

L'HOMME DETERMINE LA DISTRIBUTION DES ELEPHANTS DANS LES FORETS PLUVIALES DU NORD-EST DU GABON

R.F.W. BARNES, K.L. BARNES, M.P.T. ALERS et A. BLOM
Wildlife Conservation International

Résumé

Des comptages de crottes ont été utilisés pour estimer l'abondance des éléphants dans les forêts reculées du nord-est du Gabon, peu habitées et sans exploitation forestière. Les éléphants préfèrent les forêts secondaires situées sur les sites de villages et de plantations abandonnés, mais évitent les routes et les villages actuels. Leur distribution est donc régie par la distribution des installations humaines présentes et passées, même dans les forêts les plus reculées et les moins dérangées d'Afrique équatoriale.

Mots clés: éléphants, comptage de crottes, forêt, routes, villages.

Introduction

La biologie des éléphants de savane d'Afrique du sud et de l'est a été étudiée intensément pendant presque 30 ans. Peu d'attention a été en revanche accordée aux éléphants vivant dans les forêts pluviales d'Afrique centrale. Ces forêts couvrent environ 1,7 million de km² et couvrent environ un tiers de la zone de répartition totale des éléphants (Burrill & Douglas-Hamilton, 1987).

Wildlife Conservation International a lancé une étude sur le nombre et la distribution des éléphants vivant dans les forêts d'Afrique centrale, pour établir les bases de mesures de conservation efficaces. Il semble clair que les dérangements humains - tels que braconnage pour l'ivoire, travaux miniers, agriculture et déforestation - devraient avoir un effet dévastateur sur les éléphants de forêt. Avant d'étudier les effets de ces perturbations sur les éléphants, nous avons décidé de déterminer tout d'abord les facteurs gouvernant l'abondance des éléphants dans des forêts relativement peu dérangées. Nous pensons trouver que leur distribution était liée aux types de sol et de végétation. En fait, cet article montre que les activités humaines sont plus importantes.

Zone d'étude

Environ 85% du Gabon sont couverts de forêt pluviale de plaine. La partie nord-est a été sélectionnée comme zone d'étude car elle est peu touchée par les activités humaines. La biologie de la zone est assez bien connue grâce à l'activité des chercheurs basés à l'institut de recherche en écologie tropicale de Makokou. Un recensement détaillé des grands singes a été conduit dans la zone par Tutin et Fernandez (1984).*** (Fig. 1a). Il recouvre des formations granitiques du Précambrien. Les sols sont ferrallitiques???, assez argileux et très acides. Les profils de sol montrent une couche brune humifiée peu profonde au-dessus d'une couche jaune uniforme.

L'altitude sur la plus grande partie de la région est d'environ 400-500 mètres. La pluviométrie annuelle moyenne à Makokou est de 1700 mm. Il y a deux saisons des pluies, de mars à mai et de septembre à novembre, une longue saison sèche et fraîche de juin à mi-septembre, et une période de faible pluviosité de mi-décembre à février.

Cette forêt se situe dans une zone de transition entre la forêt sempervirente de plaine du bassin côtier du Gabon et les forêts semi-décidues du bassin du Congo (Caballe, 1978, 1983; Fontes, 1978; Hladik, 1978). Cependant, elle montre plus d'affinité avec les forêts du bassin du Congo, aussi bien en terme de diversité des espèces que par les espèces qu'on y trouve (Caballe, 1978).

La forêt secondaire signifie villages et plantations abandonnés. On la trouve le long des routes et des rivières, autour des villages existants, et en parcelles éparpillées dans la région. Des marécages et des bandes de forêt inondée de façon saisonnière ou permanente existent le long des cours d'eau. Une grande zone de forêt marécageuse se trouve dans le nord, le long de la Djoua. Il n'y a pas de forêt de terre ferme près de la Djoua, mais on y trouve plusieurs petites zones de savane.

La densité humaine est d'environ 1 par km² (Bouquerel, 1976), à comparer avec 2,6 par km² pour l'ensemble du pays. La population humaine est concentrée dans les deux petites villes de Makokou et Mekambo, et dans des villages permanents sur l'Ivindo et sur les trois routes principales qui partent de Makokou (Fig. 1). La concentration des installations humaines laisse de grandes zones de forêt inhabitées. Il n'y a pas d'exploitation forestière dans la zone, mais un peu de recherche minière pour l'or à Mvadi et Belinga.

Les populations indigènes vivent de l'agriculture de subsistance, de la chasse et de la pêche. L'agriculture itinérante était pratiquée autrefois, elle est remplacée par une agriculture tournante avec jachère. Les cultures principales sont le manioc, le taro, le maïs et l'arachide. Les hommes chassent régulièrement en utilisant principalement trois méthodes, collets, fusils ou filets. La plupart de l'activité de chasse est concentrée à 10 ou 15 km des villages, mais les chasseurs s'éloignent parfois plus.

Méthodes

Les éléphants ne peuvent pas être comptés directement dans la forêt car ils sont difficiles à voir dans le sous-bois épais. Ce recensement a donc été basé sur des comptages de crottes, déjà utilisés avec succès dans d'autres régions d'Afrique où la visibilité est faible (Short, 1983; Jachmann & Bell, 1984; Merz, 1986).

Trois droites ont été dessinées sur la carte, entre Makokou et Mekambo, entre Makokou et Bakouaka, et entre Makokou et Ovan (fig. 1b). Cinq transects ont été placés au hasard le long de ces droites, avec pour contrainte de ne pas en être à moins de 5 km. Les transects étaient perpendiculaires à la route. Les 12 premiers transects (A1-A5, B1-B5, C1 et C2) commençaient sur la route et devaient faire 20 km de long. Les trois autres (C3-C5) commençaient à environ 10 km de la route et devaient faire 10 km de longueur. Les autres transects ont été placés à intervalles irréguliers sur les rivières Oua, Nouna et Djoua (Fig. 1b). Chacun coupait perpendiculairement la rivière et faisait 5 km de longueur.

Les transects à l'est de Makokou, plus C1, C2 et ceux de la rivière Oua ont été parcourus par deux observateurs (équipe A), les autres par deux autres (équipe B).

Pendant l'étude, cinq transects ont été raccourcis à cause d'accidents ou de marécages impénétrables, et n'ont donc pas eu la longueur prévue de 5, 10 ou 20 km. La longueur totale des transects était de 208,84 km (n=23).

La méthode "line-transect" (Burnham, Anderson & Laake, 1980) a été utilisée pour compter des antilopes de forêt par Koster & Hart (1988), et pour compter les crottes d'éléphants de forêt (Barnes & Jensen, 1987). En bref, l'observateur marche le long de la ligne centrale du transect. Quand une crotte est vue, on mesure sa distance à la ligne centrale. Les distances perpendiculaires sont utilisées pour estimer le nombre de crottes par km². Les équations pour l'analyse des données sont complexes et fournies par Burnham et al. (1980).

Des notes ont été prises sur la végétation à travers laquelle passaient les transects. Un index de visibilité a été obtenu en s'arrêtant tous les 500 m et en notant si un homme portant des vêtements de couleur terne et se tenant debout, immobile, était visible à 10 m, 20 m ou plus de 20 m.

Résultats

Distribution des éléphants en relation avec les routes et les villages.

Les 12 premiers transects ont montré qu'il y avait une bande de faible densité en éléphants de chaque côté de la route principale. Pour estimer la largeur de cette bande, nous avons réuni les données provenant des six transects qui commençaient sur la route principale et ne franchissaient pas une grande rivière (A4, B1, B3, , C1 et C2). Les transects qui traversaient une grande rivière ont été exclus car nous pensions que les dérangements humains pouvaient être plus importants sur la rive proche d'un village???

Peu de crottes ont été trouvées sur les premiers 7 km (Fig. 2). Comme cela peut être une conséquence de la distribution des types de végétation, nous avons comparé les pourcentages de forêt secondaire et de forêt humide sur les segments 0-7 km et 7-20 km des six transects. Il n'y a pas de différence significative (Tableau 1). Les éléphants doivent donc éviter la zone des 7 km de distance des routes à cause des dérangements humains. La bande entourant la route peut donc être considérée comme une strate de faible densité d'éléphants; les analyses suivantes excluent les données de chaque transect issues de cette bande.

Il y a une relation claire entre la densité de crottes et la distance au village le plus proche (Fig. 3a). Il existe une relation similaire entre la densité de crottes et la distance aux routes (Fig. 3b). Notez que dans ces deux graphiques, il y a trois points isolés qui correspondent aux transects en forêt marécageuse le long de la Djoua. Les forêts marécageuses sont inondées de façon permanente ou saisonnière, et ont une structure différente de celle des forêts de terre ferme rencontrées sur les autres transects, avec un sous-bois très clair et une canopée assez basse. Nous les considérons donc comme une strate distincte.

Les analyses suivantes ont été conduites d'après les données de tous les transects, sauf a) les parties de chaque transect comprises dans la bande des 7 km d'une route (bande routière à faible densité d'éléphants), et b) les trois transects sur la rivière Djoua (strate de forêt marécageuse).

Préférence d'habitat

L'index de visibilité est une mesure assez subjective qui différait entre les deux équipes, nous n'avons utilisé que celles de l'équipe A. Les éléphants montrent une préférence pour le sous-bois très dense et évitent les forêts à sous-bois ouvert (Tableau 2). Cela est dû en partie au fait qu'ils préfèrent la forêt secondaire, où le sous-bois est toujours épais. Il n'y a pas assez de données pour calculer un index de préférence de visibilité en forêt secondaire (car il y avait trop peu de crottes dans les forêts secondaires "ouvertes"), mais les éléphants évitent le sous-bois ouvert en forêt primaire (tableau 2). Nous en concluons que les éléphants préfèrent la végétation dense.

La distribution des crottes selon les types de végétation montre une aversion pour la forêt primaire et une forte préférence pour la forêt secondaire (Tableau 3). La figure 4 montre la relation entre la densité de crottes et le pourcentage de forêt secondaire sur chaque transect. La distribution des valeurs sur l'axe horizontal n'est pas normale, mais est améliorée par une transformation arcsinus (Sokal & Rohlf, 1981). L'équation de régression est:

$$Y = 1029 \arcsin(\sqrt{S/1000}) + 62$$

$$r = 0,70, \text{ddl} = 18, P < 0,001$$

avec Y la densité de crottes et S le pourcentage de forêt secondaire.

Distribution globale des éléphants

Une régression multiple montre que la quantité de forêts secondaires ajoutée à la distance au village le plus proche (X_{vill}) compte pour 81% de la variation de densité de crottes:

$$Y = 716 \ln(X_{vill}) + 610 \arcsin(\sqrt{S/100}) - 1788$$

$$r^2 = 0,81, F_{2,17} = 36,08, P < 0,0001$$

Une relation similaire avec la distance à la route la plus proche (X_{rd}) compte pour 85% de la variation de densité de crottes:

$$Y = 407 \ln(X_{rd}) + 659 \arcsin(\sqrt{S/100}) - 998$$

$$r^2 = 0,85, F_{2,17} = 49,43, P < 0,0001$$

Comme la forêt secondaire est le résultat d'une activité humaine passée, ces résultats montrent que la distribution des éléphants au nord-est du Gabon est déterminée par la distribution des activités humaines présentes et passées.

La figure 5 montre la relation entre la densité de crottes et la distance à la route pour différentes valeurs de S, d'après la deuxième équation de régression multiple. Ce modèle illustre trois points: (a) la bande de faible densité d'éléphants de chaque côté de chaque route; (b) une relation curvilinéaire entre la densité de crottes et la distance à la route la plus proche; (c) pour une distance à la route donnée, la probabilité de trouver des éléphants augmente avec la fréquence de parcelles de forêts secondaires.

Discussion

Comptage de crottes

Nous avons utilisé les comptages de crottes comme index du nombre d'éléphants, en estimant que les taux de défécation et de disparition des crottes sont constants (McClanahan, 1986; Barnes & Jensen, 1987). Cette assumption est justifiée car la pluviométrie est le facteur principal déterminant aussi bien la défécation que la vitesse de disparition des crottes, et car tous nos comptages ont été effectués pendant la saison des pluies de chaque année.

Utilisation de l'habitat

Cette étude confirme la préférence des éléphants d'Afrique et d'Asie (*Elephas maximus*) pour les forêts secondaires (Olivier, 1978; Merz, 1981). Les éléphants sont attirés par les forêts secondaires à

cause de la plus grande diversité de plantes consommables, à cause du fait qu'ils peuvent en atteindre une plus grande proportion, et parce que les espèces d'habitats secondaires à croissance rapide sont moins susceptibles d'être protégées par des tanins et des toxines (Olivier, 1978).

Nous avons trouvé des densités de crottes très basses dans les forêts marécageuses près de la rivière Djoua. Cela peut être dû en partie au fait que ce milieu a très peu de végétation pouvant être atteinte par un éléphant, et probablement aussi au fait que les crottes disparaissent rapidement dans cet habitat humide.

Notre exploration du Gabon pendant la saison sèche de 1985 nous a révélé des concentrations d'éléphants dans les marais. Les comptages de crottes ont été faits pendant les mois humides et n'ont pas montré de préférence pour les marécages (Tableau 3), ce qui suggère que toute préférence de ce type serait un phénomène de saison sèche.

L'homme et la forêt

Les trente dernières années ont vu des changements majeurs dans la distribution des hommes dans notre zone d'étude. Autrefois, les populations rurales vivaient dans de petits villages éparpillés dans toute la zone. Ces gens pratiquaient une culture itinérante, leurs plantations et leurs villages étaient temporaires. Les plantations et les villages abandonnés formaient des archipels de végétation secondaire dans la mer de la forêt primaire. Les différents stades de développement de toutes les parcelles de végétation secondaire augmentaient la diversité structurelle et floristique de la forêt. Dans les années 1950 et 1960, le gouvernement a déplacé tous les villages isolés et les a installés le long des routes principales (les villages sur les plus grandes rivières n'ont pas été déplacés). Le programme de déplacement a provoqué un changement écologique majeur, en redistribuant l'impact de l'homme sur la forêt. Auparavant, les activités humaines étaient faibles et éparpillées dans la forêt; elles sont maintenant concentrées sur une bande étroite le long des routes.

L'homme et l'éléphant

Le facteur le plus important déterminant la densité en éléphants n'est pas la végétation mais les activités humaines. Avant le programme de déplacement, il y avait un conflit continu entre les hommes et les éléphants: les destructions des plantations des paysans provoquaient de fréquentes pénuries de nourriture (Barnes & Barnes, MS). Aujourd'hui, il y a toujours un conflit entre les deux espèces, mais il est minimisé par la partition *de facto* des habitats: les hommes occupent une bande étroite le long des routes tandis que les éléphants sont répartis dans toute la forêt qui est maintenant inhabitée et non chassée.

En-dehors de la bande de dérangement humain le long des routes, les densités d'éléphants augmentent avec la distance par rapport aux activités humaines. Au moment du recensement, le braconnage d'éléphants dans la zone était faible, peut-être un ou deux éléphants par village et par an. La relation inverse entre les éléphants et les hommes doit être due au fait que les éléphants évitent les zones d'activité humaine, renforcé par l'abattage occasionnel d'un éléphant près d'un village.

Les plus hautes densités d'éléphants ont été trouvées le long des rivières Nouna et Oua. Ces zones étaient habitées autrefois, mais les anciens villages et plantations sont maintenant recouverts de végétation secondaire. Bien que quelques pêcheurs établissent leurs camps le long des rivières, la chasse est nulle ou faible. Les hautes densités d'éléphants sont donc dues à l'absence de dérangement par les hommes, combinée à l'abondance de forêts secondaires.

Le quart nord-est du Gabon est probablement la zone la moins dérangée restant en Afrique équatoriale. Bien qu'il puisse y avoir de grandes zones de forêt inhabitée et inexploitée au Zaïre et dans le nord du Congo, leurs populations d'éléphants ont été ravagées par le braconnage pour l'ivoire (WCI, 1989). Nous pensons donc que les éléphants du nord-est du Gabon forment la dernière population relativement non dérangée en Afrique centrale. Et même ici, dans les forêts les plus retirées et les plus tranquilles du continent, la distribution des éléphants est gouvernée par la distribution des activités humaines. C'est un exemple de l'influence de l'homme qui se répand partout dans l'écosystème forestier.

Remerciements

Le travail de terrain a été financé par la Wildlife Conservation International (département "recherche et conservation" de la New York Zoological Society) et par une bourse de recherche outre-mer de The Royal Society. Nous remercions le Dr P. Posso pour son aide à l'Institut de Recherche en Ecologie Tropicale de Makokou. Les premières versions de ce manuscrit ont été critiquées par les Dr J.A. Hart, N. Leader-William et N.R.H. Stronach.

Fig. 1 (a) carte du Gabon montrant les limites du plateau du nord-est (d'après Caballe, 1983).
 (b) carte du nord-est du Gabon montrant la localisation des transects.

Rivière importante
 Route
 Frontière internationale
 Transect
 Ville
 Grand village

Figure 2: Distribution des crottes d'éléphants par rapport aux routes. Données tirées de six transects qui ne franchissaient pas de grandes rivières.

Tableau 1: Comparaison des fréquences relatives de forêt secondaire et de forêt humide dans les parties de transects à moins de 7 km d'une route et celles dans les parties de transects à plus de 7 km d'une route. Données issues des six transects qui partaient d'une route et ne franchissaient pas de rivières importantes.

Type de végétation	% de transect fait de chaque type de végétation		Wilcoxon T	P
	0-7 km	7-20 km		
Secondaire	18	14	0	ns
Humide	19	14	6	ns

Fig. 3: (a) Relation entre la densité de crottes et la distance au village le plus proche (X_{vill}). Remarquez que l'échelle horizontale est logarithmique. $Y=9261\ln(X_{vill})-2161$, $r=0,82$, $P<0,0001$. Le symbole t représente les transects en forêt marécageuse de la rivière Djoua. Ils ne sont pas inclus dans la régression. (b) Relation entre la densité de crottes et la distance à la route la plus proche (X_{rd}). Remarquez que l'échelle horizontale est logarithmique. $Y=514\ln(X_{rd})-1080$, $r=0,83$, $P<0,0001$. Le symbole t représente les transects en forêt marécageuse de la rivière Djoua. Ils ne sont pas inclus dans la régression.

Tableau 2: Index de préférence de Jacob calculé pour l'épaisseur du sous-bois. Du fait des différences entre les équipes dans l'estimation de la densité de la végétation, seules les données issues de l'équipe A sont montrées. Les valeurs de l'index de préférence peuvent varier de -1 à +1, qui indiquent respectivement l'évitement et la préférence.

Sous-bois	Index de préférence de Jacob	
	Tous habitats	Forêt primaire
Très dense*	0,18	0,00
Dense	0,01	0,06
Ouvert	-0,29	-0,15
Nombre de crottes	205	105

*Un sous-bois très dense est tel qu'un homme habillé avec des vêtements ternes et se tenant debout et immobile est invisible à 10 m. En sous-bois dense, le même homme est visible à 10 m mais invisible à 20. En sous-bois ouvert, il est visible à plus de 20 m.

Tableau 3: Index de préférence de Jacob (1974) calculé pour différents types de végétation. Du fait des différences d'efficacité entre les équipes, les valeurs ont été calculées séparément pour chacune.

Index de préférence de Jacob

Type d'habitat	Equipe A	Equipe B	A&B combinés
Secondaire	0,38	0,56	0,43
Primaire	-0,17	-0,33	-0,21
Marécageux	-0,01	0,16	0,03
Humide	0,06	0,08	0,07
Nombre de crottes	205	74	279

Fig.4: relation entre la densité de crottes et la quantité de forêt secondaire dans chaque transect (pourcentage de la longueur du transect passant en forêt secondaire). Données issues des parties de transects éloignées de plus de 7 km d'une route. Le symbole t représente les transects en forêt marécageuse de la rivière Djoua.

Figure 5: Illustration de la manière dont les densités d'éléphants varient avec la distance par rapport aux routes et avec différentes quantités de forêt secondaire (S), d'après l'équation :

$$Y = 407 \ln(X_{rd}) + 659 \arcsin(| S/100) - 998$$