



**ETUDE DES CARACTERISTIQUES PHENOTYPIQUES,
ECOLOGIQUES ET DE L'UTILISATION DES HABITATS
PAR LA POPULATION DES ELEPHANTS (*LOXODONTA SP.*)
DE LA REGION DES PLATEAUX BATEKE, GABON.**

I. PROBLEMATIQUE

Que ce soit en Afrique ou en Asie, il existe une relation étroite entre les éléphants et leurs écosystèmes (Sukumar 2003). Les éléphants sont des mégaherbivores et sont considérés généralement comme une espèce clef dans le maintien des processus écologiques liés au fonctionnement des écosystèmes (Owen-Smith 2000). Les éléphants sont plus précisément considérés comme des ingénieurs de l'écosystème, c'est-à-dire comme une espèce dont les individus influencent, de façon directe ou indirecte, la disponibilité des ressources en modifiant et/ou en créant des habitats (Owen-Smith 2000). En effet, ils peuvent avoir un nombre important d'influences négatives (destruction des arbres, ouverture du milieu) et positives (dissémination principale de certaines plantes) sur l'écosystème. En favorisant la diversité d'habitats et la dissémination des graines des arbres fruitiers dans la forêt équatoriale, ils participeraient au maintien de la structure des communautés végétales et animales (Hawthorne & Parren 2000). La compréhension de leur utilisation des habitats forestiers est donc nécessaire aux processus de gestion de l'écosystème (Sukumar 2003).

En raison de l'habitat fermé des forêts, peu d'études ont été menées sur les populations d'éléphants de forêts d'Afrique centrale (*Loxodonta africana cyclotis*) en comparaison des éléphants de savanes (*Loxodonta africana africana*) ou des éléphants d'Asie (*Elephas maximus*) (Sukumar 2003). Pourtant, ces études montrent déjà des différences écologiques avec les deux autres espèces (White et al. 1993). En effet, ils évoluent dans des habitats dont les conditions sont considérablement différentes et qui affectent la morphologie, l'écologie et l'organisation sociale de l'espèce (Sukumar 2003). Par exemple, La taille de groupe des éléphants de forêt (White et al. 1993) tend à être inférieure (3,5 ind. en moyenne) à celle de l'espèce asiatique et de l'espèce de savane africaine qui, elles, peuvent respectivement atteindre plusieurs dizaines et plusieurs centaines d'individus (Sukumar 2003). D'autre part, l'espèce africaine de forêt est de taille moindre (Morgan & Lee 2003). Son régime alimentaire est davantage frugivore-brouteur que paisseur (White et al. 1993) alors que les deux autres espèces consomment une grande part de graminées (Sukumar 2003).

Enfin, même au sein de l'espèce de forêt, le comportement alimentaire est variable et dépend de la disponibilité fourragère et des caractéristiques différentes de l'habitat : composition du peuplement végétal, période de fructification des arbres, présence de clairières riches en sels minéraux, pluviométrie... Ces caractéristiques joueraient un rôle fondamental sur l'écologie des populations d'Eléphant de forêt en agissant directement sur la dynamique des arbres fruitiers. Cela signifie que les gestionnaires doivent considérer les spécificités écologiques de l'écosystème dont ils ont la charge et de la population d'éléphants s'y trouvant (Blake 2002).

Le paysage des Plateaux Batéké (PB), dans sa partie gabonaise, est composé d'habitats très différents. Au nord-ouest, on observe la forêt tropicale humide du Bassin du Congo, et au sud-est les savanes herbacées du Congo. Enfin, la mosaïque de forêts (forêts galeries et bosquets) et de savanes (arbustives) se trouve au niveau de l'interface. Un projet global dont l'objectif est d'aider à la mise en place d'un plan de gestion du Parc National des Plateaux Batékés (PNPB) et de sa périphérie est en cours de création. Il sera réalisé en



Proposition de sujet de recherche

Nicolas BOUT

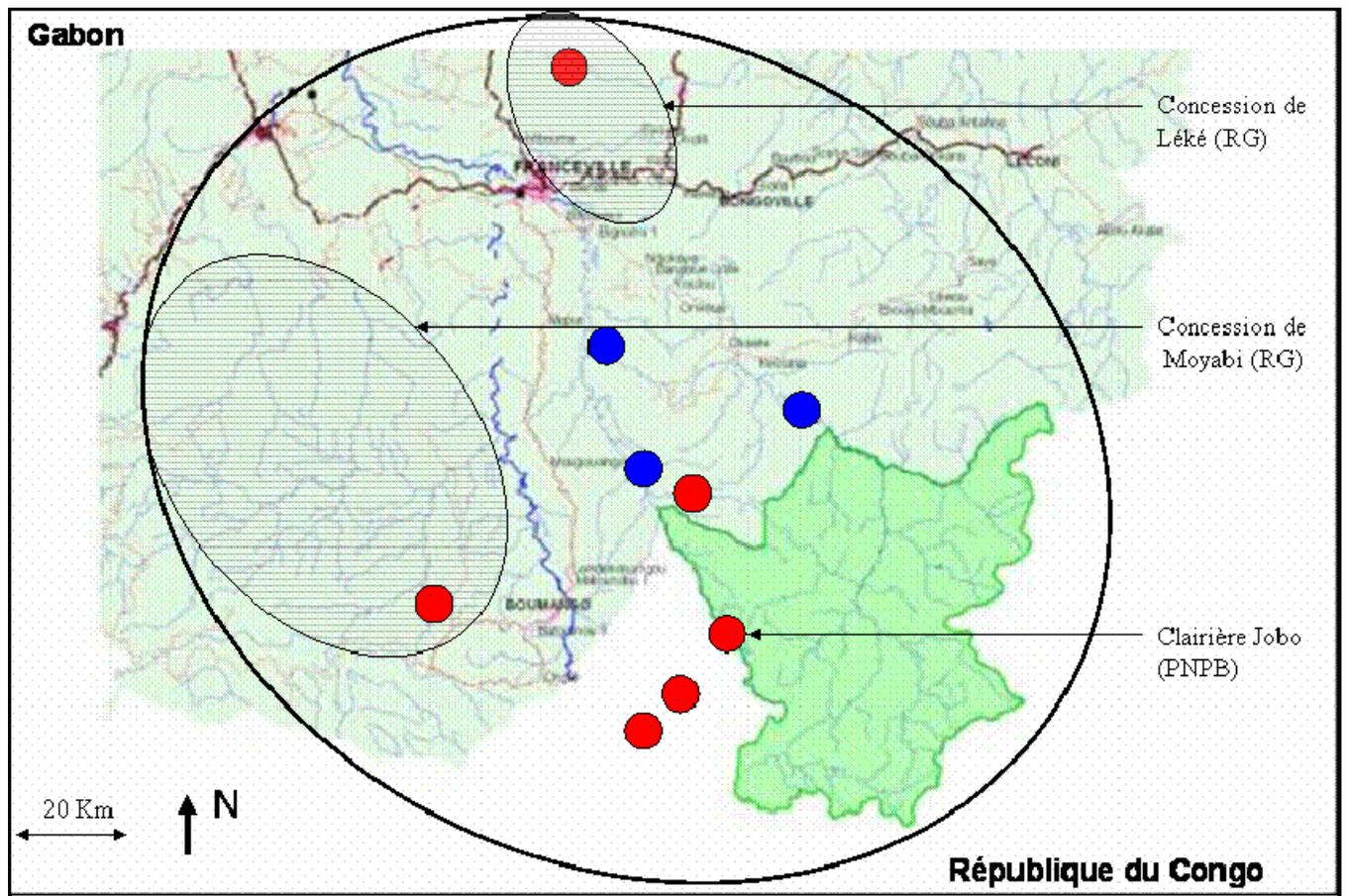
partenariat avec le CIRMF (Centre International de Recherches Médicales de Franceville), le WCS (Wildlife Conservation Society), le CIRAD (Centre International de Recherche Agronomique et de Développement) et ROUGIER-Gabon (RG, Exploitant forestier) grâce en particulier à la création d'une station de recherche scientifique dans le PNPB. L'objectif de ce projet global est de coupler actions de recherche et de conservation pour comprendre quel est le rôle de l'Eléphant dans le fonctionnement du système écologique particulier des PB et notamment l'impact de ce mégaherbivore sur les peuplements végétaux et animaux, mais aussi pour limiter les actions de braconnage et diminuer les conflits Homme – Eléphant.

La zone d'étude (Fig. 1) comprend le PNPB (2050 Km²) et sa zone périphérique, ainsi que les concessions forestières RG de Moyabi-Léké (plus de 3000 Km²). Plusieurs sites de concentrations des éléphants ont été identifiés : 1/ la clairière (baï) Jobo dans le PNPB, 2/ deux clairières (baïs) dans le futur PN congolais transfrontalier, 3/ six plages (salines) le long de la rivière Mpassa, plusieurs plages et clairières (à préciser) le long de la rivière Djoumou dans la zone périphérique nord du PNPB, et 3/ plusieurs clairières dans les concessions de Moyabi-Léké de RG.

Ce projet de thèse de doctorat rentre dans le cadre de ce programme global et a pour objectif d'étudier la population d'éléphants présents dans la zone d'étude (Fig. 1). Son but est d'apporter un certain nombre d'éléments de réponses à 1/ la caractérisation de la population des éléphants des PB et 2/ la compréhension de l'utilisation de la mosaïque forêt/savane dans l'espace et le temps. Les questions de recherche sont les suivantes :

1. Quelles sont les caractéristiques du phénotype des éléphants des PB ?
2. Quel est l'effectif des éléphants des PB ?
3. Comment se caractérise la structure de la population des éléphants des PB ?

4. Comment se définit le schéma d'utilisation des habitats par les éléphants des PB et quels sont les facteurs limitant qui déterminent les choix ?
5. Quels sont les impacts des activités humaines sur l'utilisation de l'écosystème par les éléphants des PB ?
6. Comment se définit le domaine vital des éléphants des PB ?



- Légende:**
- Zone d'étude
 - PNPB
 - ◌ Concessions forestières de RG
 - Clairière(s) (ou) à éléphants
 - Plage(s) (salines) à éléphants

Fig. 1 : Zone d'étude des éléphants des Plateaux Batéké.



II. HYPOTHESES & RESULTATS ATTENDUS

Les résultats attendus pour chaque objectif sont les suivants :

1. *Phénotype.*

a) Hypothèse

Dans le passé, les éléphants de forêt et de savane étaient en contact sur les PB (Shoshani & Tassi 1996). Il est donc raisonnable de penser qu'il y a pu avoir hybridation entre les deux espèces au cours de temps comme cela a déjà été décrit dans d'autres zones de transition (Roca et al. 2001). On s'attend donc à ce que le phénotype des éléphants des PB présente des caractéristiques morphologiques intermédiaires entre la forme forêt et celle savane (**H1**).

La morphologie des éléphants des PB devrait être intermédiaire entre le type forêt (hauteur à l'épaule faible, petites oreilles, défenses plus courtes et droites, pilosité développée) et le type savane (hauteur à l'épaule forte, grandes oreilles, défenses plus longues et recourbées vers l'avant, pilosité peu développée).

b) Méthode

La caractérisation du phénotype se fera principalement au niveau des points d'observation privilégiés comme les clairières ou les points d'eau où viennent s'abreuver les éléphants. En effet, ces clairières ont permis les seules études socio-écologiques par observation directe des éléphants de forêt car ils viennent

régulièrement y boire, ingérer les sels minéraux contenus dans le sol et les plantes (besoins alimentaires) et/ou rencontrer d'autres groupes (reproduction, socialisation) (Querouil et al. 1999).

Les techniques de reconnaissance individuelle et d'observations utilisées par Moss (1996) sur l'espèce de savane et par Turkalo (1996) sur celle des forêts seront utilisées. Ces méthodes sont efficaces et sont donc couramment employées en Afrique. Les observations seront réalisées à l'aide de jumelles et de lunettes, à partir de plateformes situées à la lisière de la forêt, à une hauteur de 5 à 6 mètres du sol. Une base de données utilisant des cartes colorées individuelles sera réalisée. Ces cartes contiendront les dessins de toutes les caractéristiques morphologiques identifiées telles que la forme, les trous et les déchirures des oreilles, la forme, l'orientation et la longueur des défenses, la longueur de la queue, la forme des toupets terminaux de la queue, les cicatrices sur le corps, la position des lobes des oreilles par rapport au menton, l'âge, le sexe et la taille à l'épaule. Des fiches de couleurs différentes seront utilisées selon que les trous et déchirures sont présentes sur les deux oreilles (carte jaune), sur l'oreille gauche seulement (carte bleue), sur l'oreille droite seulement (carte rose) ou sur aucunes des deux oreilles (carte verte). Les fiches seront régulièrement mises à jour et viendront compléter une base de données Access et Adobe Photoshop Elements 2.0. Afin de faciliter la saisie des données sur le terrain et la ré-identification des individus connus, le terminal durci Trimble Recon 2005 400 MHz sera utilisé

Enfin, les techniques de la photogrammétrie seront utilisées afin de calculer les dimensions corporelles des éléphants telles que la hauteur à l'épaule, la longueur du corps et la longueur des défenses. Cette technique a connu un réel essor et de nombreuses applications ces dernières années en biologie marine (Proffitt et al. 2007) ainsi que pour l'étude des éléphants (Morgan & Lee 2003). Plus précisément, la photogrammétrie digitale sera utilisée car elle est moins coûteuse en temps et plus précise que les techniques utilisées auparavant (Shrader et al. 2006). D'autre part sa précision ne varie pas avec la distance entre l'observateur et l'éléphant et il est possible de corriger les images de mauvaises qualités à l'aide du logiciel Adobe Photoshop Elements 2.0 (Shrader et al. 2006). Les observations seront réalisées à l'aide d'une lunette



Proposition de sujet de recherche

Nicolas BOUT

montée sur trépied (Nikon-Fieldscope III 2x-60x). Un laser permettra de mesurer les distances entre la partie du corps de l'animal et l'observateur. Une appareil digital de type Coolix® P4 (8,1 megapixel) et adaptable à la lunette sera utilisé pour prendre des photographies de face et de profils de chaque individu. Les mesures corporelles (**h**) seront calculées à partir du nombre de pixels compris par les mesures correspondantes sur les photos (**hi**), la longueur de la focale de la lentille (**f**) et la distance entre la partie mesurée et la lunette (**d**). La relation est la suivante : $h = (d * hi) / f$ (in Shrader et al. 2006).

2. Effectif estimé des éléphants des PB.

a) Hypothèse

En l'absence de travaux antérieurs sur les PB, il est difficile d'émettre une hypothèse quant à l'effectif des éléphants des PB. Cependant, les données rassemblées lors de la 1^{ère} session du suivi écologique et de l'impact humain dans le PNPB montre une grande hétérogénéité de l'abondance et de la distribution des éléphants (Bout 2006). De plus, si on considère les résultats de 21 aires protégées d'Afrique centrale (amplitude de 0,3 crottes/Km à 19,1 crottes/Km), le PNPB avec une moyenne de 0,83 crottes/Km arrive en 17^e position (amplitude de 0 à 7,43 crottes/Km) (Bout 2006). Enfin, si l'on considère l'indice maximal obtenu dans le PNPB, c'est-à-dire dans la forêt proche de la clairière Jobo, le PNPB arriverait en 8^e position.

b) Méthode

Le protocole de dénombrement des éléphants des PB comprendra tout d'abord l'analyse des indices d'abondance obtenus lors de comptages des crottes sur un ensemble des marches de reconnaissance en ligne réparties dans les différents habitats de la zone d'étude (Barnes et al. 1991). Ces indices ont été

récoltés entre 2005 et 2006 dans le PNPB (Bout 2006) et entre 2006 et 2007 dans les concessions de Léké et Moyabi (RG). Ces indices constituent une 1^{ère} base de données exprimant l'abondance relative des éléphants et leur distribution (Analyses spatiales avec le Logiciel Arc View, et l'extension Spatial Analyst).

De plus, le protocole de dénombrement des éléphants des PB comprendra la mise en place d'un indice d'abondance à partir du comptage des crottes sur un ensemble de transects en ligne répartis dans les différents habitats de la zone d'étude (PNPB + concessions de Léké-Moyabi de RG) (Barnes 2001). L'estimation de la densité des éléphants (**E = nb d'éléphants/Km²**) nécessite quatre étapes (Barnes 2001) : 1/ l'estimation du nombre de tas d'excréments, ou de la densité de tas d'excréments par km² (**D = nb de crottes/Km²**) (Logiciel DISTANCE), 2/ l'estimation du taux de défécation des éléphants (**Y = nb de crottes produites/éléphant/jour**), 3/ l'estimation du taux moyen de la décomposition des excréments (**r = nb de vitesse de dégradation des crottes pour le milieu donné**) et 4/ la combinaison des trois estimations précédentes pour estimer la densité des éléphants par Km² :

$$\mathbf{E} = (\mathbf{Y} * \mathbf{r}) / \mathbf{D}$$

Enfin, la technique de la Capture-Marquage-Recapture (CMR) sera utilisée à partir des éléphants identifiés visitant les clairières (Turkalo & Fay 1995) et à partir de l'ADN contenu des crottes (ex : ours grizzly, Mowat & Strobeck 2000) échantillonnées dans la zone d'étude (PNPB + concessions de Léké-Moyabi de RG). La comparaison de l'effectif estimé de la population des PB avec ceux obtenus sur d'autres sites d'Afrique centrale permettra alors de déterminer son statut de conservation.

Le principe de la CMR est de « marquer » (identification visuelle, profil génétique) un ensemble d'individus de la population et de faire des re-captures (Lebreton et al. 1992). Lorsque l'échantillon d'individus marqués sera suffisamment important, la taille de la population sera estimée en utilisant l'équation de Petersen (Seber 1992) :

$$\mathbf{Y} = [\mathbf{n} (\mathbf{M} + 1)] / (\mathbf{m} - 1)$$



Proposition de sujet de recherche

Nicolas BOUT

Y = la population estimée, M = le nombre d'individus « marqués », n = le nombre total d'individus recapturés, m = le nombre « marqués » d'individus recapturés

La variance de la population est : $\text{Var}(Y) = [(M - m + 1) (N + 1) (Y - M)] / [m (m + 2)]$

L'erreur standard de la population est : $\text{SE}(Y) = \sqrt{\text{Var}(Y)}$

L'intervalle de confiance à 95 % est : $\pm t \times \text{SE}(Y)$.

3. Structure de la population.

a) Hypothèses

Les structures des populations déjà observées chez les éléphants de forêt peuvent être différentes en fonction du lieu. Les sex-ratios observées au Congo (N=629, Querouil et al. 1999) et en République Centrafricaine (N=1605, Turkalo 1996) étaient équilibrées alors qu'en Côte d'Ivoire, la sex-ratio était légèrement en faveur des femelles (N=96, Merz 1986). D'autre part, dans tous les cas les proportions des adultes étaient supérieures à celle des immatures (de 59,6% à 74%) et les nombres de jeunes (<5 ans) par femelle adulte étaient faibles (de 0,64 à 1,27). De même, les moyennes de la taille des groupes étaient faibles et similaires entre les sites (solitaires compris : de 3,3 à 3,8 ; solitaires exclus : de 2,8 à 3,2) et la cohésion des mâles au sein des troupes était moindre. En Centrafrique et au Congo, la proportion de solitaires était de 33 % de la population et concernait principalement (>90%) les mâles (Turkalo 1996, Querouil et al. 1999), alors qu'elle ne dépassait pas les 15 % de la population en Côte d'Ivoire et au Gabon (White et al. 1993). Enfin, en Centrafrique, la tendance à la séparation des mâles avec leurs groupes familiaux apparaît vers 6 ans mais ne devient permanente qu'entre 10 et 12 ans (Turkalo 2007). Si les mâles adultes sont solitaires, il est fort probable qu'ils maintiennent des contacts avec leur groupe familial durant toute leur vie (Turkalo 2007).

Les différences entre les structures sociales de ces différentes populations peuvent s'expliquer par les variations entre les facteurs environnementaux limitants (qualité d'habitat, climat, compétitions intra et

interspécifique et prédation). Les espèces grégaires, dont les éléphants, sont capables de modifier leurs structures sociales en fonction de ces facteurs environnementaux limitants (Clutton-Brock & Albon 1985).

La disponibilité et la distribution des ressources alimentaires constitue un facteur important responsable des variations des tailles de groupes d'éléphants à travers les différents habitats des deux continents (Sukumar 2003). La biomasse des savanes, principalement représentée par les herbacées, est plus riche que celles des forêts tropicales où une variété d'espèces – de fruits, de graines, de feuilles, d'écorces, de tiges – est généralement peu abondante et très dispersée. La fission des grands groupes en petites unités familiales en forêt pourrait être une conséquence de la stratégie de recherche alimentaire qui vise à être optimale lorsque la compétition est la plus faible possible (Sukumar 2003, Turkalo 2007). Les saisons de fructification qui suivent généralement les saisons sèches, elles mêmes liées à l'accroissement des précipitations, peuvent être corrélées positivement avec l'accroissement de la taille des troupes des éléphants (Blake 2002). Nous nous attendons donc à observer une corrélation positive entre la taille des troupes et la saison de fructifications des espèces végétales consommées et présentes autour des points d'eau et clairières (**H2**), elle-même corrélée positivement avec les précipitations (**H3**).

La taille des troupes peut également être « densité dépendante », c'est-à-dire que la taille des troupes est corélée positivement avec les densités (Laws et al. 1975, Sukumar 2003). Nous nous attendons donc à observer une corrélation positive entre la taille des troupes observée sur un site et la densité correspondante (**H4**).

De plus, il semble que le taux de prédation soit un facteur limitant important de la taille des troupes. Ainsi, la pression de prédation exercée par les lions et les tigres pourrait favoriser une taille de troupeau plus importante dans les savanes africaines et les forêts asiatiques, que dans les forêts d'Afrique centrale où ces grands prédateurs sont absents (Sukumar 2003, Turkalo 2007). Notons cependant que les lions ont existé sur les PB jusqu'à ces dernières décennies (Henschell 2006). Par contre, s'il est donc possible que



Proposition de sujet de recherche

Nicolas BOUT

ces lions aient affecté la structure sociale des éléphants des PB, il n'est pas certain que il en soit toujours ainsi.

Enfin, la pression de braconnage sur les éléphants de forêt pourrait être un facteur limitant déterminant de leur structure sociale (Blake et al. 2007, Turkalo 2007). En effet, il semble que la pression du braconnage commercial soit plus importante dans les sites de Taï et de Lopé et plus faible dans ceux de Dzanga et à Maya. Si on considère cette hypothèse et la situation de la chasse commerciale dans la région des PB, on s'attend à ce que la structure de la population des éléphants des PB soit similaire à celles des sites de Taï et de la Lopé avec une sex-ratio déséquilibrée en faveur des femelles et une proportion d'animaux solitaires relativement basse (**H5**). Ce point rejoindra le point 5.

b) Méthode

Les conditions d'observations seront les mêmes que celles de l'étude du phénotype. Les sites d'étude comprendront des clairières (baïs) et des points d'eau. Le troupeau est défini comme étant un ensemble d'individus entrés ensemble dans la clairière ou au point d'eau. Seront notées la taille et la composition (âge et sexe) de chaque troupeau, l'heure d'entrée et de sortie de chaque individu ainsi que la localisation et l'activité de chaque individu.

La taille de groupe typique sera calculée. C'est un meilleur descripteur de l'environnement social de l'individu moyen que la moyenne arithmétique (Jarman 1982). Il s'agit du moment d'ordre 2 sur le moment d'ordre 1 de la variable « taille de groupe » (i.e. la somme du nombre d'animaux avec lesquels chaque animal se trouve, divisée par le nombre total d'animaux vus) :

$$G_t = \frac{\sum_{i=1}^n G_i^2}{\sum_{i=1}^n G_i}$$

G_t = taille de groupe typique ; G_i = taille du troupeau "i" ; n = nombre de troupeaux observés

L'écart type de la taille de groupe typique est égale à : $\sigma_{Gt} = \sqrt{((\sum_{i=1}^n G_i^2/n) - (\sum_{i=1}^n G_i/n)^2)}$

Les variations de la composition des troupeaux sont abordées grâce à trois ratios différents :

- Le nombre de mâles adultes sur le nombre total d'adultes (MA/Ad) nous permet d'aborder la ségrégation sexuelle et dans une certaine mesure la différence de susceptibilité aux conditions environnementales (clairières et plages) entre les mâles et les femelles.
- Le nombre de juvéniles sur le nombre de femelles adultes (Juv/FA) nous permet d'appréhender la fécondité des femelles adultes et le recrutement annuel de la population.
- Le nombre de mâles juvéniles sur le nombre de total de juvéniles (MJ/Juv Tot) qui est la sex-ratio juvénile et permet de détecter des sensibilités différentes aux conditions environnementales au cours des premières années de vie entre les sexes.

4. Schéma d'utilisation des habitats.

a) Hypothèses

L'éléphant est un herbivore généraliste (*generalist feeder*) et non ruminant qui se nourrit à la fois de végétation ligneuse (brouteur) et herbacée (pâisseur). La part du régime alimentaire représentée par la végétation broutée par rapport à celle pâturée serait fonction de la densité de la végétation arborée (Bell 1985). Ainsi, les éléphants occupant la forêt tropicale seraient à 100% des brouteurs alors que ceux vivants dans les milieux ouverts ne le seraient qu'à 50% (van der Merwe et al. 1988), récupérant cependant dans cette végétation ligneuse la plupart des protéines et des lipides qui leur sont indispensables (du Toit 1986). Malgré le peu d'études portant sur le régime alimentaire des éléphants en forêt, il a été montré que leur régime alimentaire était essentiellement brouteur (White et al. 1993) et que la fructification de certains arbres fruitiers semblait être déterminante dans l'utilisation de l'écosystème (ex : *Sacoglottis gabonensis* White 1994a). Il semble également qu'en forêt les clairières riches en sels minéraux jouent un rôle



Proposition de sujet de recherche

Nicolas BOUT

essentiel dans l'utilisation de l'espace par les éléphants (Magliocca 2000). Enfin, l'étude des éléphants de forêt du Congo a montré que la distribution de ceux-ci était plus étroitement liée à la proximité du réseau hydrographique qu'à la disponibilité des ressources fourragères (Blake 2002). Ainsi, les facteurs écologiques influençant l'utilisation de l'espace sont nombreux.

Tout d'abord comme on a fait l'hypothèse que phénotypiquement les éléphants des PB (Milieu de mosaïque forêt savane) présentent des caractéristiques intermédiaires entre les espèces de forêt et de savane, on s'attend que d'un point de vue écologique on observe le même phénomène. C'est-à-dire que cette population des PB devrait présenter une nette préférence pour les habitats forestiers mais tout en utilisant de manière non négligeable les milieux de savane. On fait donc l'hypothèse que les éléphants des PB ne sont pas exclusivement brouteurs (**H6**). Pour ce qui est des facteurs influençant l'utilisation des habitats, comme cela a déjà été observé chez les éléphants de forêt, le réseau hydrographique, la variabilité saisonnières des ressources fourragères et de la fructification, la présence de clairières riches en sels minéraux devraient être les principaux facteurs régissant l'utilisation des habitats par les éléphants dans les PB (**H7**).

b) Méthodes

Pour vérifier nos hypothèses, des protocoles basés sur un suivi par transects en ligne, RECCEE transects, et CMR seront réalisés. Des indices d'abondance relative d'éléphants seront calculés et confrontés aux données récoltées sur les facteurs potentiels pressentis. Pour cela, un SIG avec le réseau hydrographique et la présence des clairières sera créé. Des transects spécifiques seront utilisés pour connaître la distribution des essences végétales connues pour être fréquemment consommées par les éléphants. Un suivi des clairières et des principaux points d'eau, avec des mesures des concentrations des minéraux dans les trous recherchés, sera aussi réalisé pour déterminer le mode d'utilisation de ces sites clés par la population

d'éléphants. Enfin, le suivi d'un certain nombre d'individus par colliers satellites devrait nous apporter un certain nombre de réponses (Blake et al. 2001).

5. Impact des activités humaines sur l'utilisation de l'écosystème.

a) Hypothèse

Les activités humaines ont un impact important sur l'utilisation des habitats par les éléphants en Afrique centrale (Buij et al. 2007) : évitement des zones et densités réduites à proximité des zones où la présence humaine est forte (Hall et al. 1997, Blake et al. 2007). De plus, le nouvel essor des activités économiques telles que les exploitations minières, forestières et pétrolifères développent les accès dans les habitats naturels reculés, et favorisent l'essor de la chasse, dont celle à l'éléphant (Walsh et al. 2000). Les éléphants évitent rapidement les zones où les humains sont perçus comme hostiles (Buij 2007). La compréhension des impacts des activités humaines sur l'utilisation des habitats par les éléphants est donc essentielle pour la gestion des écosystèmes (Osborn & Parker 2003, Blake et al. 2007).

Ainsi, on s'attend à ce que l'impact de la présence de l'homme et de ses activités dans une zone ait un effet important et négatif : les éléphants devraient éviter les zones à forte concentration humaine et les zones où la chasse y est fréquente (**H8**). Cette prédiction est cohérente avec l'hypothèse émise à propos de la structure sociale attendue.



b) Méthodes

Les méthodes employées ont été décrites précédemment : le suivi des éléphants dans les clairières et les points d'eau, les protocoles de marches de reconnaissances, de transects en ligne et de CMR. Enfin, le suivi des éléphants des PB par télémétrie devrait apporter des éléments de réponse à cette problématique.

6. Domaine vital des éléphants.

a) Hypothèses

Plusieurs études ont montré l'existence en forêt d'un système complexe de grandes pistes qui permettent de relier rapidement les sites alimentaires les plus attractifs (Vanleewe & Gautier-Hion 1998). Ces pistes longent souvent les cours d'eau principaux et sont très régulièrement fréquentées (Blake & Inkamba-Nkulu 2004). Elles constituent des corridors qu'il convient d'identifier et de définir, leur importance en terme de gestion étant considérable (Sukumar 2003, Buij 2007). Très peu d'information est disponible sur la taille du domaine vital des éléphants des PB. Cependant quelques études ont montré que les éléphants de forêt pouvaient avoir un domaine vital de près de 2000 km² (Blake et al. 2001). Plusieurs hypothèses concernant la taille et la localisation du domaine vital des éléphants des PB peuvent être faites : tout d'abord, les éléphants observés dans la concession forestière de RG (fig. 2) au nord de la route Franceville-Lékoni, et les éléphants observés dans les PB au sud appartiennent à la même population (**H9**). Le passage de la route se ferait à proximité du village de Kélé grâce à l'existence de corridors qui longent les principales rivières Mpassa, Djoumou, Lewou et Lala. Ensuite, le domaine vital de cette population s'étendrait à la République Populaire du Congo (RPC) et ces éléphants correspondraient à la dernière population d'éléphants du sud ouest de la RPC (**H10**).

b) Méthodes

Ces hypothèses seront vérifiées grâce à des protocoles de suivi des éléphants par CMR (reconnaissance des individus) qui devraient donner une 1ère idée du domaine vital des éléphants. La pose de colliers émetteurs sur des éléphants des deux sexes permettra dans un second temps de confirmer le domaine vital de éléphants des PB.

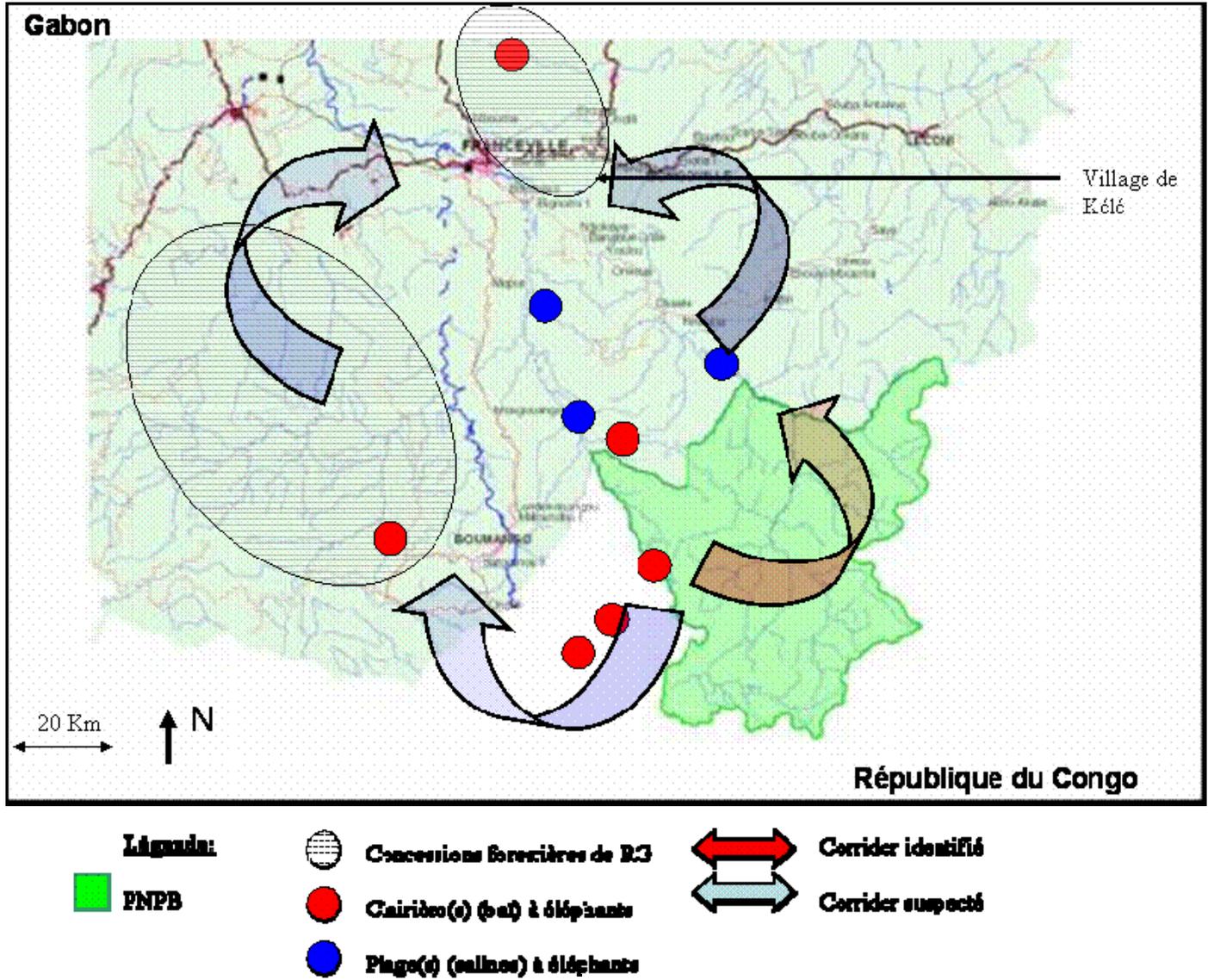


Fig. 2 : Corridors utilisés par les éléphants des Plateaux Batékés: identifiés et suspectés.

III. CALENDRIER DE TRAVAIL

Le calendrier prévu est le suivant (jaune = ok, orange = en cours et vert = non (pas commencé)) :

Année 2006-2007	Degré d'avancement	Phases
Etape 1 : La conception du projet		
E.1.1 : Recherche bibliographique	Ok	Préparation
E.1.2 : Ecriture d'un projet de thèse de doctorat	En cours	
E.1.3 : Conception des protocoles		
E.1.4 : Participation à l'établissement des partenariats techniques et scientifiques		
Etape 2 : La recherche de partenaires financiers		
E.2.1 : Recherche de financements pour le suivi des éléphants dans les clairières et les points d'eau (matériel + assistants)	Ok	Préparation
E.2.2 : Recherche de financements pour le suivi des éléphants par télémétrie (colliers satellites)	En cours	
E.2.3 : Recherche de financements pour les analyses génétiques		
E.2.4 : Recherche de financements pour les deux dernières années de thèse		
Etape 3 : La structure des bases de données et leurs traitements		
E.3.1 : Création de la base de données (Access) des observations de la structure des troupeaux des éléphants	En cours	Préparation
E.3.2 : Création de la base de données (Adobe Photoshop Elements 2.0) des photographies des éléphants	Non	
E.3.3 : Traitement des données récoltées par WCS dans le cadre du plan d'aménagement du PNPB (Indices d'abondance et SIG)	Ok	Analyse
E.3.4 : Traitement des données récoltées RG dans le cadre du plan d'aménagement des concessions Léké-Moyabi (Indices d'abondance et SIG)		
E.3.5 : Mise en commun des données de RG et WCS et analyses complémentaires	Non	
E.3.6 : Création du SIG éléphants des PB	En cours	
Etape 4 : La collecte des données sur le terrain		
E.4.1 : Choix et commande de matériel d'observation des éléphants	Ok	Préparation
E.4.2 : Choix et commande des colliers satellites (<i>African Wildlife Tracking</i>)	En cours (choix)	
E.4.3 : Formation du thésard aux techniques d'observation des éléphants (Baï de Langoué, PN de l'Ivindo, WCS)	Ok	
E.4.4 : Identification et formation d'un à plusieurs assistants à la formation des éléphants	En cours	



Proposition de sujet de recherche

Nicolas BOUT

Année 2006-2007 (suite)	Degré d'avancement	Phases
E.4.5 : Cartographie des sites de concentration des éléphants dans le PNPB et sa Zone Périphérique Nord (ZP)	En cours	Collecte des données sur le terrain
E.4.6 : Cartographie des sites de concentration des éléphants dans les concessions Léké-Moyabi de RG	Non	
E.4.7 : Cartographie des corridors des éléphants dans le PNPB et sa ZP	En cours	
E.4.8 : Cartographie des corridors des éléphants dans les concessions de Léké-Moyabi (RG)	Non	
E.4.9 : Test et lancement du protocole d'observation des troupeaux d'éléphants sur au moins deux sites		
E.4.10 : Analyse de la conductivité et de la concentration en minéraux et métaux dans l'eau contenue dans les trous des baïs		

Fig. 3 : Planning de la 1^{ère} année de thèse.

Année 2007-2008	Phases
Etape 1 : La collecte des données sur le terrain	
E.1.1 : Renforcement des équipes de terrain (recrutement / formation)	Préparation
E.1.2 : Collecte des données sur les différents protocoles	
E.1.3 : Renforcement de la supervision et de la coordination des équipes de terrain, ainsi que de la logistique	Collecte des données sur le terrain
E.1.4 : Capture et pose des colliers émetteurs sur les éléphants	
Etape 2 : La préparation et le traitement des données	
E.2.1 : Mise à jour de la base de données Access	Analyse
E.2.2 : Mise à jour du SIG	
E.2.3 : Constitution des autres bases de données	
E.2.4 : Début de la collecte des données par télémétrie (African Wildlife tracking)	
E.2.5 : Traitement préliminaire des données	
Etape 3 : La valorisation préliminaire des données	
E.3.1 : Rédaction de rapports d'activité	Décisions stratégiques
E.3.2 : Valorisation préliminaire des données lors d'un congrès scientifique	

Fig. 4 : Planning de la 2^e année de thèse.

Année 2008-2009		Phases
Étape 1 : La collecte des données sur le terrain		
E.1.1 : Dernières missions de terrain dans le cadre de cette thèse	Collecte des données sur le terrain	
E.1.2 : Pérennisation de l'échantillonnage des données		
Étape 2 : Le traitement des données		
E.2.1 : Traitement des données portant sur la morphologie des éléphants	Analyse	
E.2.2 : Traitement des données portant sur la structure des troupeaux des éléphants		
E.2.3 : Traitement des données portant sur les transects		
E.2.4 : Traitement des données portant sur les CMR		
E.2.5 : Traitement des données portant sur le suivi par télémétrie		
Étape 3 : Les décisions stratégiques et la valorisation des travaux de recherche		
E.3.1 : Rédaction de publications scientifiques	Décisions stratégiques et valorisation du travail	
E.3.2 : Participation à des congrès scientifiques		

Fig. 5 : Planning de la 3^e année de thèse.

IV. COLLABORATIONS

a) Les partenaires financiers

Les partenaires financiers de cette recherche sont :

- **Le Ministère des Affaires Etrangères de la république française** qui financera le poste de Volontaire International pendant deux ans (Nov. 2006 à nov. 2008). Salaire = 44400 €, Billet d'avion Aller/Retour = 3000 €, assurances = 3000 €.
- **Le CIRMF** : Le thésard sera détaché pendant deux ans au sein de l'unité de Génétique des Ecosystèmes Tropicaux, Centre International de Recherche Médicale de Franceville au Gabon. Le CIRMF fournira le logement, un bureau et les chauffeurs nécessaires à ses missions. Le CIRMF



Proposition de sujet de recherche

Nicolas BOUT

assurera également le financement du matériel de camping, d'observation et d'un quad : 19030,189 €

la 1^{ère} année et 2061,441 € la 2^e année.

- **Le WCS** financera le carburant utilisé (voiture, quad et bateau) : 907,5 €/année.
- **L'US Fish & Wildlife** (demande en cours) devrait financer du matériel de camping, d'observation, un quad, un bateau, du personnel ainsi que les frais de fonctionnement pour un montant de 47233,447 € la 1^{ère} année et 12008,937 € la 2^e année.
- **L'EAZA (Association Européenne des Zoos et des Aquariums)** est actuellement sollicitée par le thésard pour renforcer le soutien financier des activités telles que l'achat et la pose de colliers satellites sur les éléphants des PB et les analyses génétiques de leurs crottes. Il est prévu que le thésard présente un poster lors du prochain Congrès Annuel de l'EAZA qui se tiendra en Pologne du 15 au 21 septembre prochain.

b) Les partenaires techniques et scientifiques

- **Dr Hervé Fritz (Ecole doctorale E2M2, Lyon I, France)** assurera les fonctions de Directeur de thèse et supervisera les travaux de recherche scientifique du thésard.
- **Dr Mathieu Bourgarel (CIRMF/CIRAD)** en tant que Responsable de Projet et détaché du CIRAD au sein du CIRMF, participera à la supervision des travaux de recherche du thésard.
- **Dr Paul Telfer (CIRMF/WCS)** en tant que responsable de l'unité de génétique des Ecosystèmes Tropicaux du CIRMF et Directeur du Projet WCS PB participera à la coordination des activités du thésard.
- **Le WCS :** Le thésard recevra le soutien du projet WCS PB qui assure l'assistance technique de la gestion du PNPB depuis 2004. Le personnel WCS qui travaillera sur le suivi des éléphants sera identifié, formé et supervisé sur le terrain par le thésard.

- **Rougier-Gabon** : Cette importante société d'exploitation forestière mettra à disposition ses bases de données de recensement de la faune dans ses deux concessions, ceci afin que les analyses et recommandations en vue de l'exploitation soient réalisées. Rougier-Gabon assurera également un soutien logistique afin de permettre la réalisation des protocoles au sein des concessions.

V. BIBLIOGRAPHIE

- **Barnes R. F. W.** (2001). How reliable are dung for estimating elephant numbers ? *East African Wildlife Society, African Journal of Ecology*, **39**, 1-9.
- **Barnes R., Barnes K., Alers M. & Blom A.** (1991) Man determines the distribution of elephants in the rain forests of northeastern Gabon. *African Journal of Ecology*, **29**, 54-63.
- **Bell R. H. V.** (1985). Elephants and woodland – a reply (letter to the editor). *Pachyderm*, **5**, 17-18.
- **Blake S. & Inkamba-Nkulu C.** (2004). Fruit, Minerals, and Forest Elephant Trails: Do All Roads Lead to Rome ? *Biotropica* 36, **3**, 392-401.
- **Blake S.** (2002). The Ecology of Forest Elephant Distribution, Ranging, and Habitat Use in the Ndoki Forest, Central Africa. Institute of Cell, Animal and Population Biology. Edinburgh, University of Edinburgh. Unpublished.pHD.
- **Blake S., Douglas-Hamilton I. & Karesh W. B.** (2001). GPS Telemetry of forest elephants in Central Africa: results of preliminary study. *African Journal of Ecology*, **39**, 178-186.
- **Blake S., Strindberg S., Boudjan P., Makombo C., Bila-Isia I., Ilambu O., Grossmann F., Bene-Bene L., de Semboli B., Mbenzo V., S'hwa D., Bayogo R. Williamson L., Fay M., Hart J. & Maisels F.** (2007). Forest Elephant Crisis in the Congo Basin. *PLOS Biology*, **5** (4) 945-953.
- **Bout N.** (2006). Suivi écologique des grands mammifères et impact humain. Parc National des Plateaux Batéké, Gabon. Rapport final. *Wildlife Conservation Society*, 109 pp.
- **Buij R, McShea W. J., Cambell P., Lee M. E., Dallmeier F., Guimondou S., Mackaga L., Guisseougou N., Mboumba S., Hines J. E., Nichols J. D. & Alonso A.** (2007). Patch-occupancy models indicate human activity as major determinant of forest elephant *Loxodonta cyclotis* seasonal distribution in an industrial corridor in Gabon. *Biological Conservation*, **135**, 189-201.



Proposition de sujet de recherche

Nicolas BOUT

- **Clutton-Brock T.H. & Albon S.D.** (1985). Competition and population regulation in social mammals. In Ecological Consequences of Adaptive Behaviour. Symposium 25 of the British Ecological Society (ed R.M.S.R.H. Smith), pp. 557-575. *Blackwell Scientific Publications*, Oxford.
- **Danchin E., Giraldeau L. A. & Cézilly F.** (2005). Ecologie comportementale: Cours et questions de réflexion. Dunod, Paris.
- **Du toit R.** (1986). Comment (on « Elephants and Woodlands – What are the Issues? » by L. Lindsay). *Pachyderm, Newsletter of the African Elephant and Rhino Specialist Group*, 7, 17-18
- **Hall, J., Inogwabini, B., Williamson, E., Omari, I., Sikubwabo, C. & White, L.** (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.
- **Hawthorne W. D. & Parren M. P. G.** (2000). How important are forest elephants to the survival of woody plant species in Upper guinean forest? *Journal of Tropical Ecology*, 16, 133-150.
- **Henshell P.** (2006). The Lion in Gabon : Historical Records and Notes on Current Status. *Cat News* 44.
- **Jarman P. J.** (1982). Prospects for interspecific comparison in sociobiology. In current problems in sociobiology (ed K.S.C.S. Group), pp. 323-342. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- **Johnsingh, A. J. T. & Williams, A. C.** (1999). Elephant corridors in India: lessons for other elephant range countries. *Oryx*, 33, 210–214.
- **Laws R. M., Parker I. S. C. & Johnstone R. C. B.** (1975). *Elephant and their habitats : The ecology of elephants in North Bunyoro, Uganda*. Clarendon Press, Oxford, U.K.
- **Lebreton J. D., Burnham K. P., Clobert J. & Anderson D. R.** (1992). Modelling survival and testing biological hypotheses using marked animals : a unified approach with case studies. *Ecol. Mon.* 62, 67-118.
- **Magliocca F.** (2000). Etude d'un peuplement de grands mammifères forestiers tropicaux fréquentant une clairière : structure des populations ; utilisation des ressources, coexistence intra et inter populationnelles. Thèse de Doctorat. Université de Rennes.
- **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.
- **Morgan B.J. and Lee P.C.** (2003). Forest elephant (*Loxodonta africana cyclotis*) stature in the Réserve de Faune du Petit Loango, Gabon. *Journal Zool. London*, 259, 337-344.
- **Mowat G. & Strobeck C.** (2000). Estimating population size of grizzly bears using hair capture, DNA profiling and mark/recapture analysis. *Journal of Wildlife Management* 64, 1, 183-193.

- **Osborn, F. V. & Parker, G. E.** (2003). Linking two elephant refuges with a corridor in the communal lands of Zimbabwe. *African Journal of Ecology*, **41**, 68–74.
- **Owen-Smith R. N.** (2000). Megaherbivores. The influence of very large body size on ecology. Cambridge University Press.
- **Proffitt KM., Garrott R.A. & Rotella J.J.** (2007). The importance of considering prediction variance in analyses using photogrammetric mass estimates. *Marine Mammal Science*, **23** (1), 65-76.
- **Querouil S., Magliocca F. & Gauthier-Hion A.** (1999). Structure of population, grouping patterns and density of forest elephants in north-west Congo. *African Journal of Ecology*, **37**, 161-167.
- **Roca A.L., Georgiadis N., Pecon-Slattery J. & S. J. O'Brien** (2001). Genetic evidence for two species of elephant in Africa. *Science*, **293**, 1473-1477.
- **Seber G. A. F.** (1992). A review of estimating animal abundance. *Int. Stat. Review* **60**, 129-166.
- **Shoshani J. & Tassy P.** (1996). Summary, conclusions, and a glimpse into the future, pp. 335-348 in Shoshani J. & Tassy P. (1996). The Proboscidea: Evolution and palaeoecology of elephants and their relatives. Oxford University Press, New York.
- **Shrader A.M., Ferreira S.M. and van Aarde R.J.** (2006). Growth and age determination African savanna elephants. *Journal of Zoology*, 40-48.
- **Sukumar R.** (2003). The Living Elephants. Evolutionary, Ecology, Behavior, and Conservation. Ed. Oxford.
- **Turkalo A.** (1996). Studying forest elephants by direct observations in the Dzanga clearing : an update. *Pachyderm*, **22**, 59-60.
- **Turkalo A.** (2007). Forest elephant society. In **Blake S.** (2007) *Hidden Giants. Forest elephants of the Congo basin.* Ed. Rapac 88 pp.
- **van der Merwe N., Thorp J. O. L. & Bell R. H. V.** (1988). Carbon isotopes as indicators of elephant diets and African environments. *African Journal of Ecology* **26**, **2**, 163-172.
- **Vanleuwe H. & Gautier-Hion A.** (1998). Forest elephant paths and movements at the Odzala National park, Congo : the role of clearings and Marantaceae forests. *African Journal of Ecology*, **36**, 174-182.
- **Walsh, P. D., Thibault, M., Mihindou, Y., Idiata, D., Mbina, C., White, L. J. T.** (2000). A statistical framework for monitoring forest elephants. *Natural Resource Modelling*, **13**, 89–134.



Proposition de sujet de recherche

Nicolas BOUT

- **White L. J. T., Tutin C. E. G. & Fernandez M.** (1993). Group composition and diet of forest elephants, *Loxodonta africana cyclotis*, Matschie 1900, in the Lopé Reserve, Gabon. *African Journal of Ecology*, **31**, 181-199.