

Méthode d'inventaire faunique pour le zonage des concessions en forêt tropicale

Luc MATHOT¹
Jean-Louis DOUCET²

¹ Nature Plus
s/c Laboratoire de foresterie
tropicale et subtropicale
Faculté universitaire des sciences
agronomiques de Gembloux
Passage des Déportés, 2
5030 Gembloux
Belgique

² Laboratoire de foresterie tropicale
et subtropicale
Unité de gestion des ressources
forestières et des milieux naturels
Faculté universitaire des sciences
agronomiques de Gembloux
Passage des Déportés, 2
5030 Gembloux
Belgique

Les inventaires de faune constituent une base indispensable à la protection de la faune dans les concessions forestières, pour autant que la méthodologie utilisée soit adéquate.

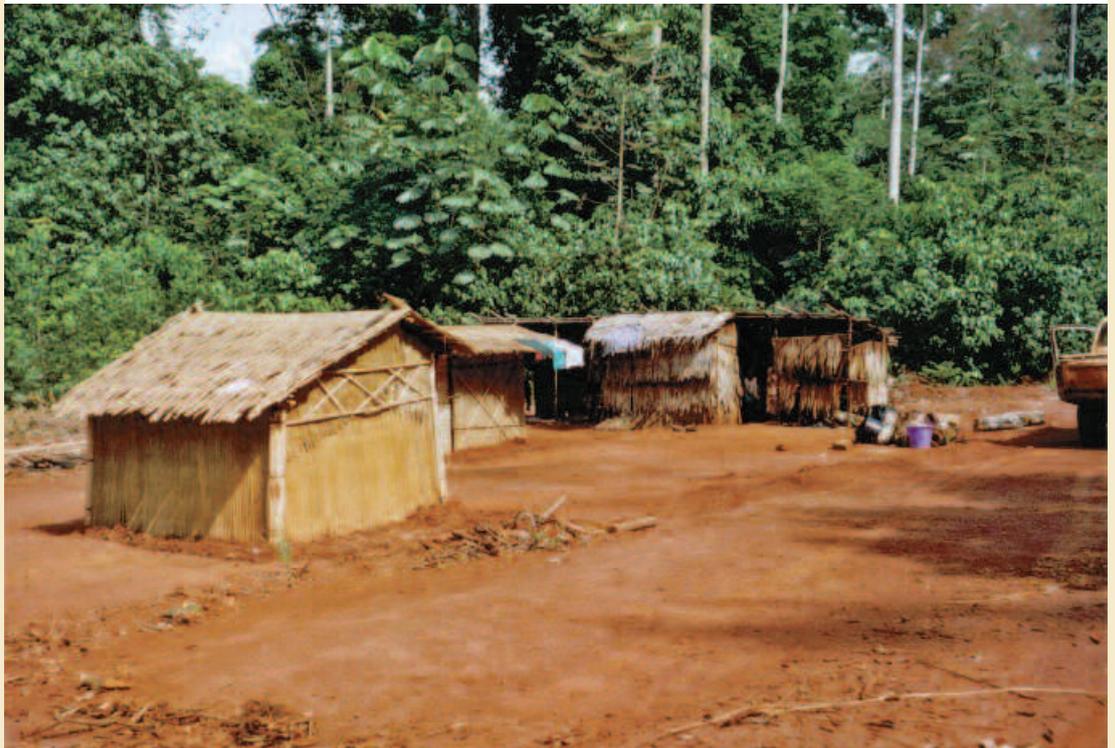


Photo 1.

En facilitant le transport du gibier et l'accès à des zones reculées, les routes forestières représentent une des principales menaces pour la faune. Ici, une route traverse une unité forestière, dans le sud-est du Cameroun. Photo L. Mathot.

RÉSUMÉ

MÉTHODE D'INVENTAIRE FAUNIQUE POUR LE ZONAGE DES CONCESSIONS EN FORÊT TROPICALE

Depuis l'instauration de lois nationales et l'émergence de la certification exigeant l'aménagement durable des forêts d'Afrique centrale, la mise en place d'un plan de gestion de la faune par les sociétés forestières devient une nécessité. Par conséquent, des inventaires fauniques sont indispensables afin d'estimer l'abondance et la répartition de la faune. Ces estimations doivent permettre de délimiter les zones très intéressantes d'un point de vue faunique. Malheureusement, force est de constater que ces études faunistiques sont souvent inefficaces en raison des faibles moyens mis en œuvre par les sociétés forestières et du manque de précision consécutif. Il est, donc, indispensable de mettre en place une méthodologie d'inventaire de faune qui soit pragmatique, peu coûteuse, adaptée au contexte des sociétés forestières et qui garantisse une estimation suffisamment précise de la répartition de la faune. De nombreux auteurs ont développé et étudié l'efficacité de la méthode baptisée « *Distance sampling* », qui estime les densités animales absolues, à partir d'un échantillonnage par layon linéaire. Néanmoins, les inventaires fauniques réalisés dans les concessions forestières sont principalement destinés à localiser les zones intéressantes dans la perspective de la mise en place du secteur de conservation. L'estimation d'une densité absolue n'est donc nullement indispensable et ne se justifie pas, vu les nombreuses difficultés, imprécisions et coûts supplémentaires qui sont liés à cette méthode. Afin d'accumuler un maximum de données en un minimum d'effort, il serait, en effet, plus pertinent de s'appuyer sur l'ensemble des indices de présence animale recensés sur les layons d'inventaire d'aménagement, sans les convertir en densités animales absolues.

Mots-clés : aménagement forestier, inventaire faunique, gestion de la faune, secteur de conservation, Afrique centrale.

ABSTRACT

A FAUNA INVENTORY METHOD TO SUPPORT ZONING PLANS FOR TROPICAL LOGGING CONCESSIONS

Since the introduction of national forest legislation and certification procedures requiring sustainable management of Central Africa's forests, it has become essential for logging companies to implement fauna management plans. These require inventories to assess the abundance and distribution of fauna, which should allow zones of particular interest for their fauna to be determined. Unfortunately, it has become only too clear that these fauna surveys are often ineffective because of the inadequate means implemented by the logging companies and the resulting lack of precision. It is therefore essential to introduce a methodology for fauna inventories that is at once practical, inexpensive, suited to the logging company context and capable of producing a sufficiently accurate estimation of fauna distribution. Many authors have discussed and studied the effectiveness of the method known as *Distance sampling*, which estimates absolute animal densities by means of line sampling. However, the purpose of fauna inventories in logging concessions is mainly to locate zones of interest with a view to setting up a conservation sector. Therefore, estimations of absolute density are by no means essential, and neither are they warranted, given the difficulties, lack of precision and additional costs of the method. In order to gather as much data as possible with minimum effort, it would be more appropriate to take as a basis all signs of animal presence along management inventory trails, without converting them into absolute animal densities.

Keywords: forest development, fauna inventory, fauna management, conservation sector, Central Africa.

RESUMEN

MÉTODO DE INVENTARIO FAUNÍSTICO PARA LA ZONIFICACIÓN DE LAS CONCESSIONES EN BOSQUES TROPICALES

Desde la instauración de leyes nacionales y la aparición de la certificación que exige la ordenación sostenible de los bosques de África central, se ha hecho necesario el establecimiento de un plan de manejo de la fauna por parte de las empresas madereras. Por ello, los inventarios faunísticos son indispensables con el fin de evaluar la abundancia y distribución de la fauna y permitir delimitar las zonas especialmente interesantes desde un punto de vista faunístico. Desgraciadamente, hay que reconocer que estos estudios faunísticos suelen ser ineficaces debido a la escasez de medios que dedican las madereras, que se refleja en una falta de precisión. Es, pues, indispensable establecer una metodología de inventario de fauna pragmática, barata, adaptada al contexto de las compañías madereras y que garantice una estimación lo bastante precisa de la distribución de la fauna. Numerosos especialistas desarrollaron y estudiaron la eficacia del método bautizado « *Distance sampling* », que estima las densidades animales absolutas a partir de un muestreo por transectos lineales. Sin embargo, los inventarios faunísticos realizados en las concesiones forestales están destinados principalmente a localizar las zonas interesantes con miras a establecer el sector de conservación. Ello hace que la estimación de la densidad absoluta no sea en absoluto indispensable y no estaría justificada debido a las numerosas dificultades, imprecisiones y costos suplementarios que acarrea este método. Con el fin de acumular un máximo de datos con un esfuerzo mínimo, sería más conveniente basarse en el conjunto de los indicios de presencia animal contabilizados en los transectos de inventario de ordenación sin convertirlos en densidades animales absolutas.

Palabras clave: ordenación forestal, inventario faunístico, manejo de la fauna, sector de conservación, África central.

Introduction

Bien que divers facteurs socio-économiques puissent expliquer la pression croissante dont est victime la faune d'Afrique centrale, l'exploitation forestière est souvent évoquée (WILKIE *et al.*, 2000 ; WHITE, 1992). Nécessitant l'implantation d'un réseau routier, elle permet l'accès à des zones autrefois inaccessibles (photo 1) et l'installation de campements de chasseurs qui peuvent opérer en toute impunité en l'absence de contrôle (photo 2). Par ailleurs, le front d'exploitation est généralement suivi d'un front de colonisation entraînant une augmentation de la demande locale de gibier et, par conséquent, du nombre de chasseurs, en particulier dans un contexte de crise économique (DELVINGT, 1995).

L'évolution récente des législations forestières en Afrique centrale contraint à présent les entrepreneurs forestiers à réaliser et à mettre en œuvre des plans d'aménagement forestier intégrant des objectifs de protection des écosystèmes et de conservation de la biodiversité. Toutefois, les modalités concrètes d'une telle intégration demeurent très lacunaires. La certification forestière est une seconde innovation dont l'objectif est le renforcement de la gestion durable des concessions forestières en favorisant l'accès des bois tropicaux certifiés à des marchés dits « sensibles ». Elle se fonde sur un ensemble de principes, critères et indicateurs (Pci) garants de la gestion durable.

Logiquement, une intervention en plusieurs étapes semble se justifier. La première consisterait en la réalisation d'inventaires fauniques destinés à estimer l'abondance et la répartition de la faune. Vu les faibles moyens investis par les sociétés forestières et les gigantesques superficies à prospector, il est indispensable d'appliquer une méthode d'inventaire pragmatique et peu coûteuse permettant une délimitation suffisamment précise des zones intéressantes d'un point de vue faunistique. Certaines de

ces zones pourraient ensuite être intégrées dans un secteur de conservation intégrale clairement délimité dans le plan d'aménagement. Enfin, il conviendrait de proposer des mesures adéquates de gestion de la chasse en dehors de ce secteur.

Le présent article s'attache plus particulièrement à la définition d'une méthode d'inventaire faunique et d'analyse destinée à identifier des zones de la concession aptes à constituer le secteur de conservation, dans la perspective d'une mise en réserve. Nous prendrons pour exemple l'unité

forestière d'aménagement (Ufa) 10-030, attribuée à la société Pallisco, basée à Mindourou, dans le sud-est du Cameroun (figure 1). Un inventaire faunique a été mis en œuvre dans cette Ufa, dans le cadre de la convention de collaboration établie entre Pallisco et le projet « Réseau de partenariat pour la gestion durable des forêts en Afrique centrale (UE B7-6200/01/391/TF) », mis en œuvre par deux Ong de conservation et de gestion des ressources naturelles : le Wwf qui est responsable du volet stratégique et Nature Plus qui gère le volet technique du projet.



Photo 2.

Au cours de l'exploitation forestière, les campements de chasse se multiplient. Les ouvriers forestiers constituent une demande solvable importante.

Photo L. Mathot.

Contexte : révision des méthodes existantes

L'inventaire par transects linéaires des observations indirectes

Afin d'estimer les ressources ligneuses de leurs concessions, les sociétés forestières engagées dans le processus d'aménagement mettent généralement en place un réseau systématique de layons linéaires espacés de 1 à 3 km. Ces transects, divisés en parcelles géoréférencées, parcourent l'entièreté du massif forestier. Afin d'assurer un gain de temps et de coût considérable, ils peuvent être avantageusement utilisés dans le cadre des inventaires fauniques (МАТНОТ, 2003 b). En effet, l'échantillonnage par layon linéaire est actuellement considéré par de nombreux auteurs comme la meilleure méthode pour assurer le suivi de la grande et moyenne faune en forêt tropicale humide, en particulier si l'utilisation de layons préexistants est envisageable.

Les techniques se basant sur les comptages directs sont difficilement applicables en forêt dense, vu le faible taux de contact consécutif à une faible

visibilité et à la difficulté d'approcher suffisamment la plupart des espèces (BUCKLAND *et al.*, 1993 ; PLUMPTRE, 2000 ; WHITE, EDWARDS, 2001). En effet, seuls les petits primates sont suffisamment bruyants et détectables pour permettre un suivi des populations par observation diurne directe. Toutefois, des inventaires nocturnes sont envisageables pour estimer les densités absolues des artiodactyles et des carnivores grâce à des taux de contact beaucoup plus élevés, comme décrit récemment par JULVE (2005).

Distance sampling, possibilité d'estimation de densité absolue : illusion ou nécessité ?

Par la méthode du transect linéaire (*line transect*), il est possible d'estimer des densités animales par observation directe (contact visuel avec l'animal), voire indirecte (comptage de crottes, nids, etc.). Cette estimation repose sur le constat que la probabilité de détecter un animal, un nid ou une crotte diminue avec la distance (perpendiculaire) au transect.

L'estimation d'une densité le long d'un transect linéaire est don-

née par la formule suivante (BUCKLAND *et al.*, 1993) :

$$Dc = n/2Lv(x) \text{ avec } v(x) = \int_0^w g(x).dx$$

où Dc est la densité, n est le nombre d'observations réalisées, L est la longueur du layon, $g(x)$ est la fonction de détection, w est la largeur du layon et $v(x)$ est la largeur effective de transect, c'est-à-dire l'intégrale de $g(x)$ sur la largeur du layon. Cette fonction caractérise l'évolution de la probabilité de détection en fonction de la distance perpendiculaire à l'axe du layon.

Le cœur du problème du traitement des données va être d'estimer la relation entre la distance à la ligne de marche d'un animal et sa probabilité d'être détecté, soit la fonction de détection $g(x)$. Le nombre d'observations nécessaires à la modélisation de la probabilité de détection est compris entre 25 et 40 au minimum (BUCKLAND *et al.*, 1993).

Les observations directes d'animaux étant très peu fréquentes en forêt dense humide, la longueur totale de transect à parcourir s'avère trop importante. Par conséquent, l'estimation d'une densité animale en forêt dense humide n'est envisageable que par voie indirecte (estimation de la densité de crottes ou de nids). En effet, les densités animales peuvent théoriquement être obtenues grâce à l'estimation des facteurs de conversion, c'est-à-dire du taux de production et de dégradation des crottes ou des nids. La relation qui en résulte est la suivante :

$$D = Dc \times Td/Tp$$

où D représente la densité animale, Dc la densité de crottes ou de nids sur le transect, Td le taux moyen de dégradation des crottes ou des nids, Tp le taux moyen de production des crottes ou des nids (WHITE, EDWARDS, 2001).

Les résultats de KOSTER et HART (1998) sont généralement utilisés pour calculer les densités de *Cephalophus*

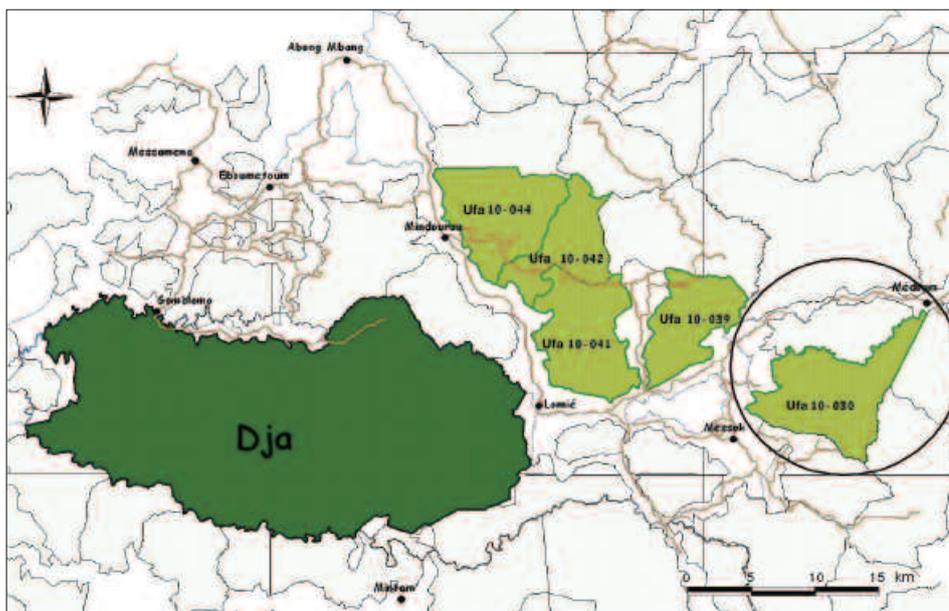


Figure 1. Concessions forestières de la société Pallisco, localisée à Mindourou, dans le sud-est du Cameroun.

Tableau I.
Inventaire des espèces et longueurs de transect à parcourir pour obtenir une précision déterminée.

Espèce	Nombre d'observations directes de la présente étude	Longueur idéale de transect en km (coefficient de variation de 15 %)
<i>Atherurus africanus</i>	5	6 340
<i>Cephalophus callipygus</i>	18	1 761
<i>Cephalophus dorsalis</i>	7	4 529
<i>Cephalophus monticola</i>	2	15 850
<i>Cephalophus sylvicultor</i>	3	10 567
<i>Cephalophus monticola</i>	8	3 963
<i>Cercocebus galeritus</i>	49	647
<i>Cercopithecus cephus cephus</i>	88	360
<i>Cercopithecus negletus</i>	1	31 700
<i>Cercopithecus nictitans</i>	78	406
<i>Cercopithecus pogonias</i>	264	120
<i>Colobus guereza</i>	38	834
<i>Lophocebus albigena</i>	180	176
<i>Manis tricuspis</i>	2	15 850
<i>Neotragus batesi</i>	2	15 850
<i>Pan troglodytes troglodytes</i>	1	31 700
<i>Perodicticus potto</i>	2	15 850
<i>Tragelaphus spekei</i>	2	15 850

monticola et *Cephalophus dorsalis* à partir des taux de défécation estimés. Ces derniers sont évalués respectivement à 4,9 et 4,4 fèces par jour, avec un coefficient de variation de 26,5 % et 29,5 %. La variabilité de ces facteurs de conversion est donc beaucoup trop élevée pour garantir une quelconque précision dans l'estimation d'une densité (PLUMPTRE, 2000 ; WALSH *et al.*, 2001 ; WHITE, 1992). Même si les taux de défécation et de dégradation des crottes d'éléphant (*Loxodonta africana*) sont mieux connus, CHIFU NCHANJI et PLUMPTRE (2001) ont montré la très grande variabilité de ces facteurs de conversion en fonction de plusieurs variables : conditions climatiques, activité biologique, conformation des crottes, insolation, couvert forestier, etc. PLUMPTRE (2000) a également montré que plusieurs centaines de nids de chimpanzés ou de gorilles étaient nécessaires pour détecter des changements de 20 % dans une population étudiée. Il en est de même pour les études des groupes de petits primates qui doivent comptabiliser encore plus d'observations directes.

De manière plus concrète, les distances parcourues, le nombre d'indices comptabilisés et les données relatives aux facteurs de conversion sont souvent trop sommaires pour permettre l'estimation des densités animales de manière suffisamment précise, du moins dans le cadre des inventaires réalisés dans les concessions forestières.

Afin d'estimer la longueur de transect à parcourir pour obtenir une précision voulue, nous devons utiliser la formule :

$$L = \frac{L_0(3 + \{sd(s)/\bar{s}\})}{n_0 \cdot CV(D)^2}$$

où $sd(s)$ est l'écart-type de la taille des groupes, \bar{s} la taille moyenne des groupes, n_0 le nombre d'animaux détectés au cours d'une étude

pilote, L_0 la longueur du transect parcourue au cours de l'étude pilote et $CV(D)$ la précision voulue sur l'estimation de la densité.

Le tableau I reprend les longueurs de transect à parcourir pour obtenir une précision déterminée (ici, coefficient de variation de 15 %).

On constate que les longueurs à parcourir sont très importantes, hormis pour les primates. Toutefois, pour passer du nombre de groupes de primates à celui du nombre de primates, des études complémentaires sont indispensables afin d'étudier la taille moyenne des groupes et l'écart-type de la taille des groupes.

Finalement, précisons que l'estimation d'une densité absolue nécessite l'ouverture de nouveaux layons afin de ne pas biaiser les résultats, ce qui se traduit par un supplément de travail et de coût important. Les anciens layons d'inventaire d'aménagement sont en effet parcourus préférentiellement par certaines espèces animales, ce qui entraîne une surestimation de leurs densités. De plus, l'ouverture de nouveaux layons doit être évitée dans la mesure du possible car ils favorisent la chasse en servant de pistes aux chasseurs (MATHOT, 2003 a).

Méthode proposée

La méthode proposée est celle des indices de comptage kilométrique (lck), une méthode simple et efficace d'estimation d'abondance relative.

Compte tenu des considérations précédentes, il est indispensable d'accumuler un maximum de données en un minimum d'effort et donc de se fonder uniquement sur les indices de présence animale sans les convertir en densité animale.

La méthode des indices de comptage kilométrique ou indices kilométriques d'abondance (lka) consiste simplement à calculer le nombre d'observations recensées par kilomètre :

$$lck_{total} = N/L$$

où N est le nombre total d'observations sur le layon et L la longueur du layon en km.

Le calcul des lck présente l'avantage de la simplicité mais néglige la diminution de probabilité de détection des objets en fonction de la distance par rapport au layon. En effet, un sous-

bois dense et touffu rend plus difficile la détection des indices de présence, de sorte qu'une diminution de l'ick peut être due à une diminution de la visibilité. Cette probabilité de détection en fonction de la distance au layon diminue d'autant plus vite que le milieu est fermé. Il serait donc envisageable de pondérer l'ick obtenu à l'aide d'un coefficient de visibilité. Cependant, GENET (2002) a montré que la visibilité en sous-bois n'influence pas significativement la valeur de l'ick, qui apparaît donc comme un indicateur pertinent et stable pour estimer l'abondance relative des populations animales en forêt dense. Il permet d'accumuler un maximum d'informations en un minimum d'effort et de coût.

Néanmoins, afin de garantir une certaine fiabilité, la méthode des lck implique théoriquement deux à trois passages successifs sur les mêmes transects, en vue d'atténuer la variabilité liée à des conditions climatiques, phénologiques, etc.

Méthodologie pratique

Taille des équipes, vitesse de progression, récolte de données

Dans le cadre de l'inventaire de l'Ufa 10-030, réalisé en saison pluvieuse, la technique a consisté à parcourir à une vitesse idéalement constante et comprise entre 500 et moins de 1 000 m à l'heure les transects linéaires. Ceux-ci sont espacés de 3 km et divisés en parcelles de 50 m.

Chacune des deux équipes nécessaires à la réalisation du travail de terrain était composée de six personnes : un chef d'équipe, trois pisteurs et finalement deux porteurs, dont on peut généralement se passer. Un des deux pisteurs se chargeait de recenser les contacts visuels, alors que les deux autres, légèrement en retrait par rapport au premier, inventoriaient les observations indirectes. Le chef d'équipe notait en fonction de la

Tableau II.

Espèces prises en compte dans le cadre de l'inventaire de l'Ufa 10-030.

Observations directes et indirectes :

Éléphant (*Loxodonta africana cyclotis*)
 Sítatunga (*Tragelaphus spekei*)
 Céphalophe à dos jaune (*C. sylvicultor*)
 Céphalophe « rouge » (*C. dorsalis*, *C. leucogaster*, *C. nigrifons* et *C. callipygus*)
 Céphalophe bleu (*C. monticola*)
 Potamochère (*Potamochoerus porcus*)
 Gorille (*Gorilla gorilla gorilla*)
 Chimpanzé (*Pan troglodytes troglodytes*)
 Panthère (*Panthera pardus*)
 Pangolin géant (*Smutsia gigantea*)
 Pangolin commun (*Manis tricupsis*)
 Pangolin à longue queue (*Uromanis tetradactyla*)
 Bongo (*Tragelaphus euryceros*)
 Chevrotain (*Hyemoschus aquaticus*)
 Buffle (*Syncerus caffer*)

Observations directes seulement :

Petits primates

Signes d'activité cynégétique :

Cabanes de chasse
 Campements
 Douilles
 Pièges
 Pistes humaines

distance parcourue les observations de fèces, traces, nids, restes de repas, dégâts, souilles et terriers ainsi que les contacts visuels directs et les vocalisations. Les indices d'exploitation forestière sont également considérés.

Afin d'éviter tout risque de confusion et de surcharger inutilement l'analyse des données, seules certaines espèces sont prises en compte. Il s'agit des espèces regroupées dans le tableau II.

Trente-six jours ont suffi à inventorier les 237,75 km de layons divisés en 4 755 parcelles de 50 m de longueur. Cela correspond à une moyenne d'un peu plus de 3 km de layon inventorié par jour et par équipe.

Impact de la chasse

Outre les observations directes des indices de chasse (douilles, lignes de pièges, pistes, campements) quantifiées sous forme d'Ick, d'autres paramètres permettent d'évaluer la pression de chasse. Ainsi, l'évolution du rapport entre le nombre de céphalophes « rouges » (*C. callipygus*, *C. dorsalis*, *C. leucogaster*) et le nombre de céphalophes bleus (*C. monticola*) offre une idée de l'impact de la chasse sur la faune. En effet, *C. callipygus* est sensible aux activités anthropiques alors que *C. monticola* (photo 3) est réputé pour son caractère anthropophile, *C. dorsalis* présentant un caractère intermédiaire. La proportion de céphalophes rouges et bleus est donc un indicateur de la perturbation du milieu (DELVINGT, 1997) : plus la proportion de céphalophes bleus est importante, plus le milieu est perturbé.

Les primates constituent également un indicateur de l'importance et de l'impact de la chasse puisqu'ils ne sont généralement chassés que pour pallier une insuffisance de captures des autres animaux (DELVINGT, 2001). En effet, l'importance de la chasse aux primates et de la chasse au fusil est généralement indicatrice d'un milieu perturbé, car cette méthode est efficace mais plus coûteuse (photos 4 et 5).

Cartographie des résultats

L'utilisation d'un système d'information géographique (Sig) assure l'extrapolation à l'entièreté de l'Ufa des résultats obtenus par échantillonnage systématique.

Dans le cas présent, le logiciel *Arcview* et son extension *Spatial analyst* ont été utilisés pour extrapoler des données ponctuelles à l'ensemble de la zone d'étude. La technique consiste à représenter des densités relatives d'observations (abondance des différentes espèces et des indices

d'activité cynégétique, répartition relative des indices de perturbation du milieu) selon la méthode Kernel, qui analyse la distribution et la quantité mesurée des objets d'un thème en mode points pour produire, en mode raster, une représentation spatiale de l'abondance en surface continue. Pour ce faire, un calcul de l'abondance relative des observations est opéré dans un rayon d'analyse déterminé. Ce dernier doit être supérieur à la distance entre deux layons parallèles consécutifs afin d'assurer une représentation spatiale continue sur toute la zone d'étude.

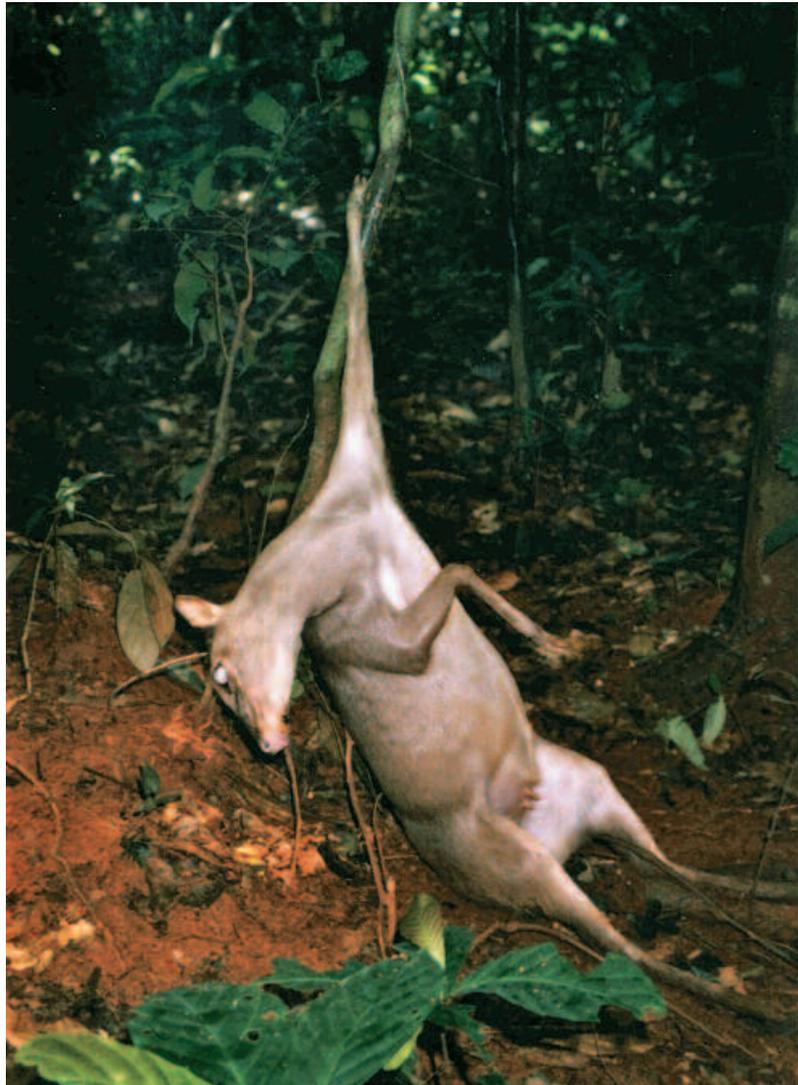


Photo 3.

Les céphalophes sont généralement les gibiers les plus chassés. Ici, un céphalophe bleu (*Cephalophus monticola*), dont le taux de reproduction est élevé. Celui-ci présente un énorme avantage dans un contexte de chasse intensive. Photo L. Mathot.

Précisons qu'en périphérie de la zone inventoriée la couverture des transects n'est pas uniforme et que le rayon d'analyse intègre des surfaces situées à l'extérieur de la zone d'étude et ne comportant donc pas de données. Par conséquent, le potentiel faunistique des zones périphériques des Ufa sera sous-estimé. Toutefois, cette sous-estimation n'est pas véritablement problématique, sachant que les zones périphériques conviennent moins pour la localisation du secteur de conservation. Elles sont en effet plus accessibles aux chasseurs, voire aux exploitants illégaux.



Photo 4. Généralement, les hominidés sont les plus menacés par la chasse, notamment en raison d'un taux de reproduction faible et de la disparition progressive des interdits ancestraux.
Photo L. Mathot.

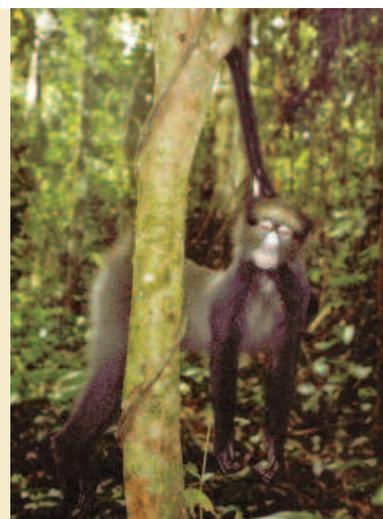


Photo 5. La généralisation de la chasse au fusil est l'une des menaces les plus sérieuses pour les forêts d'Afrique centrale. Ici, un hocheur (*Cercopithecus nictitans*), tué par balle, sera commercialisé pour sa chair.
Photo L. Mathot.

Tableau III.
Résultats globaux (directs et indirects regroupés) de l'inventaire faunistique réalisé dans l'Ufa 10-030.

Nom scientifique	Nom pilote	Indices spécifiques de présence	Indices de comptage kilométrique (Ick)*	Pourcentage de présence**
<i>Cephalophus callipygus</i> , <i>C. dorsalis</i> , <i>C. leucogaster</i> , <i>C. nigrifrons</i>	Céphalophe « rouge » (C. de Peeters, C. à bande dorsale noire, C. à ventre blanc, C. à front noir)	3 097	13,03	37,5
<i>Cephalophus monticola</i>	Céphalophe bleu	2 177	9,16	26,4
<i>Cephalophus sylvicultor</i>	Céphalophe à dos jaune	427	1,8	5,2
<i>Cercocebus agilis</i>	Cercocèbe agile	70	0,29	0,8
<i>Cercopithecus cephus</i>	Moustac	89	0,37	1,1
<i>Cercopithecus neglectus</i>	Singe de Brazza	1	0,004	0,0
<i>Cercopithecus nictitans</i>	Hocheur	120	0,5	1,5
<i>Cercopithecus pogonias</i>	Mone couronnée	302	1,27	3,7
<i>Colobus guereza</i>	Magistrat	38	0,16	0,5
<i>Gorilla gorilla gorilla</i>	Gorille	256	1,08	3,1
<i>Hyemoschus aquaticus</i>	Chevrotain aquatique	52	0,22	0,6
<i>Lophocebus albigena</i>	Mangabé à joues blanches	224	0,94	2,7
<i>Loxodonta africana</i>	Éléphant de forêt	290	1,22	3,5
<i>Manis gigantea</i>	Pangolin géant	133	0,56	1,6
<i>Manis tricupsis, tetradactyla</i>	Pangolin commun, à longue queue	35	0,15	0,4
<i>Pan troglodytes troglodytes</i>	Chimpanzé	51	0,21	0,6
<i>Panthera p. pardus</i>	Panthère	2	0,01	0,0
<i>Potamochoerus porcus</i>	Potamochère	696	2,93	8,4
<i>Syncerus caffer nanus</i>	Buffle de forêt	35	0,15	0,4
<i>Tragelaphus speke gratusi</i>	Sitatunga	155	0,65	1,9

* Regroupe tous les types d'indice de présence (empreintes, crottes, restes de repas, observations directes).

** Indices spécifiques de présence/total des indices de présence x 100.

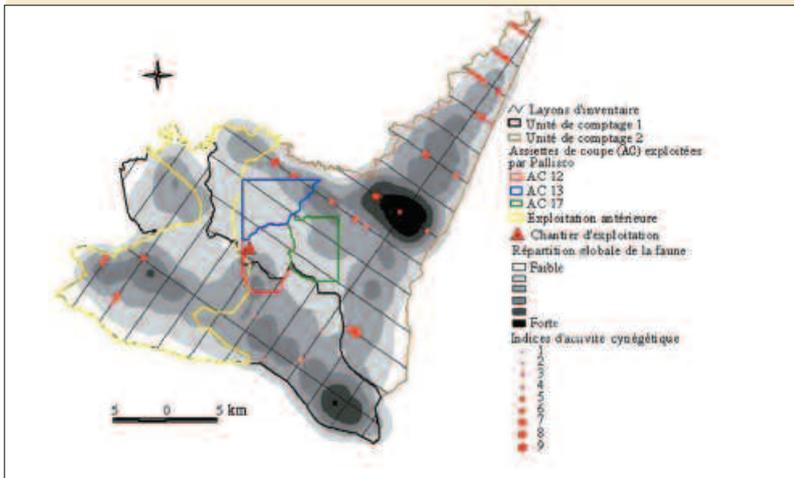


Figure 2.
Répartition de la faune et des activités anthropiques dans l'Ufa 10-030, au Cameroun. En valeurs relatives et sans unités.

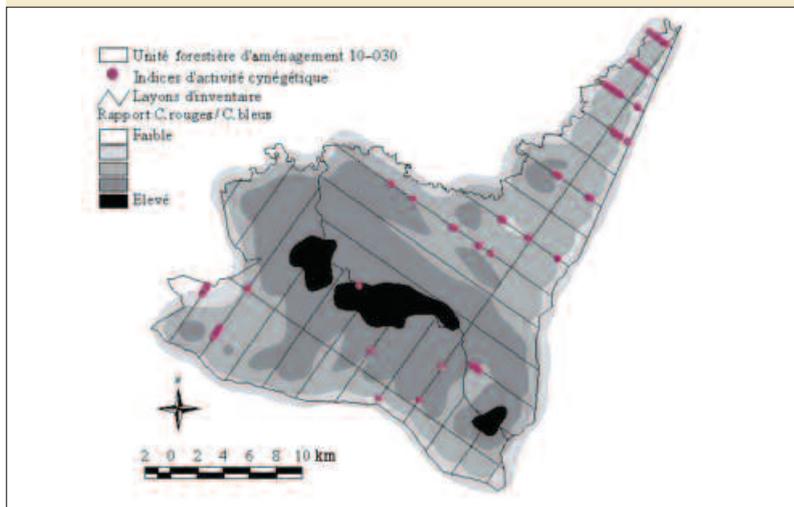


Figure 3.
Évolution de la proportion de céphalopodes rouges et bleus dans l'Ufa 10-030, au Cameroun. En valeurs relatives et sans unités.

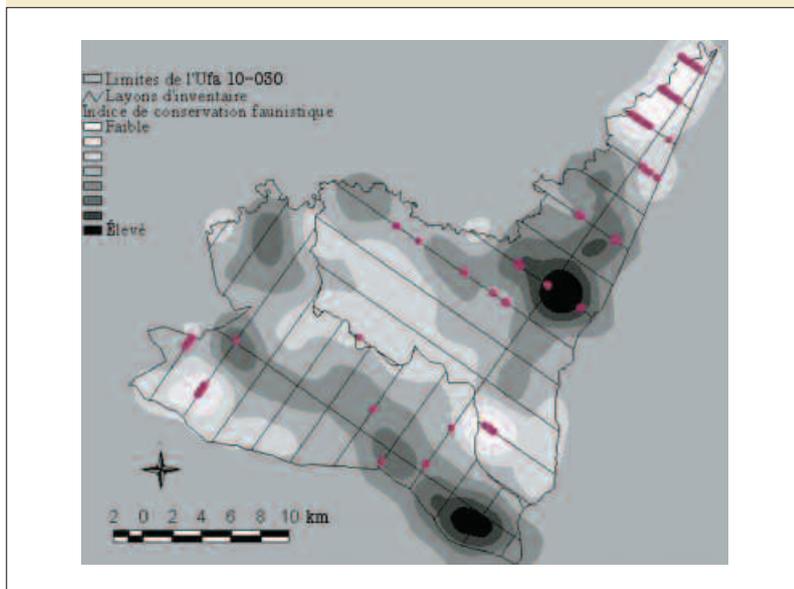


Figure 4.
Évolution du potentiel de conservation au sein de l'Ufa 10-030, au Cameroun. En valeurs relatives et sans unités.

Identification du secteur de conservation

Les différents paramètres à considérer en vue de déterminer les zones les plus intéressantes d'un point de vue faunistique, dans la perspective de leur mise en réserve, sont : l'abondance de la faune dans sa globalité (A) ; l'abondance des espèces menacées et sensibles (B) ; l'importance des activités anthropiques et en particulier de la chasse (C).

Afin de donner la même importance à ces trois variables, il est nécessaire de les standardiser :

$$vs_i = (v_i - m_v) / \sigma \quad (i = 1, \dots, n)$$

où vs_i est la valeur standardisée de la $i^{\text{ème}}$ parcelle de la variable considérée, v_i la valeur de la $i^{\text{ème}}$ parcelle de la variable considérée, m_v la moyenne arithmétique et σ l'écart-type estimé.

Pour chaque parcelle d'inventaire, nous additionnerons ensuite la valeur standardisée de l'abondance animale avec la valeur standardisée de l'abondance en espèces menacées, desquelles nous soustrairons la valeur standardisée de l'activité cynégétique ($A + B - C$). L'indice obtenu sera appelé « potentiel de conservation faunistique ».

D'un point de vue botanique, la richesse spécifique, la diversité spécifique, l'endémisme et la rareté sont les quatre paramètres à considérer (DOUCET, 2003). Le calcul des valeurs standardisées de ces quatre variables est également envisageable, quoique plus complexe étant donné les centaines d'espèces à considérer et les difficultés liées à leur détermination précise. Les valeurs standardisées floristiques et faunistiques peuvent alors constituer des couches de données superposables.

Résultats

Le tableau III donne les résultats globaux (directs et indirects regroupés) de l'inventaire faunique basé sur la méthode des Ick dans l'Ufa 10-030.

La répartition globale de la faune et des activités anthropiques est représentée par la figure 2. Globalement, les indices de présence animale sont moins nombreux dans l'ouest de l'Ufa, zone déjà exploitée. Plus précisément, c'est l'extrême sud-est de l'Ufa et plus encore la base de la pointe de l'Ufa qui s'étend vers le nord-est qui sont les plus riches. On remarque également que c'est dans cette dernière zone que l'on rencontre la plus grande abondance cumulée en espèces sensibles (gorille, chimpanzé, buffle, éléphant, chevrotain aquatique, colobe guereza).

À titre illustratif, la figure 3 considère l'évolution du rapport céphalophes rouges/céphalophes bleus au sein de l'Ufa 10-030. On y perçoit l'impact négatif de l'activité cynégétique (présence de pièges, campements, douilles) sur la faune et en particulier les céphalophes. On remarque, en effet, que la proportion de céphalophes rouges diminue par rapport à celle de céphalophes bleus dans les zones renfermant davantage d'indices d'activité cynégétique, en particulier dans le nord-est de l'Ufa.

Enfin, la figure 4 identifie les zones prioritaires de conservation sur la base du potentiel faunistique (en noir sur la figure). Ces zones devront être privilégiées dans la perspective de leur mise en conservation, en particulier si leur richesse botanique est confirmée. En raison de l'accessibilité supérieure, de l'abondance en pièges et du caractère anthropisé (forte proportion de céphalophes bleus) de la zone située au nord-est de l'Ufa, c'est finalement la zone riche localisée dans l'extrême sud-est qui constituera le secteur de conservation.

Discussion

Afin d'améliorer la représentativité des résultats, il est nécessaire de garantir un taux d'échantillonnage élevé. L'inventaire systématique à partir des layons d'inventaire d'aménagement apparaît dès lors comme le meilleur compromis en regard des objectifs et des moyens mis en œuvre par les sociétés forestières (DOUCET *et al.*, 2002 ; GENET, 2002 ; MATHOT, 2003 b). Il est envisageable d'inventorier seulement une parcelle sur deux dans l'ensemble des layons étant donné la grande densité du réseau de layons d'inventaire d'aménagement. Par contre, l'inventaire d'un layon sur deux diminuerait la couverture de la zone étudiée et rendrait les résultats moins représentatifs.

Le but principal étant de délimiter des zones riches en espèces animales en vue de leur intégration éventuelle dans le secteur de conservation, l'estimation d'une densité absolue n'est pas indispensable. Elle constitue effectivement un travail de longue haleine qui surcharge le travail de terrain et entraîne un surcoût important, conduisant à une diminution inacceptable du taux d'échantillonnage et du nombre d'indices de présence relevés par unité de temps. En outre, la qualité des estimations de densités absolues est généralement insuffisante, comme nous l'avons expliqué. Il est donc préférable de se fonder sur la détermination des Ick ou Ika, qui constitue une méthode pragmatique, fiable et moins onéreuse.

En effet, les Ick présentent l'avantage de la simplicité et constituent des indicateurs pertinents et suffisamment stables pour pouvoir estimer l'abondance relative des populations animales en forêt dense. Les investissements et l'effort à consentir par unité de longueur sont minimes par rapport à la méthode visant à estimer des densités absolues, ce qui garantit un taux de sondage supérieur. De plus, les Ick sont bien adaptés à l'objectif des inventaires fauniques réalisés dans les

concessions forestières, qui consiste principalement à localiser les zones riches d'un point de vue faunique.

Le tableau IV résume les avantages des deux méthodes existantes, dont la complémentarité est manifeste. Si les moyens mis à disposition et le temps imparti le permettent, en regard des objectifs de l'étude, nous proposons l'estimation d'une densité absolue à partir des layons préexistants afin de limiter les coûts et les voies d'accès en forêt. Les résultats seront biaisés puisque certaines espèces, dont l'homme, parcourent préférentiellement les layons, mais cela permettra la prise en compte de la diminution de probabilité de détection des crottes et nids en fonction de la distance par rapport au layon.

Divers facteurs sont susceptibles d'influencer la qualité et la représentativité des résultats obtenus : la taille des équipes d'inventaire, le laps de temps séparant l'ouverture du layon d'inventaire, le nombre de passages par layon ainsi que la saison et la disponibilité en ressources alimentaires qui lui est liée (MATHOT, 2003 a ; WHITE, 1992).

Il est donc indispensable de standardiser la méthodologie développée au sein des concessions forestières :

- Une équipe minimale serait composée d'un prospecteur recensant les traces au sol, d'un prospecteur spécialisé dans la recherche des nids d'homini-dés et dans la reconnaissance des petits primates, ainsi que d'un technicien assurant la prise de notes. Par rapport au protocole de l'inventaire utilisé comme référence pour cet article, nous préconisons donc le recrutement d'un seul pisteuse ayant pour mission le recensement des traces au sol. En effet, cela ne diminue pas la vitesse de progression et n'influence pas la qualité des résultats, pour autant que le travail du pisteuse soit contrôlé consciencieusement par le chef d'équipe. En outre, l'abondance des indices de présence au sol et la base de données consécutive sont généralement suffisantes et ne nécessitent pas le recensement de l'ensemble des empreintes.

Tableau IV.
Avantages des deux méthodes existantes d'inventaire, densité absolue et Ick.

Ick ou Ika	Distance sampling
Taille des équipes réduite	Estimation éventuelle mais imprécise d'une densité absolue
Utilisation des layons préexistants	Prise en compte de la diminution de probabilité de détection des nids et crottes en fonction de la distance par rapport au layon
Vitesse de progression plus élevée	
Coût par unité de longueur moindre	
Taux d'échantillonnage plus élevé	
Prise en compte de l'ensemble des indices de présence animale	
Adapté à l'objectif de localisation du secteur de conservation	

▪ Les inventaires doivent être réalisés après un intervalle de temps constant entre l'ouverture des layons et ces inventaires, afin de limiter la perturbation inhérente à leur création et de permettre la comparaison des résultats d'une étude à l'autre.

▪ Finalement, la saison des pluies est préférable car les empreintes sont davantage visibles. Toutefois, il s'avère aussi intéressant de réaliser des inventaires fauniques complémentaires en saison sèche afin d'étudier les mouvements de la faune d'une saison à l'autre.

Afin d'estimer l'impact de la chasse, le bien-fondé du rapport céphalophes rouges/céphalophes bleus a déjà été documenté dans plusieurs études cynégétiques (DELVINGT, 1997 ; DELVINGT, 2001). Comme le montre la figure 3, le nord-est de l'Ufa 10-030, qui renferme une grande abondance d'indices d'activité cynégétique, est caractérisé par une très faible proportion de céphalophes rouges. Le présent article confirme encore l'intérêt de cet indice qui apporte une information essentielle au gestionnaire de la faune.

Les noyaux d'affluence de la figure 2 (répartition globale de la faune) ne correspondent pas à ceux de la figure 3 car l'activité cynégétique, dont l'influence est considérée grâce à l'évolution de la proportion de céphalophes « rouges » et bleus, n'est évidemment pas le seul facteur influen-

çant la répartition de la faune. La capacité d'accueil du milieu est le second facteur à prendre en compte. Une étude réalisée ultérieurement par SONKE et ACHOUDONG (2004) confirme l'intérêt des zones prioritaires de conservation définies grâce aux inventaires de faune (en noir sur la figure 4), non plus d'un point de vue faunistique mais floristique. En effet, ces auteurs montrent que les zones identifiées initialement comme intéressantes d'un point de vue faunistique présentent une richesse et une diversité spécifiques botaniques très élevées (indice d'équitabilité de Pielou, de Shannon et de Simpson variant respectivement de 0,85 à 0,94, de 5,08 à 5,88 et de 18,35 à 32,43 pour 8 layons de 1 km de long et 5 m de large). Une diversité spécifique élevée correspond d'ailleurs généralement à un biotope dont la capacité d'accueil est élevée (GILLET *et al.*, 2003). En outre, 83 % des espèces recensées par SONKE et ACHOUDONG (2004) sont sarcochores, c'est-à-dire que leurs diaspores sont totalement ou partiellement charmes et disséminées par les animaux (zoochorie). Cela souligne l'importance du rôle des animaux, y compris des grands mammifères, dans la dissémination des diaspores et la régénération au sein de ces forêts qui correspondent, par leur production fruitière, à un biotope riche et favorable à la faune. Comme l'explique DOUCET (2003), la richesse spé-

cifique, la diversité spécifique, l'endémisme et la rareté sont les quatre paramètres botaniques à considérer. Après standardisation, ils pourront être additionnés aux paramètres faunistiques : l'abondance de la faune dans sa globalité, l'abondance des espèces menacées et sensibles et enfin l'importance des activités anthropiques, en particulier de la chasse.

L'utilisation d'un Sig, *Arcview* et son extension *Spatial analyst* dans le cas présent, assure une meilleure visualisation des résultats ponctuels qui sont extrapolés à l'ensemble de la zone d'étude grâce à une représentation spatiale des observations en surface continue. Un certain biais des résultats est toutefois inévitable puisque la couverture des transects n'est pas uniforme et que le rayon d'analyse peut intégrer des segments de transects de longueurs différentes, en particulier en bordure de la zone d'étude. Malgré ces biais inévitables mais peu significatifs, cette méthode assure une localisation plus visuelle et objective des zones intéressantes d'un point de vue faunistique et/ou floristique, dans la perspective de leur mise en conservation.

La prise de décision concernant la délimitation du secteur de conservation consiste alors en un compromis entre l'intérêt économique et environnemental des zones étudiées.

Remerciements

Nous tenons à remercier particulièrement MM. Rougeron, Pasquet, Douaud et M^{me} Douaud de la société R. Pallisco ainsi que MM. Vandenhautte et Hubert de Nature Plus, Ekodeck et Meigari du Wwf Carpo et M. Odoukang ainsi que les dix pisteurs qui ont participé aux inventaires.

Références bibliographiques

BUCKLAND S. T., ANDERSON D. R., BURNHAM K. P., LAAKE J. L., 1993. Distance sampling : Estimating of abundance of biological populations. Londres, Angleterre, Chapman and Hall, 448 p.

CHIFU NCHANJI A., PLUMPTRE A. J., 2001. Seasonality in elephant dung decay and implications for censuring and population monitoring in Southwestern Cameroun. *African Journal of Ecology*, 39 : 24-32.

DELVINGT W., 1995. La gestion forestière en bordure de la Réserve du Dja. *Projet Ecofac, Agreco-Ctft, Cameroun*, 23 p.

DELVINGT W., 1997. La chasse villageoise : synthèse régionale des études réalisées durant la première phase du Programme Ecofac au Cameroun, au Congo et en République Centrafricaine. *Faculté universitaire des sciences agronomiques de Gembloux, Projet Ecofac, Agreco-Ctft, Belgique*, 73 p.

DELVINGT W., 2001. La forêt des hommes. Terroirs villageois en forêt tropicale africaine. *Faculté universitaire des sciences agronomiques de Gembloux, Belgique, Presses agronomiques de Gembloux*, 285 p.

DOUCET J.-L., 2003. L'alliance délicate de la gestion forestière et de la biodiversité dans les forêts du centre du Gabon. Thèse, *Faculté universitaire des sciences agronomiques de Gembloux, Belgique*, 323 p.

DOUCET J.-L., DELVINGT W., JEANMART P., NTCHANDI-OTIMBO P.-A., 2002. Pour une prise en compte pragmatique des aspects socio-environnementaux dans les plans d'aménagement forestier. *Rapport final du projet pilote de recherche appliquée et d'assistance technique aux exploitants forestiers dans le cadre de la gestion durable des forêts d'Afrique centrale. Volet Shm. Unité de sylviculture de la Faculté universitaire des sciences agronomiques de Gembloux, Wwf-Belgique, Wwf-Carpo, Belgique*, 60 p.

GENET H., 2002. Gestion de la faune dans les concessions forestières du Gabon. *Mémoire de fin d'études, Faculté universitaire des sciences agronomiques de Gembloux, Belgique*, 78 p.

GILLET J.-F., DOUCET J.-L., NTCHANDI OTIMBI P.-A., BOUBADY A. G., 2003. Évaluation des zones d'intérêt biologique et délimitation de la série de conservation. *Compagnie des bois du Gabon, Nature Plus, Institut de recherche en écologie tropicale*, 50 p.

JULVE C., 2005. Mise en place d'une zone d'intérêt cynégétique à gestion communautaire comme outil de gestion de la faune dans une concession forestière au Sud-Est Cameroun, *Projet Réseau de partenariats pour la gestion durable des forêts en Afrique centrale. Mémoire de fin d'études, faculté universitaire des sciences agronomiques de Gembloux, Belgique*, 50 p.

KOSTER S., HART J., 1998. Methods of estimating ungulate populations in tropical forests. *African Journal of Ecology*, 26 : 117-126.

MATHOT L., 2003 a. Étude des facteurs influençant les potentialités fauniques des concessions forestières, le cas de la société forestière Pallisco au Cameroun. *Projet Réseau de partenariats pour la gestion durable des forêts en Afrique centrale. Mémoire de fin d'études, Faculté universitaire des sciences agronomiques de Gembloux, Belgique*, 48 p.

MATHOT L., 2003 b. Étude sur la diversité et la distribution de la faune dans l'Ufa 10-030. *Rapport d'inventaire, Nature Plus, Projet Réseau de partenariats pour la gestion durable des forêts en Afrique centrale, Société R. Pallisco*, 19 p.