sont en sous effectif et sont sous armés et les braconniers possèdent des armes automatiques.....Les effectifs d'éléphants ont été réduits le long des grandes rivières. Dans le secteur nord-ouest du bloc nord, ils ont été éliminés ou survivent à faible densité...* »

Ils continuent à propos de la RDC :

« Le braconnage lourd n'a pas seulement réduit les effectifs d'éléphants de forêt mais a aussi fragmenté la population, qui autrefois occupait toutes les forêts du Zaïre, en une demi-douzaine de sous-populations séparées par de grandes étendues de forêt vide... L'avenir des éléphants du Zaïre repose sur quelques parcs nationaux bien protégés. »

Malheureusement, depuis ce temps, il y a eu peu ou pas d'amélioration dans la gestion des parcs et peu de réussite en matière de conservation. Pendant cette étude, des signes de braconnage d'éléphants ont été fréquemment observés même dans les zones reculées du parc. Les braconniers sont toujours pour la plupart lourdement armés alors que les gardes ne le sont pas. L'important réseau de rivières facilitant l'accès à tout le parc n'est pas surveillé et permet l'évacuation de la viande de brousse et de l'ivoire vers le fleuve Congo. Un des facteurs importants de l'échec de la conservation à la Salonga a

été la déstabilisation de la RDC après le renversement du gouvernement Mobutu en 1997. Une guerre civile sanglante, qui a engendré une impressionnante prolifération d'armes automatiques et l'effondrement de la société civile, a laissé le pays dans le désarroi et il n'est pas étonnant que la gestion des parcs nationaux ait été négligée. A l'époque de la présente étude, les autorités ICCN de gestion des parcs n'avaient pas de budget, pas d'infrastructures de gestion de base telles que des véhicules, des radios, des groupes électrogènes, ni même de matériel de camping, ni d'armes fonctionnelles pour les gardes du parc, excepté une petite donation d'une ONG pour la conservation des bonobos (Lukuru Wildlife Research Project) (Blake and Hedges 2004). A l'époque de cette étude, le personnel ICCN du parc national était payé l'équivalent de 2$ par mois, beaucoup moins que le prix d'un kilo d'ivoire. La Salonga a été classée comme « site du patrimoine mondial » par l'UNESCO (World Heritage Site) en 1984 mais jusqu'ici cela n'a eu que peu ou pas d'effet tangible sur les capacités de gestion et même le bonus de 30$/mois promis aux gardes du parc n'avait pas été versé depuis des mois au moment de l'étude (Blake and Hedges 2004). En 2001, Hart and Mwinyihali (2001) appelaient la Salonga « le paradis des braconniers » et Van Krunkelsven et al. (2000) citaient les braconniers locaux déclarant que « les éléphants devenaient très difficiles à dénicher ». La mise au point du partenariat pour les forêts du bassin du Congo (CBFP, Anon. 2005) apporte un peu d'espoir quant à l'amélioration des conditions de gestion à la Salonga mais un engagement financier, politique et institutionnel soutenu, tel que le décrivent Inogwabini et al. (2005), est indispensable si l'on veut que la tendance de ces dernières décennies s'inverse.

Dzanga-Sangha

La population d'éléphants de Dzanga-Sangha était très concentrée dans les deux segments de parc national avec très peu d'individus dans la réserve spéciale. Cette différence peut être expliquée en partie par des facteurs en rapport avec l'habitat – le PN de Dzanga, par exemple, possède un complexe de salines exceptionnel qui attire un grand nombre d'éléphants (Turkalo and Fay 2001) et le secteur de Ndoki est riche en clairières herbeuses très prisées des éléphants et des autres herbivores (Blake, obs.

pers.). Encore que la juxtaposition des signes d'activité humaine et de l'abondance d'éléphants montre de manière convaincante que l'impact humain écrase les autres facteurs. Dans la réserve spéciale, l'activité humaine est intense et augmente en allant vers la rivière Sangha alors que la densité d'éléphants est basse mais croissante avec la distance à la rivière Sangha. Dans les secteurs de parc national, l'activité humaine est relativement faible comparée à la réserve spéciale et la densité d'éléphants proportionnellement importante.

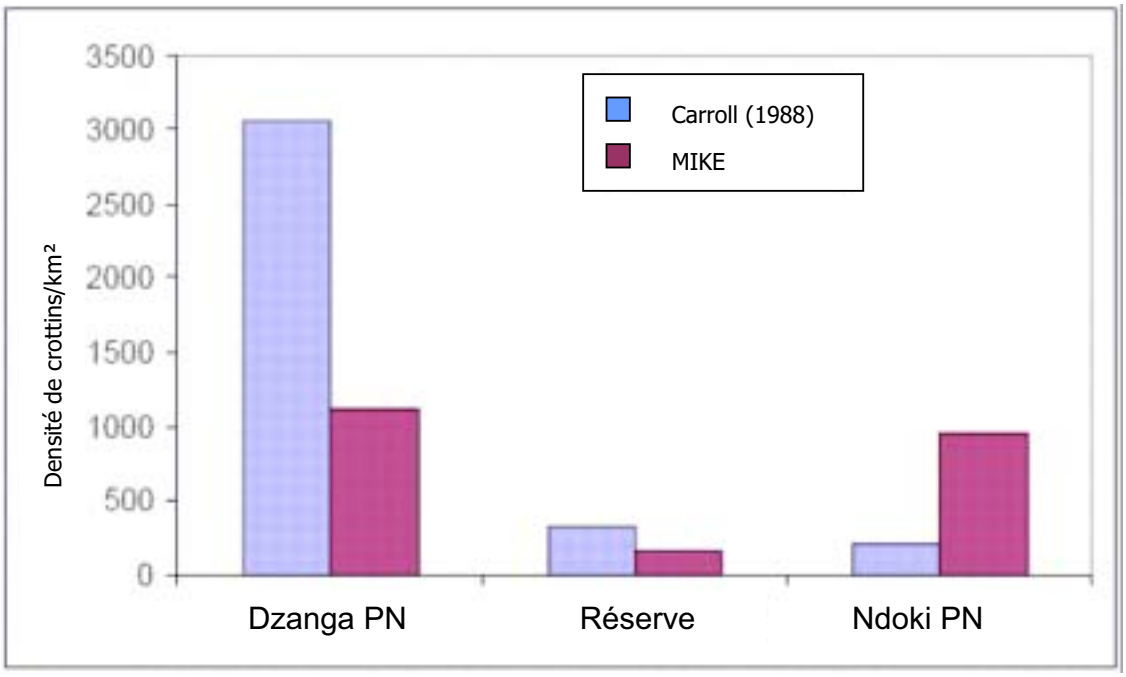
Lors du premier inventaire détaillé des éléphants et des grands singes de Dzanga-Sangha, Carrol (1988) estimait l'abondance des éléphants par blocs de forêt de 10x10km distribués à travers tout le site et extrapolait les résultats à la réserve toute entière. Il est instructif de comparer ces données avec celles de l'étude actuelle (Figure 17). La figure montre que la densité estimée d'éléphants dans le PND a presque été divisée par 3 en 16 ans (de 3 064 à 1 114 crottins/km²), pendant que la densité dans la réserve spéciale a diminué de moitié (323-163 crottins/km²). A l'inverse, la densité d'éléphants dans le secteur de Ndoki a été multipliée par quatre !

La connaissance de la situation locale permet d'expliquer ces tendances apparemment contradictoires. Le braconnage dans le PN de Dzanga et dans la réserve spéciale a augmenté ces dernières années (Blom, Greer et Turkalo comm. pers.), comme l'ont prouvé les données sur les carcasses de l'étude présente. L'effet sur l'abondance et la distribution peut être double. Premièrement, la population d'éléphants sera réduite si le rythme de braconnage surpasse la mortalité et la natalité naturelles. Deuxièmement, les éléphants s'éloignent des zones dangereuses. Les éléphants sont extrêmement mobiles au sein de l'écosystème de Ndoki et peuvent parcourir jusqu'à 100 km en ligne droite (Blake 2002). Ils disposent également de tout le parc de Nouabalé-Ndoki comme refuge et risquent de préférer cette zone de plus en plus puisque Dzanga devient plus dangereux. Ceci vaut aussi pour la réserve spéciale. Les éléphants de Dzanga-Sangha ne traversent probablement pas la rivière Sangha en RCA car le braconnage sur la rive ouest est au moins aussi intense que dans la réserve spéciale. Alors qu'est ce qui est

responsable de l'augmentation de la densité d'éléphants observée dans le parc national de Ndoki ?

Comme Carrol (1988), Fay (1989b) et Fay et Agnagna (1991c) l'ont fait remarquer, la zone immédiatement de l'autre côté de la frontière Congo-RCA, du côté congolais, était un site d'intense braconnage d'éléphants dans les années 1980, concentré sur le village de Bomassa. Toutefois, en 1991, un programme de conservation fut initié et en 1993, le parc national de Nouabalé-Ndoki fut créé et son quartier général fut implanté à Bomassa. La réduction du braconnage des éléphants était et est toujours l'objectif clé de ce programme et au milieu des années 1990, le braconnage autour de Bomassa avait été éradiqué (Blake, pers. obs.). Au même moment, les activités de protection le long de la rivière Sangha devinrent une réalité, ce qui limita l'accès des braconniers d'éléphants camerounais au PN de Ndoki. Par conséquent, alors que le braconnage s'intensifiait dans les autres secteurs du complexe de Dzanga-Sangha, les conditions locales dans le PN de Ndoki se trouvaient améliorées et de ce fait, les éléphants revenaient dans la zone. Il s'agit d'un scénario spéculatif mais, ces dernières années, les équipes de recherche et le personnel des parcs ont remarqué une brusque augmentation de la densité d'éléphants dans le PN de Ndoki ainsi qu'une réduction concomitante de l'abondance dans le PN de Dzanga ce qui cautionne ce scénario.

Figure 17. Densité estimée des crottins d'éléphants dans le complexe de Dzanga-Sangha en 1988 et 2004 (étude présente).



Nouabalé-Ndoki

Le résultat le plus spectaculaire de l'inventaire MIKE à Nouabalé-Ndoki était la différence remarquable d'abondance d'éléphants et d'activité humaine entre le parc national et la concession forestière adjacente. Parmi les parcs nationaux étudiés, celui de Nouabalé-Ndoki avait le taux de rencontre de tous signes humains le plus bas avec un seul camp de chasse trouvé sur les recces et aucun piège ni cartouche. A l'inverse, la concession forestière de Mokabi, tout de suite au nord, avait le taux de rencontre de camps de chasse à l'éléphant, de pièges et de douilles de cartouches le plus fort de tous les sites MIKE inventoriés. Le braconnage d'éléphants est intense dans la concession de Mokabi depuis au moins 10 ans (Blake et al. 1997, Eves 1998) mais depuis l'arrivée de l'exploitation forestière industrielle à la fin des années 1990, la forêt est devenue accessible, la population humaine a énormément augmenté avec l'installation de plusieurs camps forestiers permanents et l'afflux de personnes venant du Congo et de la RCA, ce qui a entraîné une augmentation concomitante de l'activité humaine et de son

impact, y compris celui de la chasse commerciale et du braconnage d'éléphants (Blake 2002, Stokes 2004).

Les éléphants ont été pratiquement éradiqués d'une bonne partie du secteur nord de la zone d'étude MIKE et il y a peu de chance qu'il reste plus d'une poignée d'éléphants au nord de la limite de la population telle que nous l'avons identifiée par cette étude, à la limite du bloc de forêt tropicale en RCA.

La cruelle différence entre les deux strates est essentiellement due aux pratiques de gestion complètement différentes. Depuis le début des années 1990, le parc national de Nouabalé-Ndoki a été le centre d'intérêt d'un engagement envers la conservation de la part du gouvernement, des ONG internationales de conservation et de donateurs internationaux avec un budget de fonctionnement allant de 500 000 à 1 000 000$ par an. Le mandat pour la ferme application des lois a été assuré par le statut de parc national, la volonté politique de soutenir l'application des lois et les autres programmes de conservation tels que l'éducation, l'assistance, la conservation communautaire. En revanche, la concession de Mokabi n'a pas de statut de protection, l'exploitation commerciale est active, le gouvernement n'a pas accepté l'aide d'ONG internationales pour la conservation, les moyens pour faire appliquer les lois sur la faune sauvage sont proches de zéro, la compagnie forestière ne s'est pas engagée dans la gestion de la faune et les effectifs d'éléphants et d'autres espèces ont subi de larges pertes. L'abattage illégal des éléphants est resté en grande partie incontrôlé.

Cependant, même le parc national n'est pas totalement sécurisé. En 2003 et 2004, les éco-gardes ont signalé une recrudescence de signes de braconnage d'éléphants et d'activité humaine en général le long de la limite ouest du parc près de la RCA (Djoni-Bourgess comm. pers.). A cause des pressions extérieures, les éléphants sont maintenant de plus en plus confinés dans le parc national et l'impact à long terme de cette situation, à moins que la tendance ne s'inverse, sera une réduction de la population globale et un territoire rétréci. A mesure que la pression anthropique augmente avec l'exploitation forestière opérant aux limites du parc, il est probable que

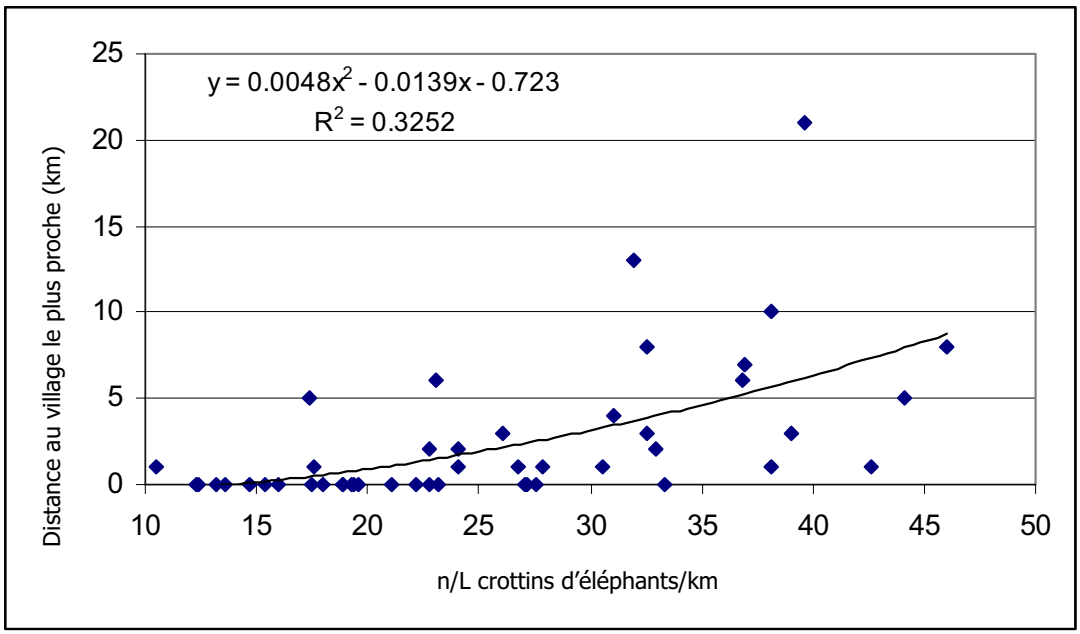
cette « superficie effective » (la superficie « disponible » pour les éléphants) du parc va être encore plus réduite, ce qui entraînera de réelles conséquences négatives pour la viabilité de la population (Woodroffe and Ginsberg 1998). Comme les populations d'éléphants perdent du terrain autour de Ndoki, les braconniers vont de plus en plus être poussés à opérer à l'intérieur du parc. Les coûts de protection vont augmenter et les risques d'échec vont s'accroître en l'absence de mesures dynamiques pour fournir une protection efficace des éléphants à l'extérieur comme à l'intérieur des limites du parc.

Boumba Bek

Malgré au moins trois étude menées à Boumba Bek (y compris le présent inventaire MIKE), l'abondance d'éléphants n'a jamais été clairement déterminée. Un recensement au début des années 1990 indiquait qu'il pouvait y avoir jusqu'à 3 300 éléphants dans la zone, à une densité moyenne de 1,42 individus/km² (Stromayer and Ekobo 1992). A la suite de cet inventaire initial, Ekobo (1996) proposa deux estimations de population extrêmement différentes - de 7 000 individus puis de 250 un peu plus tard - et suggéra que les différences pouvaient être dues à des migrations saisonnières poussant les éléphants hors de la réserve. L'AED de 2002 cite Ekobo comme référence, déclarant qu'il y a environ 1 250 éléphants à Boumba Bek. De telles incohérences n'aident pas à placer les résultats de la présente étude dans un contexte local, surtout en ce qui concerne les problèmes méthodologiques. Ce qui reste quelque peu cohérent entre cette étude et celle de Stromayer et Ekobo (1992) est la distribution des éléphants. Dans les deux études, la densité d'éléphants augmente nettement avec la distance par rapport aux humains. Dans la présente étude, il y a une corrélation positive entre la distance au village le plus proche et le taux de rencontre de crottins sur les transects (Figure 18. Rho de Spearman=0,658, n=47, P<0,01). Toutefois, l'impression de Stromayer et Ekobo (1992) était que l'influence humaine pénétrait dans la réserve du côté est mais « seulement sur une courte distance » alors que pour l'étude présente, la densité de signes humains, selon les données des transects (Figure18), était plus forte dans l'ouest de la réserve que dans l'est. Selon les données des recces-voyage, l'activité humaine était intense à la fois aux limites est et ouest, avec une abondance plus faible de signes

au milieu de la réserve (voir Annexe). Pour l'étude présente, il n'y avait pas de preuves d'un taux de rencontre d'éléphants se stabilisant même à 45 km du plus proche village. L'abondance d'éléphants avait apparemment toujours tendance à augmenter même à cette distance - ce qui soutient l'hypothèse que les effets négatifs des humains sur les éléphants s'étendent maintenant plus profondément dans la réserve de Boumba Bek.

Figure 18. Rapport entre le taux de rencontre de crottins d'éléphants et les distances au village le plus proche



La concentration d'éléphants la plus forte enregistrée à Boumba Bek se trouvait au sud-est, à proximité immédiate de la réserve de Nki. La proposition d'un unique parc national comprenant Boumba Bek et Nki couvrant quelque 7 000 km² créera le second plus grand parc national sur l'aire de répartition des éléphants de forêt à l'ouest du fleuve Congo. Ceci représente une décision très positive pour la conservation de l'éléphant et de la biodiversité pour laquelle le gouvernement du Cameroun et le WWF doivent être félicités. L'absence de villages et d'empiètement humain dans la plupart de l'extension de Nki pourrait favoriser, sous réserve d'une gestion efficace, une population d'éléphants viable.

Minkébé

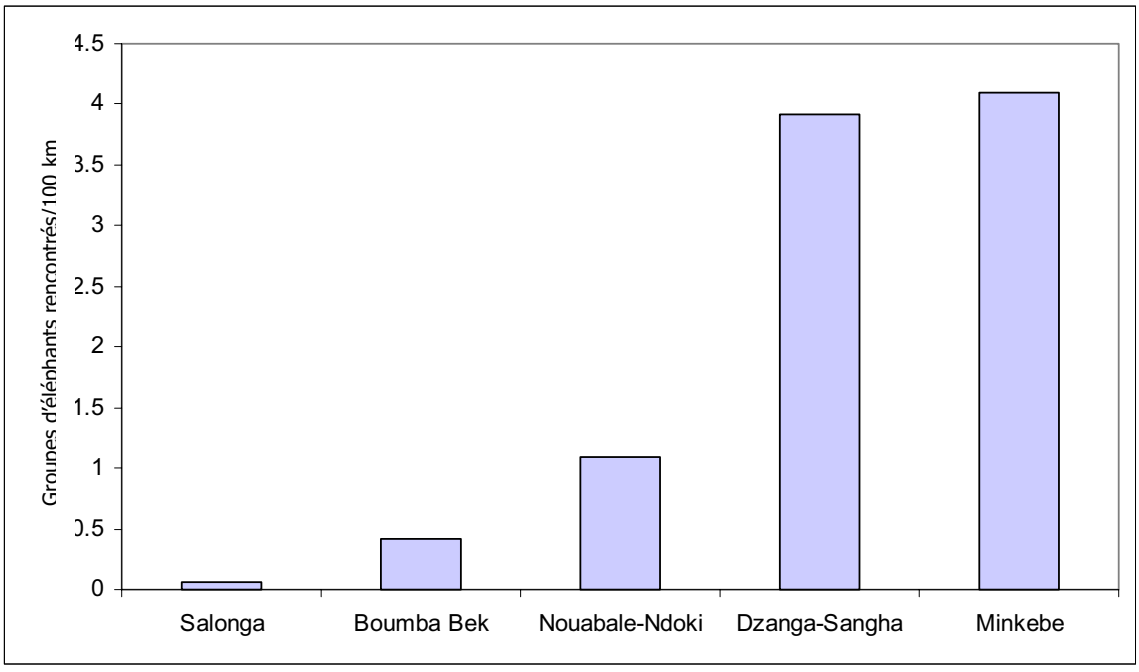
Cette étude a démontré que la région de Minkébé au nord-est du Gabon possède une densité d'éléphants exceptionnellement forte et est susceptible de contenir la plus grande population contiguë d'éléphants de foret en Afrique. Cependant, le rythme d'abattage illégal des éléphants est certainement en train d'avoir un impact très négatif sur la distribution et l'abondance de la population. Bien que les éléphants restent abondants à travers la plupart de la zone étudiée, la plus forte concentration se situe dans un bloc restreint du secteur le plus reculé de la forêt. Les éléphants sont maintenant concentrés dans une étroite bande au cœur du massif forestier de Minkébé.

Des preuves d'abattage illégal ont été observées seulement dans le nord et l'ouest de la zone d'inventaire. Le noyau central du parc était pratiquement dépourvu de signes humains ce qui confirme les rapports précédents de Huijbregts et al. (2003). Les bandes de braconniers venant du sud Cameroun et de la région de Minvoul au Gabon sont responsables d'une bonne partie de l'abattage illégal d'éléphants comme l'ont décrit précédemment De Wachter and Huijbregts (comm. pers.) qui suggèrent que pas moins de 250 éléphants sont tués annuellement dans le nord de la forêt de Minkébé. Si des mesures efficaces ne sont pas prises immédiatement, les braconniers vont continuer à s'enfoncer de plus en plus loin dans ce qui est pour le moment une forêt intacte au cœur du parc parce que le nombre des éléphants diminue au nord. Il est probable que la pression de braconnage s'exerce au sud-ouest et au sud, des zones qui n'ont pas été parcourues pour cette phase de l'étude, bien que des patrouilles anti-braconnage de l'équipe de gestion du PN de Minkébé suggèrent que la sécurité est en cours d'amélioration et que la pression la plus forte est toujours au nord (de Wachter, comm. pers.).

Les résultats de cette étude indiquent une taille de population d'éléphants incroyable. Les inventaires d'éléphants dans d'autres zones ont estimé la densité des populations d'éléphants à 3,8, 2,6 et 2,2 individus/km² (Table 17) mais ceci reflète la situation de petites poches de densités exceptionnelles. L'inventaire MIKE de Minkébé révèle une forte à extrêmement forte densité sur l'ensemble d'une immense zone. Bien qu'il

subsiste toujours un doute sur les estimations de populations d'éléphants jusqu'à ce que des études fiables concernant la dégradation des crottins et la défécation soient entreprises sur site, plusieurs indices confirment la fiabilité des données des transects sur lesquelles sont au moins basées les estimations de densité de crottins. Premièrement, le chercheur principal de ce site, Marc Ella Akou est un chercheur de confiance, formé et ayant des années d'expérience. Deuxièmement, les données ont nécessité peu d'ajustement pour obtenir une fonction de détection fiable avec Distance 4.1, ce qui suggère que les distances perpendiculaires ont été mesurées et enregistrées précisément. Troisièmement, le nombre de rencontres directes avec les éléphants sur ce site a été extrêmement élevé (Figure 19). En moyenne, un peu plus de quatre groupes ont été observés par 100 km de recce-voyage comparé à 1 et 0,4 groupes/100 km à Nouabalé-Ndoki et Boumba Bek respectivement (Figure 19). Seul Dzanga-Sangha avait un taux de rencontres directes comparable.

Figure 19. Taux de rencontres directes avec les éléphants sur les recces-voyage



Le site de Dzanga est exceptionnel étant donné que 1) le grand nombre de clairières forestières facilite les observations et 2) dans certains secteurs du parc, les éléphants

sont habitués à la présence des chercheurs et sont aussi lents à prendre la fuite. Quatrièmement, à l'exception de la forte densité d'éléphants dans la mosaïque de marécage au nord-est que nous avons déjà commentée, la majorité de la bande de forte densité est située à plus de 50 km du plus proche village et, selon Barnes et al. (1997), elle devait contenir plus de
1 500 crottins/km² en 1989.

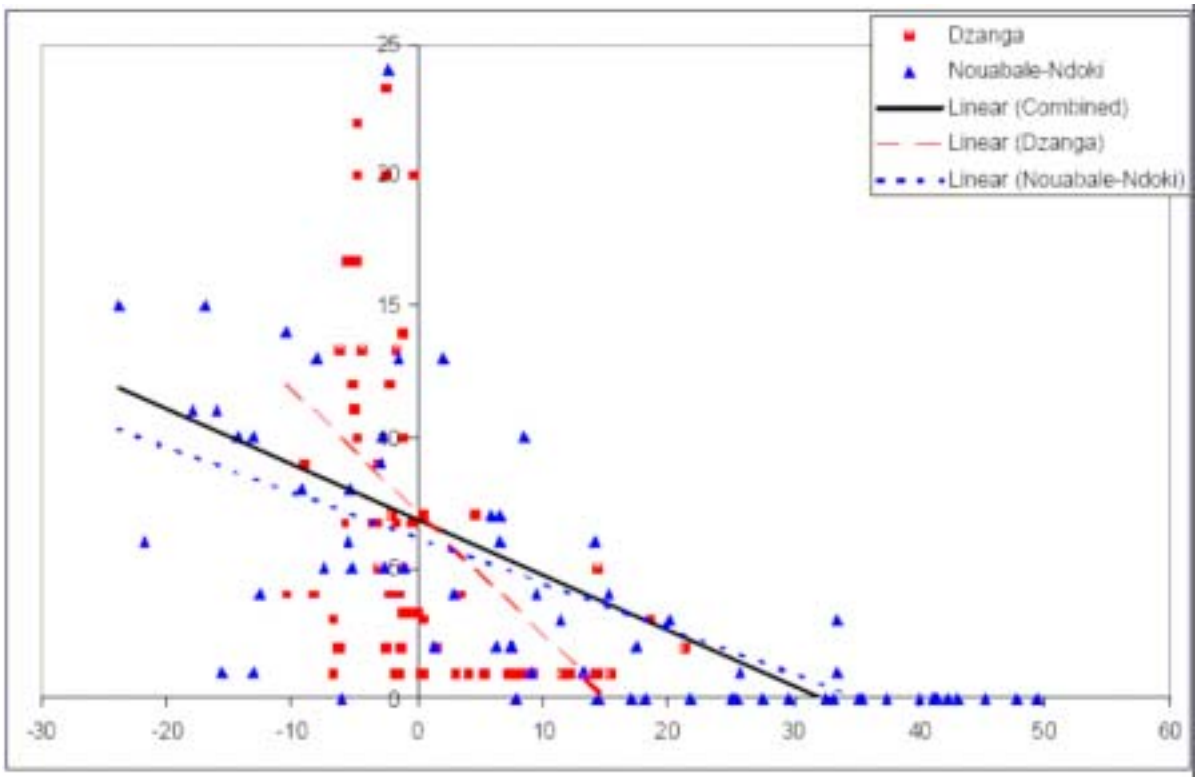
Même avec ces mises en garde, il est probable que quelque chose d'autre soit responsable de l'exceptionnelle densité d'éléphants signalée à Minkébé : compression des populations ! La question de savoir si la compression est un phénomène réel chez les éléphants d'Afrique est toujours discutée mais de bonnes preuves ont été présentées à l'appui (Lewis 1986). La grande taille du cerveau et l'intelligence des éléphants, leur capacité à parcourir de longues distances et l'habitude qu'ils ont de s'éloigner des sources de dangers humains suggèreraient que cela est possible. Les éléphants de Minkébé, comme les éléphants de tous les sites MIKE, sont sous la menace considérable de l'empiètement humain et de l'abattage illégal comme en témoigne le nord. Cependant, l'exploitation forestière et minière, la chasse à l'éléphant et à la viande de brousse sont en train de pénétrer plus avant les 32 000 km² du massif forestier de Minkébé. Les pressions de toutes parts devraient par conséquent forcer les éléphants à se déplacer plus loin vers l'intérieur de la forêt, ce qui devrait résulter en une augmentation de la densité d'éléphants au cœur isolé et encore paisible de la forêt. Des recherches plus approfondies dans la forêt de Minkébé, comme dans les autres sites MIKE, devraient élargir le champ géographique des inventaires pour examiner cette possibilité. Ce phénomène a d'importantes implications pour la conception des inventaires MIKE (Blake and Hedges 2004), ce que nous discutons dans la rubrique recommandations ci-dessous.

Distribution des éléphants par rapport aux limites des parcs nationaux

Il n'y avait que deux sites, Nouabalé-Ndoki et Dzanga-Sangha, où la couverture d'échantillonnage s'étendait suffisamment hors du parc pour permettre une analyse des effets des distances au parc sur l'abondance d'éléphants. Dans ces sites contigus, la densité d'éléphants était très fortement corrélée négativement avec la distance aux limites du parc. C'est-à-dire que l'abondance diminuait avec la distance à l'extérieur des parcs et augmentait significativement avec la distance A L'INTERIEUR des parcs (Figure 20). Ce rapport était très significatif pour une analyse à l'échelon de chaque site MIKE (Dzanga-Sangha et Nouabalé-Ndoki anlysés indépendamment) et pour les deux paysages combinés (Dzanga; R^2=0,188, $F_{(1,73)}$=16,842, P=0,0001: Nouabalé - Ndoki; R^2=0,449, $F_{(1, 69)}$=56,12, P<0,0001: Combiné; R^2=0,259, $F_{(1, 145)}$=50,806, P<0,0001). Ce rapport prédit qu'au nord du PN de Nouabalé-Ndoki, l'abondance d'éléphants tombe à zéro à une distance de 35,5 km de la limite nord du parc, alors qu'à Dzanga-Sangha, la limite du territoire des éléphants est prédite à 15,1 km de la limite ouest du parc.

Des équations de régression telles que celles-ci sont une source d'information additionnelle importante concernant le monitoring. Plutôt que de se fier juste aux estimations d'abondance comme les données métriques du monitoring, beaucoup d'autres informations sur le succès de la conservation peuvent être quantitativement obtenues en étudiant la forme, la pente et l'intersection du rapport de la Figure 20. Le problème majeur de l'utilisation de ces courbes d'une manière quantitative est la dispersion des points autour de la ligne de régression qui entraîne une faible précision et par conséquent, une capacité limitée à détecter les tendances. Une approche de modélisation spatiale plus complexe mais plus puissante est plus apte à évaluer des changements dans la distribution.

Figure 20. Taux de rencontre des crottins d'éléphants sur les transects en fonction de la distance aux limites des parcs (les valeurs négatives sur l'axe des abscisses indiquent l'intérieur des parcs)



Dans le cas du complexe de Nouabalé-Ndoki/Dzanga-Sangha, si une étude MIKE ultérieure ne révélait aucune différence d'abondance discernable dans le même site mais que la pente de la régression devienne significativement plus accentuée et que l'intersection sur l'axe des abscisses soit significativement déplacée vers la gauche, ceci serait la preuve tangible que les éléphants sont en train de se déplacer vers l'intérieur du parc et qu'ils perdent du terrain. D'autre part, si l'intersection est poussée vers la droite – c'est-à-dire que la distance entre la limite du parc et le point où l'abondance des éléphants est égale à zéro a augmenté depuis l'inventaire précédent – cela indiquera que la population d'éléphants gagne du terrain, peut-être grâce à une intervention de conservation. De même, si courbe s'aplanit mais que l'intersection sur l'axe des abscisses reste constante, cela suggèrera qu'il y a moins d'éléphants dans la zone d'étude en général mais que leur territoire est resté le même. Il est à espérer que le TAG puisse recommander les options utilisant des techniques de modélisation spatiale pour

lier les estimations d'abondance et la distribution spatiale afin d'améliorer la détection de changements à la fois dans l'abondance et la distribution.

Table 18. Indicateurs simplifiés des tendances démographiques à partir de la modification du rapport entre l'abondance d'éléphants et les distances aux limites du parc

	Intersetion avec x à droite	**Intersection avec x constante**	**Intersection avec x à gauche**
Pente augmentée	Population augmentant Territoire augmentant	Population augmentant, Territoire stable	Population ? (calculer la zone sous la courbe) Territoire diminuant
Pente constante	Population augmentant Territoire augmentant	Population stable Territoire stable	Population diminuant Territoire diminuant
Pente diminuée	Population ? (calculer la zone sous la courbe) Territoire augmentant	Population diminuant Territoire stable	Population diminuant Territoire diminuant

Il est important lors des futures itérations de MIKE de tenter de cartographier les limites de distribution des éléphants en dehors des parcs et d'inclure les limites dans la définition de la zone d'échantillonnage. Ceci ne facilitera pas seulement l'évaluation de l'abondance mais aussi celle de la distribution et de l'évolution des superficies disponibles pour les populations d'éléphants.

Chapitre 10 : Conclusions

Dans ce rapport, nous avons décrit un plan de mise en œuvre en cinq phases pour acquérir, exécuter, analyser et disséminer les résultats des inventaires d'éléphants de forêt en Afrique centrale entre 2003 et 2004 sous les auspices du programme MIKE. Les inventaires ont été conduits dans une série de six « sites » MIKE désignés par la CITES et basés dans et autour des parcs nationaux et des zones de conservation, à savoir La Salonga (RDC), Bangassou et Dzanga-Sangha (RCA), Nouabalé-Ndoki (Congo), Boumba Bek (Cameroun) et Minkébé (Gabon). Une équipe de chercheurs nationaux du Gabon, Cameroun, RCA, Congo et RDC a été rassemblée au centre de formation de Somalomo au Cameroun pour être formée aux méthodes de terrain, à la collecte et à la gestion de données et pour standardiser les méthodes de relevés définitives. Des équipes supplémentaires ont également été formées au Gabon et en RDC. Fondée sur les résultats d'études pilotes et sur des données existantes sur l'abondance d'éléphants, la conception finale de l'étude stratifiée et non biaisée a été établie sur la base d'un placement systématique de transects linéaires à travers les zones d'études définies. Les zones d'étude ont été définies pour maximiser la couverture géographique aussi bien à l'extérieur qu'à l'intérieur des aires protégées et pour échantillonner l'abondance d'éléphants à travers un large panel de gradients écologiques et humains tout en maintenant une intensité d'échantillonnage suffisante pour estimer la densité de crottins d'éléphants à l'intérieur des zones d'étude avec un coefficient de variation de 25%. Les estimations de densité de grands singes ont aussi été réalisées sur la base du comptage des groupes de nids sur des transects linéaires. Un effort a également été fait pour maximiser la collecte systématique de données, sur les transects et les recces-voyages, concernant toute forme de signes humains afin d'évaluer l'intensité d'utilisation, particulièrement les signes d'abattage illégal, et son impact sur les populations d'éléphants. Après l'achèvement des inventaires, un atelier d'analyse de données et de rédaction de rapports s'est tenu au centre de formation de la Lopé, durant lequel les rapports spécifiques à chaque site ont été élaborés et pour la plupart terminés. Les résultats des inventaires ont été synthétisés en une série de six bulletins d'information de deux pages présentés au conseil de direction de MIKE et aux Directeurs de Faune

d'Afrique centrale à Bangkok, avant la Conférence des Parties de la CITES. Les conclusions suivantes ont été tirées de cette phase de mise en œuvre MIKE dans les forêts d'Afrique centrale :

1. Les gestionnaires de sites ont perçu le programme MIKE comme une contribution précieuse à la conservation de l'éléphant à l'échelon du site comme à l'échelon international et le soutien au programme par les partenaires sur site a, en général, été excellent. Les autorités de gestion des sites ont à la fois fourni un soutien logistique et administratif et dans certains cas des contributions financières pour les opérations d'inventaire MIKE sans lesquelles cette phase de MIKE n'aurait pu être exécutée.
2. La formation des chercheurs MIKE a été sous financée et le temps nécessaire a été sous-estimé, que ce soit pour la formation initiale ou pour la supervision de suivi ultérieure. En effet, un des trois programmes de formation prévus a été annulé en raison d'un manque de fonds. Bien qu'une formation et un suivi insuffisants eurent pour résultat quelques défauts méthodologiques dans la qualité des données, les données cruciales de MIKE – l'estimation de l'abondance d'éléphants sur les transects linéaires - ont été exécutées correctement sur tous les sites sauf un. Malheureusement, à Boumba Bek, une erreur d'arrondissement des distances perpendiculaires a entraîné un mauvais ajustement des données des transects aux courbes de fonction de détection, ce qui eut pour résultat des estimations de densité de crottins d'éléphant non valables pour ce site.
3. Des études sur la dégradation des crottins et le taux de défécation n'ont pas été menées au niveau de chaque site lors de cette phase de MIKE, ce qui compromet la précision des estimations de la densité d'éléphants basée sur le comptage des crottins. A défaut, un temps de dégradation de 90 jours et un taux de défécation de 19 crottins par jour ont été utilisés pour convertir la densité de crottins en densité d'éléphants.
4. Plus de 46 000 km² de forêt dense ont été systématiquement étudiés en utilisant les techniques d'échantillonnage par Distance et un bloc supplémentaire de 12 000 km² (à Bangassou) a été étudié de manière moins intensive. Les données ont été collectées sur un total de 4 478 km de recces-voyage et 384,5 km de

transects linéaires sur lesquels, respectivement, 9 362 et 1 723 tas de crottins d'éléphants ont été enregistrés. L'association de recces-voyages et de transects linéaires conçus sans biais s'est révélée efficace, quand les méthodes ont été mises en œuvre correctement, pour estimer la densité de crottins d'éléphants, l'abondance de groupes de nids de grands singes et l'abondance de signes humains. Le CV cible original de 25% pour les estimations de densité d'éléphants a été atteint dans 7 des 10 strates où une méthodologie correcte a été utilisée et dans 3 des 4 sites. L'abondance d'éléphants particulièrement faible au PN de la Salonga et dans la réserve spéciale de Dzanga-Sangha a signifié que l'effort nécessaire avait été sous-estimé et la précision (CV) dans ces strates était de 32,8% et 30,8% respectivement.

5. Parmi tous les sites, la densité d'éléphants la plus élevée se trouvait à Minkébé où la densité de crottins a été estimée à 5 348 crottins/km² soit 3,1 éléphants/km² sur la zone inventoriée. La densité d'éléphants à Minkébé était presque 7 fois plus élevée que sur le site arrivant en deuxième position, Nouabalé-Ndoki, dont la densité d'éléphants est estimée à 0,5 éléphants/km². A Dzanga-Sangha, la densité générale d'éléphants était de 0,3 éléphants/km² alors qu'à la Salonga la densité enregistrée était seulement de 0,05 éléphants/km². La taille de la population de chaque zone d'étude a été estimée à 29 147, 3 032, 869, 1 186, et 318 à Minkébé, Nouabalé -Ndoki, Dzanga-Sangha, Salonga, et Boumba Bek respectivement. A Bangassou la pénurie de signes d'éléphants et la conception d'échantillonnage signifiait qu'une estimation valable de l'abondance d'éléphants ne pouvait être calculée, cependant il est probable qu'il y ait moins de 1 000 éléphants dans la région. Dans les zones d'étude qui s'étendaient au-delà des limites des parcs, la densité d'éléphants était significativement plus basse à l'extérieur des limites des parcs nationaux.
6. Des signes de braconnage d'éléphants ont été trouvés sur tous les sites MIKE et à l'intérieur de tous les parcs nationaux. Vingt et une carcasses d'éléphants braconnées ont été trouvées sur les recces, donnant un taux de rencontre moyen de carcasses braconnées de 1 pour 212 km de recces-voyage parcourus. Il n'y avait pas de modèles réguliers dans la distribution des carcasses à l'intérieur des

parcs nationaux en opposition à l'extérieur. Neuf carcasses braconnées ont été trouvées sur le site de Minkébé, toutes en dehors du parc national, tandis qu'à Dzanga-Sangha, neuf des dix carcasses ont été trouvées à l'intérieur ou à un maximum de 2 km du parc national de Dzanga. Au total, 53 camps de braconnage d'éléphants confirmés ont été trouvés durant les inventaires ainsi que 235 camps de chasse dans lesquels des signes directs de braconnage d'éléphants n'ont pas été enregistrés. Le taux de détection de camps de braconnage d'éléphants était d'un camp pour 84,5 km de recces-voyage parcourus.

7. La distribution des activités et des implantations humaines déterminait d'une manière criante la distribution des éléphants et cette étude suggère très clairement que les éléphants des sites MIKE ne subissent pas seulement une réduction de leurs effectifs à cause du braconnage mais qu'ils deviennent limités au cœur des parcs nationaux. Les parcs dans lesquels les capacités de gestion étaient faibles, où les conditions civiles étaient instables (par ex. la Salonga) et où l'anti-braconnage ne tenait pas une place majeure dans la philosophie de gestion (par ex. forêt communautaire de Bangasou) contiennent moins d'éléphants et les populations semblent avoir diminué significativement. Dans les sites qui ont investi dans des infrastructures de gestion et dans du personnel et où il existe une forte philosophie de protection au sein d'un programme de conservation complet, les éléphants se rencontrent toujours en densité élevée à l'intérieur des parcs nationaux. Il est clair que dans les régions où il n'y a pas de mandat autorisant la communauté internationale à soutenir la conservation (par ex. la concession forestière de Mokabi au Congo), ou dans ceux où l'application des règlements est faible (par ex. la réserve spéciale de Dzanga-Sangha), les éléphants sont extrêmement menacés. Le plus préoccupant est que les taux de braconnage d'éléphants relevés étaient les plus forts dans deux des zones de conservation les plus importantes qui abritent encore un grand nombre d'éléphants : le PN de Minkébé et le PN de Dzanga.
8. Le taux de rencontre des groupes de nids de gorilles était le plus élevé à Dzanga-Sangha, suivi de Boumba Bek et de Nouabalé-Ndoki. L'éventail d'abondances était relativement restreint à travers les sites, entre 0,48 et 0,74 groupes de nids/km.

L'abondance des gorilles était remarquablement faible à Minkébé avec un taux de rencontre moyen de 0,05 groupes de nids/km correspondant à celui des recherches précédentes, ce qui démontre la disparition des grands singes de ce site probablement à cause d'Ebola. A Minkébé, le taux de rencontre de nids de gorilles était plus élevé dans les zones à fort impact humain alors que les nids étaient complètement absents du cœur du parc. Les groupes de nids de grands singes non identifiés (composés essentiellement de chimpanzés) étaient le plus fréquemment rencontrés à Nouabalé-Ndoki, suivi de Boumba Bek et de Dzanga-Sangha avec respectivement 2,14, 1,75 et 0,87 groupes de nids/km. A Minkébé, le taux de rencontre moyen était seulement de 0,08 groupes de nids/km.

9. A la Salonga, une mauvaise technique de recherche et d'observation durant la première partie de l'étude ne permit pas d'obtenir des données fiables sur les signes de bonobos, y compris les nids. Toutefois, des preuves de la présence des bonobos indiquent qu'ils sont largement distribués à travers la zone d'étude mais à une densité très faible. Les signes de bonobos étaient absents d'une zone d'environ 4 200 km² à l'est de la zone d'étude de la Salonga.
10. Malgré des fonds limités et fluctuants qui n'ont pas permis une formation et une supervision complémentaire des équipes de terrain suffisante, la série d'inventaires d'éléphants de forêt MIKE décrite dans ce rapport a contribué de manière significative et avec succès à l'objectif global de MIKE. Les gouvernements des états de l'aire de répartition ont maintenant une compréhension quantitative de la distribution et de l'abondance des éléphants dans quelques uns de leurs parcs nationaux les plus importants. Le braconnage des éléphants pour le marché clandestin de l'ivoire se porte bien au sein du système de parcs nationaux d'Afrique centrale, les effectifs d'éléphants sont en train de diminuer et l'espèce perd du terrain sous la pression humaine. Les impacts humains font diminuer le territoire disponible pour les éléphants, même à l'intérieur des limites des parcs nationaux puisque les zones de forte densité sont confinées dans les noyaux centraux les plus reculés des parcs nationaux. Les systèmes de gestion doivent devenir plus efficaces pour réduire le braconnage

aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur des parcs nationaux afin que les populations viables puissent subsister ou se réinstaller.

11. Ces inventaires en forêt ont démontré l'importance cruciale de MIKE en tant qu'outil pour améliorer la gestion et la conservation des éléphants de forêt. MIKE et ses partenaires doivent tirer leçon des succès et échecs de cette phase pour établir, lors des prochaines éditions, un programme viable et rentable qui éliminera ou réduira les biais, augmentera la précision et par conséquent la capacité de détecter les tendances de la taille des populations d'éléphants et des populations de grands singes. Les capacités techniques et les capacités de gestion restent manifestement faibles à tous les niveaux en Afrique centrale. Renforcer les capacités appropriées et exécuter les inventaires correctement nécessite « un exercice de renforcement des institutions ». Les éléphants sont une ressource écologique et économique précieuse en Afrique et la communauté de donateurs ainsi que les états de l'aire de répartition doivent augmenter significativement les financements à disposition de MIKE en Afrique centrale pour que les objectifs fixés soient atteints et que les tendances en matière d'abondance d'éléphants, de distribution et d'abattage illégal soit signalées convenablement et dans le temps.

Références bibliographiques

Alers, M. P., A. Blom, C. Sikubwabo Kiyengo, T. Masunda, and R. Barnes. 1992. Preliminary assessment of the status of the forest elephants in Zaire. African Journal of Ecology **30**:279-291.

Anon. 2005. The Forests of the Congo Basin: A Preliminary Assessment. Congo Basin Forest Partnership.

Armbruster, P., and R. Lande. 1993. A population viability analysis for African elephants (*Loxodonta africana*): how big should reserves be? Conservation Biology **7**:602-610.

Barbier, E. B., Burgess, J.C., Swanson, T.M.., & Pearce, D.W. 1990. Elephants, Economics and ivory. Earthscan publications.

Barnes, R., Alers, M., & Blom, A. 1989a. The poor man's guide to counting elephants in forests. Wildlife Conservation Society., New York.

Barnes, R. F. W. 1989b. The status of elephants in the forests of central Africa: Results of a reconnaissance survey. *in* S. Cobb, editor. The ivory trade and the future of the African elephant. Ivory Trade Review Group, International Development Centre., Oxford, UK.

Barnes, R. F. W. 1999. Is there a future for elephants in West Africa. Mammal Review **29**:175-199.

Barnes, R. F. W. 2001. How reliable are dung counts for estimating elephant numbers? African Journal of Ecology **39**:1-9.

Barnes, R. F. W. 2002. The problem of precision and trend detection posed by small elephant populations in West Africa. African Journal of Ecology **40**:179-185.

Barnes, R. F. W., K. Barnes, M. Alers, and A. Blom. 1991. Man determines the distribution of elephants in the rain forests of northeastern Gabon. African Journal of Ecology **29**:54-63.

Barnes, R. F. W., K. Beardsley, F. Michelmore, K. L. Barnes, M. P. T. Alers, and A. Blom. 1997. Estimating forest elephant numbers with dung counts and a geographic information system. Journal of Wildlife Management **61**:1384-1393.

Barnes, R. F. W., A. Blom, and M. P. T. Alers. 1995. A review of the status of forest elephants *Loxodonta africana* in central Africa. Biological Conservation **71**:125-132.

Barnes, R. F. W., G. C. Craig, H. T. Dublin, G. Overton, W. Simons, and C. R. Thouless. 1998. The African Elephant Database:. Occasional Paper, 22., The IUCN Species Survival Commission.

Barnes, R. F. W., and A. Dunn. 2002. Estimating forest elephant density in Sapo National Park (Liberia) with a rainfall model. African Journal of Ecology **40**:159-163.

Barnes, R. F. W., and K. L. Jensen. 1987. How to count elephants in forests. IUCN African Elephant and Rhino Specialist Group Technical Bulletin **1**:1-6.

Beyers, R., L. Thomas, J. Hart, and S. T. Buckland. 2001. Recommendations for Ground-Based Survey Methods for Elephants in the Central African Forest Region. Technical Report No 2., Monitoring Illegal Killing of elephants (MIKE).

Blake, S. 2002. The Ecology of Forest Elephant Distribution and its Implications for Conservation. P. hD. Dissertation. University of Edinburgh, Edinburgh.

Blake, S., K. K. G., D. Y., and B. Mpati. 1997. Reconnaissance surveys in the Loundougou and Mokabi logging concessions east and north of the Nouabalé-Ndoki National Park, Northern Congo. USAID, WCS, Government of Congo, GTZ, and the World Bank.

Blake, S., and S. Hedges. 2004. Sinking the flagship: The case of forest elephants in Asia and Africa. Conservation Biology **18**:1191-1202.

Blake, S., M. E. Rogers, J. M. Fay, M. Ngangoue, and G. Ebeke. 1995. Swamp gorillas in northern Congo. African Journal of Ecology **33**:285-290.

Blanc, J. J., C. R. Thouless, J. A. Hart, H. T. Dublin, I. Douglas-Hamilton, C. G. Graig, and R. F. W. Barnes. 2003. African Elephant Status Report 2002: An Update from the African Elephant Database. IUCN/SSC African Elephant Specialist Group, Gland, Switzerland, and Cambridge, UK.

Blom, A., A. Almasi, I. M. A. Heitkonig, J. B. Kpanou, and H. H. T. Prins. 2001. A survey of the apes in the Dzanga-Ndoki National Park, Central African Republic: a comparison between the census and survey methods of estimating the gorilla (Gorilla gorilla gorilla) and chimpanzee (Pan troglodytes) nest group density. African Journal of Ecology **39**:98-105.

Blom, A., R. van Zalinge, E. Mbea, I. M. A. Heitkonig, and H. H. T. Prins. 2004a. Human impact on wildlife populations within a protected Central African forest. African Journal of Ecology **42**:23-31.

Blom, A., J. Yamindou, and H. H. T. Prins. 2004b. Status of the protected areas of the Central African Republic. Biological Conservation **118**:479-487.

Buckland, S. T., D. R. Anderson, K. P. Burnham, and J. L. Laake. 1993. Distance sampling: estimating abundance of biological populations. Chapman & Hall, London & New York.

Buckland, S. T., and L. Thomas. 2001. ANNEX 5: Analysis of Data and Survey Design for the MIKE Central African Pilot Project. Third report – Part 1: Analysis of the Pilot Data.

Burn, R. W., F. M. Underwood, and N. D. Hunter. 2003. MIKE Data Analysis Strategy. MIKE CITES.

Carroll, R. W. 1986. Status of the lowland gorilla and other wildlife in the Dzanga-Sangha region of southwestern Central African Republic. Primate Conservation **7**:38-41.

Carroll, R. W. 1988. Elephants of the Dzangha-Sangha dense forests of south-western Central African Republic. Pachyderm **10**:12-15.

Chapman, C. A., R. W. Wrangham, L. J. Chapman, D. K. Kennard, and A. E. Zanne. 1999. Fruit and flower phenology at two sites in Kibale National Park, Uganda. Journal of Tropical Ecology **15**:189-211.

Cobb, S. 1989. The Ivory Trade and the Future of the African Elephant. Ivory Trade Review Group, Oxford.
Cumming, D. H. M., R. F. Du Toit, and S. N. Stuart. 1990. African Elephants and Rhinos. Status Survey and Conservation Action Plan. IUCN/ SSC African Elephant and Rhino specialist group.
Douglas-Hamilton, I., and O. Douglas-Hamilton. 1982. Battle for the Elephants. Viking, New York.
Ekobo, A. 1995. Elephants in the Lobeke forest, Cameroon. Pachyderm **19**:73-80.
Ekobo, A. 1998. Large mammals & vegetation surveys in the Boumba-Bek & Nki Project area. WWF-Cameroon.
Eves, H., Hardin, R., & Rupp, S., editor. 1998. Resource use in the Trinational Sangha River region of Equatorial Africa: Histories, Knowledge forms, and Institutions. Yale School of forestry & Environmental Sciences, Bulletin no. 102. Yale University, New Haven, Connecticut.
Fay, J. M. 1989a. Partial completition of a census of the western lowland gorilla (Gorilla gorilla gorilla) in southwestern Central African Republic. Mammalia **53**:202-215.
Fay, J. M. 1989b. A population survey of elephants in the forests of the Central African Republic. EEC/ WWF African Elephant Programme.
Fay, J. M. 1991. An elephant (*Loxodonta africana*) survey using dung counts in the forests of the Central African Republic. Journal of Tropical Ecology **7**:25-36.
Fay, J. M. 1993. A survey of the proposed Nouabalé-Ndoki National Park conservation area, Northern Congo. USAID, NYZS/ The Wildlife Conservation Society, Goverment of Congo, World Bank, GTZ.
Fay, J. M., and M. Agnagna. 1991a. Forest elephant populations in the Central African Republic and Congo. Pachyderm **14**:3-19.
Fay, J. M., and M. Agnagna. 1991b. Forest elephant populations in the Central African Republic and Congo: the Central African Republic. Pachyderm **14**:3-12.
Fay, J. M., and M. Agnagna. 1991c. A Population Survey of Forest Elephants (Loxodonta-Africana- Cyclotis) in Northern Congo. African Journal of Ecology **29**:177-187.
Hall, J., B. Inogwabini, E. Williamson, I. Omari, C. Sikubwabo, and L. White. 1997. A survey of elephants (*Loxodonta africana*) in the Kahuzi-Biega National Park lowland sector in eastern Zaire. African Journal of Ecology **35**:213-223.
Hart, T. B., and R. Mwinyihali. 2001. Armed Conflict in Sun-Sararan Africa: The case of the Democratic Republic of Congo (DRC). Biodiverosty Support Program, Washington D.C.
Huijbregts, B. 1999. Elephant Poaching in the Northeast Parts of the Minkébé Forest, Gabon. WWF internal report.
Huijbregts, B., P. De Wachter, N. O. Sosthene, and M. A. Akou. 2003. Ebola and the decline of gorilla Gorilla gorilla and chimpanzee Pan troglodytes populations in Minkébé Forest, north-eastern Gabon. Oryx **37**:437-443.

Inogwabini, B. I., O. Ilambu, and M. A. Gbanzi. 2005. Protected areas of the Democratic Republic of Congo. Conservation Biology **19**:15-22.
Lahm, S. A. 2002. L'Orpiallage au Nord-Est du Gabon: Historique et Analyse Socio-Ecologique. Centre National de la Recherche Scientifique et Technique du Gabon, and Central African Regional Program for the Environment.
Lewis, D. M. 1986. Disturbance Effects on Elephant Feeding - Evidence for Compression in Luangwa Valley, Zambia. African Journal of Ecology **24**:227-241.
Luxmoore, R., J. Caldwell, and L. Hithersay. 1989. The volume of raw ivory entering international trade from African producing contries from 1979 to 1988. *in* S. Cobb, editor. The Ivory Trade and the Future of the African Elephant. Ivory Trade Review Group, Oxford.
Malenky, R. K., S. Kuroda, E. O. Vineberg, and R. W. Wrangham. 1994. The significance of terrestrial herbaceous foods for bonobos, chimpanzees and gorillas. Pages 59-75 *in* R. W. Wrangham, W. C. McGrew, F. B. M. de Waal, and P. G. Heltne, editors. Chimpanzee Cultures. Harvard University Press, Cambridge, MA.
Malenky, R. K., and E. W. Stiles. 1991. Distribution of terrestrial herbaceous vegetation and its consumption by *Pan paniscus* in the Lomako Forest, Zaire. American Journal of Primatology **23**:153-169.
Meredith, M. 2001. Elephant Destiny. Biography of an Endangered Species in Africa. Public Affairs, New York.
Merz, G. 1986. Counting elephants *Loxodonta africana cyclotis* in tropical rainforests with particular reference to the Tai National Park, Ivory Coast. African Journal of Ecology **24**:61-68.
Michelmore, F., K. Beardsley, R. F. W. Barnes, and I. Douglas-Hamilton. 1994. A model illustrating the changes in forest elephant numbers caused by poaching. African Journal of Ecology **32**:89-99.
Milliken, T. 1989. The ivory trade and the future of the African Elephant. Traffic Japan.
Milner-Gulland, E. J., and J. R. Beddington. 1993. The exploitation of elephants for the ivory trade: an historical perspective. Proceedings of the Royal Society of London - B. Biological Sciences **252**:29-37.
Owen-Smith, R. N. 1988. Megaherbivores. The influence of very large body size on ecology. Cambridge university press.
Powell, J. 1997. The Ecology of Forest Elephants (*Loxodonta africana cyclotis* matschie 1900) in Banyang-Mbo and Korup Forests, Cameroon with Particular Reference to their Role as Seed Dispersal Agents. Ph. D. Thesis. University of Cambridge, Cambridge.
Roth, H. H., and I. Douglas-Hamilton. 1991. Distribution and status of elephants in west Africa. Mammalia **55**:489-527.
Ruggiero, R. G. 1992. Seasonal Forage Utilization by Elephants in Central Africa. African Journal of Ecology **30**:137-148.

Said, M. Y., R. N. Chunge, G. C. Craig, C. R. Thouless, R. F. W. Barnes, and H. T. Dublin. 1995. African Elephant Database 1995. IUCN/SSC, Gland & Cambridge.

Sanderson, E. W., M. Jaiteh, M. A. Levy, K. H. Redford, A. V. Wannebo, and G. Woolmer. 2002. The human footprint and the last of the wild. Bioscience **52**:891-904.

Spinage, C. A. 1994. Elephants. T and A D Poyser, London.

Stokes, E. 2004. Nouabalé-Ndokoi Forest Elephant Project: Applied Research for Conservation. Phase 3. Final Report to: Government of Congo, Wildlife Conservation Society, United States Fish and Wildlife Service.

Stromayer, A. K., and A. Ekobo. 1991. Biological surveys of the Lake Lobeke Region, SE Cameroon. Wildlife Conservation Society and World Wildlife Fund.

Stromayer, K. A., and A. Ekobo. 1992. The Distribution and Number of Forest Dwelling Elephants in Extreme Southeastern

Cameroon. Pachyderm **15**:9-14.

Tchamba, M. 1992. Defecation by the African forest elephant *Loxodonta africana cyclotis*in the Santchou Reserve, Cameroun. Mammalia **56**:155-158.

Theuerkauf, J., and H. Ellenberg. 2000. Movements and defaecation of forest elephants in the moist semi-deciduous Bossematie Forest Reserve, Ivory Coast. African Journal of Ecology **38**:258-261.

Theurekauf, J., H. Ellenberg, W. E. Waitkuwait, and M. Muhlenberg. 2001. Forest elephant distribution and habitat use in the Bossematie Forest Reserve, Ivory Coast. Pachyderm **30**:37-43.

Thomas, L., R. Beyers, J. Hart, and S. T. Buckland. 2001. Recommendations fo a Survey Design for the Central African Forest Region. Technical Report No 1, Monitoring Illegal Killing of elephants (MIKE).

Thomas, L., J. L. Laake, S. Strindberg, F. F. C. Marques, S. T. Buckland, D. L. Borchers, D. R. Anderson, K. P. Burnham, S. L. Hedley, J. H. Pollard, and J. R. B. Bishop. 2003. Distance. *in*, Research Unit for Wildlife Population Assessment, University of St. Andrews, UK.

Turkalo, A., & Klaus-Hugi, C. 1999. Group size and group composition of the Bongo (*Tragelaphus eurycerus)* at a natural lick in the Dzanga National park, Central African Republic. Mammalia **63**:437-448.

Turkalo, A., and J. M. Fay. 1995. Studying elephants by direct observation: preliminary results from the Dzanga Clearing, Central African Republic. Pachyderm **20**:45-54.

Turkalo, A., and J. M. Fay. 2001. Forest elephant behavior and ecology: observations from the Dzanga saline. *in* W. Weber, L. J. T. White, A. Vedder, and L. Naughton-Treves, editors. African Rain Forest Ecology and Conservation. Yale University Press, New Haven.

Van Krunkelsven, E., I. Inogwabili B, and D. Draulans. 2000. A survey of bonobos and other large mammals in the Salonga National Park, Democratic Republic of Congo. Oryx **34**:180-187.

Walsh, P. D., M. Thibault, Y. Mihindou, D. Idiata, C. Mbina, and L. J. T. White. 2000. A Statistical Framework for Monitoring Forest Elephants. Natural Resource Modelling **13**:89-134.

Walsh, P. D., and L. J. T. White. 1999. What will it take to monitor forest elephant populations? Conservation Biology **13**:1194-1202.

Walsh, P. D., L. J. T. White, C. Mbina, D. Idiata, Y. Mihindou, F. Maisels, and M. Thibault. 2001. Estimates of forest elephant abundance: projecting the relationship between precision and effort. Journal of Applied Ecology **38**:217-228.

White, L., and A. Edwards. 2000a. Conservation Research in the African Rain Forests: a Technical Handbook. The Wildlife Conservation Society, New-York, U.S.A.

White, L. J. T. 1994. Biomass of Rain-Forest Mammals in the Lope Reserve, Gabon. Journal of Animal Ecology **63**:499-512.

White, L. J. T. 1995. Factors affecting the duration of elephant dungpiles in rainforest in the Lopé Réserve, Gabon. African Journal of Ecology **33**:142-150.

White, L. J. T., and A. Edwards. 2000b. Methods for assessing the status of animal populations. *in* L. J. T. White and A. Edwards, editors. Conservation Research in the African Rain Forest: A Technical Handbook. The Wildlife Conservation Society, New York.

Williamson, L., and F. Maisels. 2004. Bangassou Forest, Central African Republic. Conservation Status of Large Mammals and Human Impact. MIKE/WCS.

Wing, L. D., and I. O. Buss. 1970. Elephants and Forests. Wildlife Monographs **19**:1-92.

Woodroffe, R., and J. R. Ginsberg. 1998. Edge effects and the extinction of populations inside protected areas. Science **280**:2126-2128.