

Indicateurs écologiques visant le corridor industriel du Complexe d'Aires Protégées de Gamba: une zone d'une grande valeur pour la biodiversité et l'exploitation pétrolière dans le sud-ouest du Gabon

Francisco DALLMEIER¹, Alfonso ALONSO¹, Patrick CAMPBELL¹,
Michelle E. LEE², Ralph BUIJ² et Olivier S.G. PAUWELS^{2,3}

1 Introduction

Le Complexe d'Aires Protégées de Gamba est une réserve de 11 320 km² située sur la côte sud-ouest du Gabon et qui abrite une grande diversité d'habitats et d'espèces, ainsi que les plus vastes réserves pétrolières terrestres du pays (voir la carte, page xxxii). Depuis les années 1950, le Complexe a été désigné en tant que réseau de réserves fauniques et de secteurs de chasse afin de protéger une diversité exceptionnelle en espèces sauvages. Aujourd'hui, deux parcs nationaux délimitent l'est et l'ouest du Complexe de Gamba : Moukalaba-Doudou (4500 km²), remarquable pour ses grands singes et ses montagnes constituant « un refuge » pour une grande diversité d'espèces; et Loango (1550 km²), connu pour sa mégafaune marine et terrestre, sa mosaïque d'habitats enchevêtrés et son potentiel écotouristique. Les parcs nationaux sont des aires protégées de la catégorie II de l'UICN (IUCN 1994). Chaque parc comporte une zone tampon d'au moins 5 km.

Entre ces parcs se trouvent les domaines de chasse – catégorie IV de l'UICN – d'Iguéla, de Ngové-ndogo et de Setté Cama, zone aussi appelée corridor industriel (3585 km²) à cause des activités d'exploitation pétrolière et forestière qui s'y pratiquent. L'exploitation forestière – un des piliers de l'économie du Gabon – existe dans la région depuis les années 1920 et se poursuit aujourd'hui le long de la bordure nord du Complexe d'Aires Protégées, avec une base opérationnelle située à l'intérieur du parc national de Moukalaba-Doudou. La prospection pétrolière est pratiquée dans la région depuis plus de 40 ans, les huit permis d'exploration actuels, dont l'un à l'intérieur du parc national de Loango, touchant 6848 km². Quatre compagnies opérateurs disposent des dix permis d'exploitation du Complexe, qui sont le fondement d'une grande partie de l'économie du Gabon. On pense que les réserves de pétrole seraient en déclin (Trebaol et Chaillol 2002). Le corridor

industriel comprend une riche biodiversité et est une aire protégée tombant dans la catégorie IV de l'UICN (Mebiane 2004). Le Complexe de Gamba fait partie d'un paysage écologique plus vaste appelé le Paysage Gamba-Conckouati, qui est actuellement proposé comme site du patrimoine mondial. Deux des trois zones humides gabonaises d'importance internationale au sens de la Convention de Ramsar sont situées dans le Complexe de Gamba, soit Petit Loango et Setté Cama.

Les activités de recherche du Programme de biodiversité du Gabon, partenariat entre l'Institution Smithsonian, Shell Gabon et la Fondation Shell, ont permis d'établir qu'en ce qui concerne la biodiversité, le corridor industriel du Complexe d'Aires Protégées de Gamba est l'un des sites de forêt de basses terres humides les plus riches de l'Afrique centrale (Lee *et al.* ce volume; voir la figure 1, page xxx). Les scientifiques y ont constaté le plus grand nombre d'espèces de reptiles (Pauwels *et al.* ce volume) et d'amphibiens (Burger *et al.* ce volume) à l'échelle du pays. Ils ont aussi dénombré de grandes quantités d'espèces végétales (Campbell *et al.* ce volume, Stevart et Droissart ce volume), d'espèces d'insectes (Basset *et al.* 2004), d'oiseaux (Angehr *et al.* ce volume), de petits mammifères (O'Brien *et al.* ce volume, Rodriguez *et al.* ce volume, Primus *et al.* ce volume), et de poissons (Mamonekene *et al.* ce volume). Les populations de tortues de mer nicheuses

¹ Monitoring and Assessment of Biodiversity Program, National Zoological Park, Smithsonian Institution, 1100 Jefferson Drive SW #3123, Washington DC 20560-0705, USA. Emails: fdallmeier@si.edu, aalonso@si.edu, pcampbell@si.edu

² Monitoring and Assessment of Biodiversity Program, National Zoological Park, Smithsonian Institution, S/C Shell Gabon, BP 48, Gamba, Gabon. Emails: LeeMi@si.edu, rbuij@yahoo.com

³ Adresse postale: Department of Recent Vertebrates, Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Rue Vautier 29, 1000 Brussels, Belgium. Email: osgpauwels@yahoo.fr

(Billes *et al.* ce volume) et certaines espèces de grands mammifères dont la conservation est une préoccupation à l'échelle mondiale sont relativement abondantes dans la région (Rosenbaum et Collins ce volume, Lahm et Tezi ce volume, Boddicker ce volume). Les mammifères en question sont l'éléphant de forêt d'Afrique (*Loxodonta cyclotis*), le gorille de plaine (*Gorilla gorilla gorilla*), le chimpanzé (*Pan troglodytes*), le buffle de forêt d'Afrique (*Syncerus caffer nana*), l'hippopotame (*Hippopotamus amphibius*), le sitatunga (*Tragelaphus spekii gratus*), le faux-gavial d'Afrique (*Crocodylus cataphractus*), le crocodile du Nil (*Crocodylus niloticus*), le crocodile nain (*Osteolaemus tetraspis*), le roqual à bosse (*Megaptera novaeangliae*), et le dauphin à bosse de l'Atlantique (*Sousa teuszii*).

En outre, certaines zones sont cruciales pour des espèces dont l'aire de répartition est restreinte – certains serpents et grenouilles, par exemple, qui ont une faible mobilité. La protection de ces zones du paysage petites mais essentielles favorise la survie d'une grande diversité d'organismes. D'autres sites comprennent des zones d'une importance capitale, au moins durant une partie de l'année, pour des espèces à l'aire de répartition étendue. Par exemple, les zones riches en végétation nutritive bordant les grands marécages et rivières offrent aux éléphants des aires d'alimentation surtout durant la saison sèche, quand les fruits se font rares. La protection de ces zones cruciales pourvoit à leurs besoins durant les périodes de disette, ce qui augmente ainsi leurs chances de survie. Comme ces sites peuvent également être d'une importance critique pour d'autres grands herbivores (plus particulièrement pour le buffle, mais aussi pour l'hippopotame à l'échelle locale), il faut faire un grand effort pour les protéger et pour assurer leur pérennité écologique. Ces sites comprennent: 1) la zone de Rabi-Toucan incluant la rivière Rabi; 2) le bassin de la rivière Echira, notamment du lac Divangui à la rivière Ngové; 3) les massifs et les savanes des monts Doudou; 4) les prairies saisonnièrement inondées entourant le lac Kivoro et les lacs adjacents; 5) la rivière Nyanga; et 6) toute la zone côtière, et surtout le parc national de Loango et les embouchures des lagunes et des cours d'eau (voir la figure 1, page xxx).

Il a aussi été établi que de nombreuses espèces migratrices dépendent du Complexe de Gamba pour leur survie (voir la figure 2, page xxx). Les déplacements des éléphants sont un exemple de

migration locale, mais d'autres espèces peuvent migrer à l'échelle régionale ou même mondiale, souvent d'une manière saisonnière prévisible, et habituellement pour exploiter une ressource précise dont la disponibilité est limitée. Les oiseaux migrateurs comprennent des migrateurs saisonniers à longue distance et des migrateurs à l'échelle de l'Afrique. Les migrateurs paléotropicaux passent les mois d'hiver de l'hémisphère nord (octobre-avril) dans les régions tropicales et retournent dans les régions septentrionales durant les mois d'été (mai-septembre) pour tirer parti des ressources saisonnières, comme les arthropodes, dans les zones tempérées et arctiques. Pour survivre, ces oiseaux ont besoin que leurs habitats d'été et d'hiver demeurent tous deux viables; l'altération ou l'élimination de l'un des deux pourrait entraîner un déclin des populations. Parmi les espèces migratrices qui fréquentent le Complexe d'Aires Protégées de Gamba, il y a des migrateurs locaux, comme les éléphants, qui se déplacent dans la forêt pour consommer des fruits ou brouter la végétation ligneuse, ou les poissons marins qui remontent les cours d'eau loin dans la forêt. Il y a aussi des migrateurs mondiaux, comme les tortues de mer, qui voyagent des milliers de kilomètres pour pondre des œufs sur les plages, les roquals à bosse et des poissons qui remontent et descendent la côte, les sternes arctiques, qui volent entre l'Antarctique et l'Arctique et qui s'arrêtent pour s'alimenter le long de la côte du Gabon, ainsi que de nombreux oiseaux forestiers qui se déplacent entre l'Eurasie et l'Afrique.

Au cours des 40 dernières années, le développement industriel de l'aire protégée, particulièrement l'exploration pétrolière, a entraîné pour le pays une stabilité et des gains économiques majeurs et a produit une immigration et un développement locaux importants, avec une série d'impacts environnementaux primaires et secondaires sur l'aire protégée (Lee *et al.* ce volume). Pour suivre certains des impacts écologiques les plus importants dans les zones industrielles, on propose ici d'étudier dans l'avenir une série de huit indicateurs. Ces indicateurs ont été choisis grâce à quatre années d'observations sur le terrain réalisées par les scientifiques du projet, ainsi que par un processus étendu de consultation des intervenants nationaux et internationaux visant à obtenir le soutien et la collaboration de nombreux partenaires, notamment le gouvernement. Les impacts à surveiller correspondent à un éventail

d'impacts primaires et secondaires touchant les écosystèmes terrestres et aquatiques et se situant à la fois à l'échelle des espèces (plus précisément des espèces en péril et protégées par la loi) et du paysage (pour assurer la protection d'ensemble des aires protégées, incluant les parcs nationaux adjacents).

Mesurer ces indicateurs procurera un avantage direct en fournissant de l'information utile pour la gestion des aires protégées et des impacts de l'exploitation pétrolière, pour l'avancement de la science et des modèles de conservation ainsi que pour la formation au Gabon. L'instauration du suivi et de l'atténuation à long terme des impacts connus sur l'environnement contribuera à l'amélioration de la gestion et de la protection de la biodiversité.

2 Menaces pesant sur les sites importants pour la biodiversité dans le corridor industriel

La demande humaine de ressources naturelles menace la biodiversité du Complexe de Gamba. Les principales menaces repérées comprennent l'exploration et l'exploitation pétrolières, l'exploitation forestière et la pression de chasse associée, la chasse illégale (chasse commerciale d'espèces protégées ou dans des zones réglementées), l'exploitation pétrolière avec des normes minimales, une lutte antipollution insuffisante sur terre et en mer, le manque de planification quant à l'utilisation durable des terres, le manque de stratégies de développement durable visant à offrir sur le plan économique des solutions de rechange à l'extraction des ressources naturelles, le chalutage hauturier illégal dans les eaux gabonaises et la pêche littorale au moyen de techniques illégales ou au mépris des quotas (WWF 2003). Avec l'aide d'organisations non gouvernementales et d'entreprises privées, le gouvernement fait face à ces menaces par diverses mesures incluant la production d'information biologique, l'éducation, l'écotourisme et l'application de la loi.

Des impacts de différentes intensités dans le corridor industriel peuvent présenter une menace sérieuse pour les espèces. Parmi ces impacts, il y a la fragmentation des forêts, les menaces à la connectivité écologique, les changements non contrôlés dans l'utilisation des terres, une gestion inadéquate de l'écoulement des eaux, la chasse illégale, des normes floues concernant la fermeture d'installations industrielles, l'introduction d'espèces envahissantes non

indigènes, l'accroissement de l'abattage des arbres, les impacts des routes sur la biodiversité, le torchage du gaz naturel, la pollution de l'eau et du sol et les pouvoirs limités des administrations responsables de la gestion des terres.

2.1 Impacts primaires et secondaires du pétrole

Les menaces industrielles à la biodiversité sont à la fois primaires et secondaires. L'Initiative Énergie et Biodiversité (Energy and Biodiversity Initiative, EBI) définit les menaces primaires comme celles qui résultent spécifiquement des activités des projets, sont normalement limitées à la zone et à la durée des projets, et qui peuvent souvent être jugulées par des pratiques d'exploitation bien conçues (EBI 2003). Les menaces secondaires sont celles qui ne résultent pas directement des activités des projets mais plutôt de décisions et d'activités d'autres personnes suscitées par la présence des projets (EBI 2003). Les impacts primaires et secondaires les plus courants qui nuisent à la biodiversité peuvent être la conversion, la dégradation et la fragmentation des habitats, la perturbation des espèces de la faune et de la flore et la disparition d'espèces, la pollution de l'air, du sol et de l'eau, la déforestation, l'érosion du sol et la sédimentation dans les cours d'eau, le compactage du sol, la contamination causée par l'élimination incorrecte des déchets ou les déversements d'hydrocarbures ainsi que la perte de productivité des écosystèmes et la dégradation de leur fonctionnement (EBI 2003).

L'Initiative Énergie et Biodiversité est un consortium composé de neuf membres – BP, ChevronTexaco, Conservation International, Fauna and Flora International, l'Union mondiale pour la conservation de la nature, The Nature Conservancy, Shell–l'Institution Smithsonian et Statoil, qui se sont unis pour élaborer et promouvoir des pratiques visant à intégrer la conservation de la biodiversité à l'exploitation pétrolière et gazière (EBI 2003). Dans la publication de l'EBI intitulée *Integrating Biodiversity Conservation into Oil and Gas Development*, Shell Gabon est citée en exemple dans le chapitre concernant l'atténuation des impacts (EBI 2003; 35-36):

« Au Gabon, par exemple, les opérations de Shell ont été le catalyseur de la création et du développement de Gamba, ville qui compte

actuellement de 6000 à 7000 habitants, dont une grande partie travaille directement ou indirectement pour Shell. La présence de ces travailleurs, dont plusieurs sont actuellement de la deuxième génération, a eu un impact sur la biodiversité environnante par des activités agricoles limitées et la chasse (cette dernière étant permise par la loi locale pour autant qu'elle serve à la consommation locale et non au commerce). Shell n'a aucun contrôle direct sur Gamba, car il s'agit d'une ville possédant sa propre gouvernance, mais dans les endroits gérés par Shell, comme le terminal pétrolier de Gamba ou le champ pétrolifère sur le terrain de Rabi, la société a mis en place des mesures de contrôle très strictes, dont la limitation du développement, l'interdiction de la chasse, la réduction des vitesses et des heures pour la circulation automobile et la gestion des émissions pour réduire le plus possible les impacts sur la biodiversité. »

2.2 Sites où la biodiversité est en péril dans le Complexe de Gamba

Les sites où la biodiversité est en péril dans le Complexe de Gamba ont été classés et cotés par couleur comme étant exposés à une menace grave (rouge), forte (orange) ou élevée (jaune) pour ce qui est des impacts de l'industrie pétrolière; on a attribué la couleur brune aux sites touchés par d'autres activités (figure 3a, page xxx). Il faut s'attaquer immédiatement aux menaces graves par des plans de gestion et d'atténuation et exercer une surveillance. Les zones gravement menacées sont celles de Toucan et de Gamba, qui sont menacées par une hausse de l'abattage des arbres, de la chasse, de l'altération des habitats en vue de l'agriculture, de l'exploration pétrolière et de l'établissement d'êtres humains. Les zones fortement menacées sont la bordure septentrionale du Complexe, Koumaga, Rabi, les plaines de Vera, la rivière Nyanga, la rivière Bongo, les embouchures de principales lagunes et de cours d'eau ainsi que la partie est du parc national de Moukalaba-Doudou. Dans ces zones, les menaces sont la pêche et la chasse illégales, la culture sur brûlis non contrôlée, la construction de routes, les espèces envahissantes non indigènes, les ruptures de connectivité, le chalutage illégal et le tourisme potentiellement destructeur (p. ex. « la grande chasse »). Ces menaces augmentent et deviendront probablement graves si on ne prend pas les mesures d'atténuation appropriées. Une

grande partie du reste du corridor industriel est exposée à une menace élevée parce que toutes les concessions ne sont pas gérées de façon respectueuse de l'environnement et qu'actuellement, les plans « d'abandon » des sociétés pétrolières ne sont ni transparents ni approuvés.

Les décisions concernant d'autres explorations pétrolières, le développement, la fermeture, et l'accès par la route Rabi-Koumaga influenceront sur le degré de menace qui pèsera sur le corridor industriel. La route est actuellement gérée autour de la concession de Rabi au moyen de points de contrôle qui en restreignent l'accès sur toute sa longueur. L'accroissement de l'accès augmenterait probablement le degré de menace jusqu'à la cote grave pour l'ensemble du corridor industriel (figure 3b, page xxx) et augmenterait aussi la menace pour les parcs nationaux adjacents, car la connectivité des habitats naturels serait ainsi gravement compromise.

3 Importance du suivi

Comment les impacts de l'exploitation pétrolière peuvent-ils être conciliés avec les aires vulnérables quant à la biodiversité, avec les espèces en péril et avec la connectivité du paysage? Comment l'exploitation pétrolière dans une aire protégée peut-elle respecter des normes de conservation? Les organismes responsables de l'énergie et de la gestion des terres doivent comprendre les tendances des ressources dans leurs domaines pour contribuer à réduire le risque lié à l'incertitude et réduire le coût des opérations et de la remise en état. Ces gestionnaires réclament de plus en plus un suivi écologique qui permet d'évaluer l'état de l'environnement, de réaliser des progrès quant aux objectifs de gestion, de réduire les menaces des opérations pétrolières pesant sur les zones biologiquement riches et de fournir des systèmes d'alerte précoce en vue d'une gestion adaptative. Le suivi écologique permet de normaliser l'évaluation de l'état de l'environnement dans le temps. Tout comme un médecin surveille le rythme cardiaque et la pression sanguine à titre d'indicateurs de la santé, on peut se servir de divers signes vitaux naturels pour évaluer l'intégrité d'un écosystème. Le suivi de signes vitaux écologiques permet de repérer précocement les situations nécessitant une intervention et aide à formuler les questions de recherche pour la détermination des relations de cause à effet (voir <http://www.nature.nps.gov>).

Les « signes vitaux » sont une série de mesures de l'environnement relatives à la biodiversité (p. ex.

richesse en espèces), aux processus écologiques (p. ex. dispersion des graines), aux bouleversements du paysage (p. ex. fragmentation de la forêt), aux changements physico-chimiques (p. ex. pollution des milieux humides) ou autres, qui sont prises au cours du temps pour obtenir une image de l'intégrité de l'écosystème. La surveillance constante des signes vitaux peut indiquer si la gestion va dans le bon sens ou non et montrer comment atteindre plus efficacement les objectifs de gestion.

4 Indicateurs écologiques de la biodiversité recommandés

Le programme de biodiversité du Gabon a produit des données scientifiques qui, combinées aux résultats d'un processus étendu de consultation des intervenants, ont permis d'établir et de recommander les indicateurs d'impacts suivants, que la société Shell Gabon devrait utiliser dans sa gestion de la biodiversité et, à titre de fondement logique, dans l'élaboration de son cadre pour le plan d'action concernant la biodiversité. On a choisi huit indicateurs des impacts sur la biodiversité en fonction des priorités biologiques et des impacts de l'activité industrielle, de façon à ce que puisse être assuré le maintien de l'intégrité écologique et de la biodiversité du corridor industriel. Des recherches complémentaires devraient être menées au besoin dans les aires protégées adjacentes.

Les huit indicateurs des impacts sur la biodiversité visant à mesurer et à suivre les impacts de l'activité industrielle sont les suivants:

1. Impact de la dégradation des habitats sur les espèces en péril.
2. Espèces envahissantes non indigènes menaçant les espèces indigènes et leurs habitats dans les zones industrielles.
3. Chasse pour la viande de brousse.
4. Connectivité écologique des aires protégées.
5. Fragmentation de la forêt par l'activité industrielle.
6. Pollution côtière par les hydrocarbures.
7. Altération des écosystèmes aquatiques par l'activité industrielle.
8. Impact sur la faune de la pollution par les hydrocarbures.

Ces indicateurs, fondés sur des années de recherches et d'observations sur le terrain dans les champs pétrolifères et les alentours ainsi que sur la théorie écologique, ont été choisis de façon à ce qu'ils couvrent les questions prioritaires sous l'angle des impacts, de la biodiversité et des aspects légaux, qu'ils soient représentatifs d'un vaste ensemble écologique, qu'ils aient des éléments structurels communs dominants et/ou qu'ils aient trait aux espèces en péril. Cette série d'indicateurs vise à assurer une couverture écologique et thématique étendue – écosystèmes terrestres et aquatiques, protection légale, impacts divers – permettant d'éclairer d'importantes décisions de gestion à plusieurs niveaux. Les consultations auprès d'intervenants nationaux et internationaux, de scientifiques et de représentants du secteur industriel ont également eu de l'importance dans le processus de sélection, avec des contributions du Centre national de la recherche scientifique et technologique (CENAREST) du Gabon, de la Direction de la Faune et de la Chasse (DFC) du Gabon, de l'Union européenne, de la Wildlife Conservation Society (WCS), du Fonds mondial pour la nature (WWF), de l'Union mondiale pour la nature (UICN), de Gabon Vert et d'autres.

4.1 Impact de la dégradation des habitats sur les espèces en péril

Comment peut-on limiter le plus possible l'impact primaire de la dégradation des habitats sur les espèces menacées, en voie de disparition, rares ou localement préoccupantes? La dégradation des habitats est directement liée au déboisement (Dale *et al.* 1994). En 2002, la superficie défrichée dans le champ de Rabi à l'exclusion des routes totalisait environ 4,7 km², et celle liée aux routes dans le Complexe de Gamba, environ 260 km². De nombreuses espèces de Rabi présentaient une répartition très locale, tombant parfois dans la zone d'un projet de développement. Par exemple, en ce qui concerne les amphibiens, Rabi est le second site connu le plus riche au Gabon, avec plusieurs espèces documentées seulement à cet endroit. Des espèces de poissons et d'arbres jusqu'alors inconnues de la Science ont aussi été trouvées dans certaines localités de Rabi et de Toucan et n'existeraient nulle part ailleurs. Bien que ces informations aient été signalées à l'avance, une mauvaise gestion de l'environnement a perturbé considérablement ces zones précieuses. À ce jour, aucune

mesure de la réponse biologique n'a été prise. Les espèces en péril – souvent protégées légalement – sont des indicateurs pratiques pour gérer les effets de la dégradation des habitats.

4.2 Espèces envahissantes non indigènes menaçant les espèces indigènes et leur habitat dans les zones industrielles

Les espèces envahissantes non indigènes sont considérées comme l'une des plus grandes menaces pour la biodiversité. À l'échelle mondiale, l'UICN estime à 400 milliards de dollars par an le coût des dommages causés par les espèces envahissantes ; selon cet organisme, les espèces exotiques envahissantes ont des effets gravissimes, insidieux et généralement irréversibles et, à l'échelle mondiale, elles sont peut être encore plus dommageables pour les espèces indigènes et les écosystèmes que la destruction et la dégradation des habitats. Le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) considère que les espèces envahissantes sont l'une des plus grandes menaces pour la faune africaine. L'Initiative Énergie et Biodiversité reconnaît l'introduction d'espèces non indigènes comme une menace majeure que fait peser l'industrie sur l'environnement.

Des écosystèmes intacts et d'une vaste superficie ont une meilleure chance de résister à l'incursion d'espèces envahissantes. Comme l'une des caractéristiques de ces espèces est leur capacité de s'adapter dans des milieux perturbés, même des perturbations minimales peuvent créer une occasion d'envahissement. Une fois établies, ces espèces se répandent rapidement le long des voies altérées. Les routes et rivières permettent aux espèces envahissantes de pénétrer profondément dans la forêt; des zones fortement perturbées comme Koumaga et Rabi offrent d'excellents sites de colonisation pour les espèces envahissantes ainsi que de futurs foyers d'envahissement.

La fourmi électrique (*Wasmannia auropunctata*) est un insecte néotropical envahissant agressif qui prospère dans les forêts perturbées et se répand rapidement dans le monde entier. Cette fourmi élimine habituellement les espèces de fourmis et d'autres arthropodes indigènes et affecte ainsi les niveaux plus élevés des chaînes alimentaires; elle s'attaque aussi aux yeux des grands mammifères et des tortues de mer, causant la cécité et éventuellement la mort. Les scientifiques

spécialisés en conservation du Gabon considèrent comme une grande menace à la biodiversité du pays cette fourmi qui a envahi le Complexe de Gamba et qu'on trouve aussi dans la ville de Gamba, au terminal de Gamba, à Mayonami, à Koumaga, dans le sud de Rabi, au lac Divangui et à la rivière Bongo – soit à plusieurs sites importants pour la biodiversité (voir la figure 4, page xxx). Dans le parc national de Lopé, les autorités envisagent des mesures draconiennes comme la fumigation des zones naturelles infestées pour essayer de régler le problème, mais il faut faire d'autres recherches sur la façon de gérer le risque présenté par cet envahisseur.

Les reptiles de savane peuvent servir à surveiller les impacts de l'industrie pétrolière sur les zones forestières. Certains reptiles sont propres à la savane et ne se retrouvent pas dans les zones forestières à moins d'être importés dans des sites où le couvert forestier est suffisamment dégarni pour permettre leur survie. En 2003, les scientifiques de l'Institution Smithsonian ont observé, le long des routes de Rabi Toucan, des reptiles de savane probablement introduits avec de l'équipement et capables de survivre dans les microhabitats relativement ouverts des routes. Dans des observations effectuées ailleurs, on a vu en l'agame commun (*Agama agama*) un bioindicateur de la fragmentation de la forêt et noté que dans les endroits colonisés par ces reptiles envahissants, les lézards indigènes peuvent ne pas survivre à la concurrence (Pauwels et Vandeweghe 2005). Le suivi des envahissements de reptiles de savane à Rabi-Toucan aidera à connaître les profils de répartition et les taux d'étalement imputables à l'industrie et servira à mesurer la fragmentation de la forêt, ce qui pourra contribuer à atténuer l'impact local des envahissements biologiques causés par le transport industriel mondial. L'envahissement possible par le typhlops bramin (*Ramphotyphlops braminus*), serpent exotique introduit accidentellement par le transport de terre et de plantes et déjà bien implanté à Libreville (Pauwels *et al.* 2004), doit aussi être étudié et éventuellement jugulé.

4.3 Chasse pour la viande de brousse

Un des impacts secondaires les plus importants des activités de Shell Gabon est l'accroissement de la population humaine dans la région et, partant, de la demande en gibier. Si la chasse est une tradition

locale, les lois et les politiques des sociétés visent à empêcher que cette activité n'appauvrisse les ressources. Une étude de la pression sur le gibier menée dans la région peu avant 2000 conclut que c'est à Gamba que la consommation de gibier est la plus importante au Gabon (Thibault et Blaney 2003); d'après une autre étude menée au Gabon, la consommation de gibier augmente avec le revenu (Wilkie *et al.* 2005), ce qui signifie que le niveau économique relativement élevé à Gamba peut expliquer le fait qu'il s'y consomme plus de gibier qu'ailleurs au Gabon.

Les politiques en place interdisent la chasse sur les concessions de Shell Gabon, mais elle se pratique régulièrement dans les concessions de Gamba-Ivinga. L'Institution Smithsonian et Shell Gabon travaillent actuellement de concert avec la Direction de la Faune et de la Chasse du Gabon à enlever les pièges et à mettre en application la politique anti-chasse de Shell. En mai 2005, au cours des trois premières journées d'inspection, les agents ont trouvé 149 pièges, 18 cartouches de fusil de chasse, deux animaux pris au piège, quatre campements et trois braconniers. À Rabi, les indices de la chasse sont nettement moins fréquents qu'à Gamba, en partie parce qu'on y applique la politique de la société. Dans une étude récente menée à l'intérieur et à l'extérieur de la concession de Rabi, l'Institution Smithsonian a constaté un effectif nettement moindre des mammifères de taille moyenne à l'extérieur de la zone réglementée comparativement à l'intérieur de celle-ci, ce qui laisse supposer que l'absence de mesures de contrôle a un effet négatif (Laurance *et al.* sous presse a, b; Croes *et al.* soumis).

Les patrouilles assurant une surveillance directe des activités de chasse constituent une mesure nécessaire de lutte contre le commerce du gibier, qu'il y a cependant lieu de compléter par des relevés de la faune afin d'établir les tendances des populations animales. Les études sur la répartition et l'abondance des ressources alimentaires nécessaires à ces animaux aideront à décrire l'influence de la distribution spatiale de ces ressources sur les déplacements des animaux au fil du temps. La protection des zones clés contenant des arbres qui constituent une ressource alimentaire d'importance dans le corridor industriel aidera à assurer aux populations de grands vertébrés les ressources dont elles ont besoin pour survivre.

4.4 Connectivité écologique des aires protégées

L'Institution Smithsonian a entrepris d'établir la valeur du corridor industriel en tant que voie de passage pour les déplacements de populations, en prenant l'éléphant comme espèce centrale. Le choix de l'éléphant se justifie par ses longs déplacements et par le fait que le Complexe d'Aires Protégées de Gamba abrite, selon les estimations, de 15 à 20 % de tous les éléphants de forêt d'Afrique.

En combinant des méthodologies employées dans le corridor industriel en 2004, on a étudié la configuration de la connectivité pour les éléphants sur tout le territoire. Les données, présentement en cours d'analyse, indiquent que les éléphants parcourent le territoire, qu'ils exploitent des ressources saisonnières localisées et qu'ils semblent éviter les centres d'activité humaine et les infrastructures. Du début au milieu de la saison sèche, on a observé des éléphants en nombre relativement important dans les marais de papyrus le long du cours inférieur des rivières Echira et Ngové (à la limite entre le parc national de Loango et le corridor industriel), les prairies saisonnièrement inondées qui bordent le lac Kivoro (près de la limite entre le corridor industriel et le parc national de Moukalaba-Doudou) et les marais du cours inférieur de la rivière Nyanga (à la limite du parc national de Moukalaba-Doudou; figure 5, page xxx), où ils exploitaient la végétation herbacée basse et la végétation ligneuse riche en substances nutritives le long des principaux cours d'eau. Vers la fin de la saison sèche, la densité des éléphants est devenue particulièrement élevée dans les bosquets de *Sacoglottis gabonensis* en fruits, l'une des rares espèces d'arbres fruitiers que préfère l'éléphant à cette période de l'année (R. Buij obs. pers.). Un bosquet presque homogène de *S. gabonensis* situé au sud-ouest du champ pétrolifère Aтора avait particulièrement la faveur des éléphants. Lorsque débute la saison des pluies, les éléphants ont tendance à se disperser davantage, à la recherche de divers arbres fruitiers, surtout *Irvingia gabonensis*, mais aussi *Strychnos aculeata*, *Pentadesma butyracea*, *Panda oleosa*, *Poga oleosa*, *Diogoia zenkeri*, *Nauclea diderrichii*, *Tieghemella africana* et *Klainedoxa gabonensis*. Plus tard au cours de la saison des pluies, ils se sont rendus à des endroits tels que Rabi et la portion centrale du corridor industriel pour exploiter

Pachypodanthium confine et *Hexalobus crispiflorus*, qui portent alors leurs fruits (voir la figure 5, page xxx). À la fin des pluies, les éléphants se sont rassemblés de nouveau le long des principaux cours d'eau, bouclant ainsi la boucle. Au cours de ce cycle annuel, les éléphants parcourent de longues distances et propagent des graines d'importants arbres fruitiers dans leurs excréments. L'interruption de ce cycle briserait la connectivité écologique et ses processus écologiques, dont le remplacement des arbres fruitiers essentiels. Le cas de *Sacoglottis gabonensis* est particulièrement évident : au cours de la saison sèche 2004, presque toutes les bouses d'éléphant examinées dans le corridor industriel contenaient des graines de *S. gabonensis* (de 1 à >100 par bouse), et la plupart des bouses contenant des graines se trouvaient à des endroits éloignés des *S. gabonensis* en fruits (R. Buij obs. pers.).

Ces renseignements de base préliminaires ont servi à établir la tendance des déplacements de ces grands mammifères et nous ont aidés à reconnaître les zones particulièrement sensibles du corridor industriel et des parcs nationaux adjacents. Nous recommandons l'emploi des mêmes méthodologies pour surveiller les tendances à long terme observables chez l'éléphant afin de mieux comprendre les profils de connectivité, les déplacements saisonniers et les tendances attribuables à des causes humaines ou naturelles. Le suivi des éléphants renseignera aussi sur la chasse pour la viande de brousse et la situation générale de la forêt.

4.5 Fragmentation de la forêt par l'activité industrielle

Il y a morcellement forestier lorsqu'une vaste étendue de forêt se trouve divisée par des routes et autres aménagements. Le morcellement forestier est corrélé à la perte de connectivité dans le paysage, à la perte de connectivité écologique, à la perte d'habitats, à la perte d'espèces et à des altérations structurelles et fonctionnelles des écosystèmes qui se répercutent au-delà des zones directement perturbées. Le niveau de morcellement influe sur la dynamique et la biodiversité du paysage. Le projet de l'Institution Smithsonian sur la dynamique biologique des fragments forestiers mené en Amazonie est la plus vaste et la plus ancienne recherche en cours sur le morcellement forestier au monde. Ses résultats démontrent que le morcellement de la forêt pluviale entraîne d'énormes changements

structurels et une forte incidence de dépérissement terminal à la lisière des forêts (Laurance 2000). D'autres études révèlent aussi que le morcellement du couvert forestier d'une forêt pluviale – par la construction de routes, de pipelines, d'installations – a d'importantes répercussions sur les populations de primates arboricoles et d'oiseaux du sous étage qui ont besoin du couvert forestier.

La fragmentation de la forêt est un des impacts primaires des activités de Shell Gabon sur l'intégrité du paysage du corridor industriel (voir la figure 6a, page xxxi). Dans bien des cas, Shell a contribué au rétablissement de sites déboisés par l'ensemencement, mais personne ne s'est intéressé à la régénération du couvert forestier. La route Rabi Koumaga et le réseau routier qui dessert Rabi et Toucan ont fortement morcelé la forêt (voir la figure 6b, page xxxi). Certaines percées technologiques en imagerie satellitaire permettent de surveiller à distance et à intervalles réguliers le morcellement forestier à une échelle grossière. La confirmation des tendances sur le terrain, à petite échelle, aide à vérifier les données prélevées à distance; on peut ensuite analyser les données avec un logiciel d'évaluation des cartes de morcellement en vue d'établir des scénarios pour l'avenir.

4.6 Pollution côtière par les hydrocarbures

Périodiquement, la mer dépose du pétrole brut sur les plages du Gabon (voir la figure 7, page xxxi). Ces incidents sont signalés sporadiquement et donnent rarement lieu à une enquête, mais la nécessité d'établir un plan de réponse à un événement catastrophique éventuel demeure criante. Les propriétés toxiques de la pollution pétrochimique sont bien documentées; elles comprennent l'empoisonnement ou la mort des organismes, soit directement, par le contact, l'ingestion ou la respiration, soit indirectement, par l'accumulation dans les chaînes alimentaires. Les hydrocarbures présents dans l'environnement côtier menacent en mer des formes de vie très variées, depuis les microorganismes et les invertébrés (plancton, mollusques, crustacés, etc.) jusqu'aux poissons, tortues marines et mammifères marins. Sur terre, les petits mammifères terrestres (mangoustes, genettes et charognards des plages) comme les grands animaux dont la conservation est une préoccupation à l'échelle mondiale, tels les éléphants, les buffles, les crocodiles et les poissons

de pêche sportive, de même que les populations humaines qui se rassemblent le long des plages, pourraient être touchés.

Le golfe de Guinée abrite des baleines qui migrent de l'Antarctique pour se reproduire dans des eaux tropicales, ainsi que certaines des plus importantes populations d'espèces protégées de tortues de mer et de poissons au monde. En outre, quatre des treize parcs nationaux du Gabon ont une interface avec la mer. Les dépôts d'hydrocarbures sur la côte gabonaise menacent particulièrement des espèces vedettes et des zones protégées réputées; il faudrait les contrer au moyen d'un programme de surveillance de la pollution par les hydrocarbures qui pourrait comprendre une surveillance sur le terrain, le prélèvement d'échantillons et leur analyse en laboratoire, l'établissement d'une collection de référence des échantillons par site, la diffusion de l'information, une coordination avec les organismes de réglementation du gouvernement et la mise sur pied d'un programme de sensibilisation des exploitants afin de planifier une intervention rapide et adéquate en cas de déversement. Une approche coordonnée peut aider à atténuer les risques pour les populations humaines et animales, réduire les coûts de nettoyage et les dommages à la réputation par la mise en place d'une stratégie et encourager une gestion plus préventive.

4.7 Altération des écosystèmes aquatiques par l'activité industrielle

L'altération de l'écoulement fluvial et la dégradation des milieux humides sont des impacts primaires de l'activité pétrolière qui affectent la qualité de l'eau et l'intégrité des écosystèmes aquatiques. À Rabi et Toucan en particulier, à cause de la piètre gestion technique des débits d'eau, le drainage s'est bloqué et des marécages artificiels se sont formés dans la forêt. Certains secteurs dont la topographie a été modifiée sont maintenant sujets à l'érosion et à l'envasement, ce qui risque d'avoir de graves conséquences sur des écosystèmes d'eau douce entiers en aval. Ces formes naturelles de pollution sont exacerbées par la pollution chimique occasionnée par les déversements ou par le manque de précaution dans le positionnement des équipements.

Personne n'a mesuré la réponse biologique à ces activités au Gabon. Pour obtenir des indices biologiques permettant de mesurer la qualité de l'eau, il faut prélever des arthropodes aquatiques et les

analyser dans un laboratoire de biodiversité afin d'établir la composition en espèces et de mesurer ainsi l'intégrité écologique du milieu. Heureusement, on dispose ailleurs d'indicateurs biotiques et de méthodes de prélèvement et d'analyse de la qualité de l'eau très perfectionnées qui pourraient servir de base pour les essais et le développement de mesures de la qualité de l'eau au Gabon.

4.8 Impacts sur la faune de la pollution par les hydrocarbures

La présence de polluants dans l'environnement a été mise en lien avec divers problèmes de toxicité chronique et aiguë chez les espèces fauniques. Les travaux classiques sur les effets du DDT sur les rapaces aux États-Unis, par exemple, ont prouvé que le rejet de toxines dans l'environnement peut causer la disparition presque totale d'espèces (Carson 1962). L'exposition des espèces fauniques et des humains au pétrole brut et aux produits pétroliers est un des problèmes qui préoccupent le plus l'opinion publique. L'exposition au pétrole brut et au mazout se fait par différentes voies et affecte beaucoup des espèces à l'échelle mondiale. On estime que chaque année, de 3 à 10 millions de tonnes métriques de pétrole brut et de produits pétroliers sont rejetées dans l'environnement. Bien que les déversements de pétrole ne constituent que 15 % de l'exposition de la faune au pétrole, ce sont ces déversements qui nous ont permis d'étudier les effets toxiques de l'exposition. Les voies d'exposition les plus courantes pour les animaux et les humains ont pour origine la production, le raffinage et les pipelines, le transport et l'élimination négligente d'huiles usées et de produits pétroliers.

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et les hydrocarbures volatils (le benzène, l'hexane et le toluène) sont responsables d'une bonne part des pathologies découlant de l'exposition aux produits pétroliers. Les pathologies attribuables à ces composés comprennent tant des problèmes aigus de santé (p. ex. en cas de déversement d'hydrocarbures) qui s'accompagnent d'une forte mortalité, que des effets chroniques insidieux sur la santé (p. ex. une baisse de l'efficacité de reproduction, une modification du comportement), qui menacent de façon importante la survie des espèces fauniques touchées. Des travaux écotoxicologiques pourraient se pencher sur les espèces en péril et sur celles qui risquent le plus d'être exposées aux produits pétroliers et d'en

subir les effets, notamment les tortues de mer, les poissons, les amphibiens et les mammifères marins.

Au Gabon, il n'y a guère eu de travaux visant à déterminer l'exposition des espèces fauniques et des humains aux produits pétroliers et à leurs résidus. En particulier, rien n'a été fait pour déterminer la teneur en HAP des espèces qui servent couramment d'aliments à la population locale (p. ex. les tortues de mer, les poissons). On ignore donc quel est le niveau d'exposition de la population humaine attribuable aux produits alimentaires locaux. Les aliments vendus à Gamba pourraient faire l'objet d'un dépistage des HAP en guise de mesure indirecte du niveau d'exposition auquel est exposée la population humaine locale.

5 Héritage en matière de conservation et de développement

Nous avons atteint un seuil critique où il faut agir pour laisser un héritage qui garantisse la viabilité à long terme du Complexe d'Aires Protégées de Gamba. Il faut que cet héritage soit un véritable modèle de conservation et de développement pour la population et le gouvernement du Gabon, l'industrie pétrolière et la communauté scientifique. Beaucoup d'éléments essentiels sont déjà en place : les partenariats, une solide base de référence sur la biodiversité, les indicateurs qui permettent de surveiller les signes vitaux de l'environnement, l'engagement des entreprises, ainsi qu'un vif intérêt de la part du gouvernement et un solide engagement des intervenants. La création des parcs nationaux de Loango et de Moukalaba-Doudou a marqué une étape importante dans la protection globale d'une partie du paysage du Complexe de Gamba. De même, tous les partenaires doivent se pencher sur la gestion actuelle et à long terme du corridor industriel et sur le rôle que l'industrie pétrolière d'aujourd'hui joue – et que celle de demain pourrait jouer – dans la structure et les ressources de conservation et de développement durable du paysage du Complexe de Gamba.

On a suggéré plusieurs scénarios possibles comme stratégies de conservation propres à marier les activités du secteur de l'énergie et la conservation et la protection du Complexe de Gamba. Ces scénarios pourraient comprendre la candidature éventuelle du Complexe au titre de site du patrimoine mondial, de réserve de la biosphère de l'UNESCO, ou de lieu pour des refuges ou « sanctuaires » de biodiversité assurant une connectivité écologique entre les parcs nationaux (voir les figures 8, 9, et 10, page xxxi). Tous ces scénarios, seuls

ou en combinaison, pourraient sûrement assurer la reconnaissance juridique, nationale et internationale de la grande valeur que cette région du monde extrêmement diversifiée représente pour la société.

Références

- Angehr, G., B. Schmidt, F. Njie, P. Christy, C. Gebhard, L. Tchignoumba et M.A.E. Ombenotori. 2006. Bird surveys in the Gamba Complex of Protected Areas, Gabon. *In*: Alonso, A., M.E. Lee, P. Campbell, O.S.G. Pauwels et F. Dallmeier, édés., *Gamba, Gabon: Biodiversité d'une forêt équatoriale africaine*. Bulletin of the Biological Society of Washington, No. 12.
- Basset, Y., J. Mavoungou, J.B. Mikissa, O. Missa, S. Miller and A. Alonso. 2004. Discriminatory power of different arthropod data sets for the biological monitoring of anthropogenic disturbance in tropical forests. *Biodiversity and Conservation* 13: 709-732.
- Billes, A., B. Huijbregts, J. Marmet, A. Mounquengui, J.C. Mamfoumbi et C. Odzeano. 2006. Nesting of sea turtles in the Gamba Complex of Protected Areas: first monitoring of a nesting beach. *In*: Alonso, A., M.E. Lee, P. Campbell, O.S.G. Pauwels et F. Dallmeier, édés., *Gamba, Gabon: Biodiversité d'une forêt équatoriale africaine*. Bulletin of the Biological Society of Washington, No. 12.
- Boddicker, M. 2006. Large mammals encountered in the Gamba Complex of Protected Areas, Gabon. *In*: Alonso, A., M.E. Lee, P. Campbell, O.S.G. Pauwels et F. Dallmeier, édés., *Gamba, Gabon: Biodiversité d'une forêt équatoriale africaine*. Bulletin of the Biological Society of Washington, No. 12.
- Burger, M., O.S.G. Pauwels, W.R. Branch, E. Tobi, J.A. Yoga et E.N. Mikolo. 2006. An assessment of the amphibian fauna of the Gamba Complex of Protected Areas, Gabon. *In*: Alonso, A., M.E. Lee, P. Campbell, O.S.G. Pauwels et F. Dallmeier, édés., *Gamba, Gabon: Biodiversité d'une forêt équatoriale africaine*. Bulletin of the Biological Society of Washington, No. 12.
- Campbell, P., P. Rivera, D. Thomas, H.P. Bourobou-Bourobou, T. Nzabi, A. Alonso et F. Dallmeier. 2006. Floristic structure, composition and diversity of an equatorial forest in Gabon. *In*: Alonso, A., M.E. Lee, P. Campbell, O.S.G. Pauwels et F. Dallmeier, édés., *Gamba, Gabon: Biodiversité d'une forêt équatoriale africaine*. Bulletin of the Biological Society of Washington, No. 12.

- Carson, R. 1962. *Silent Spring* Houghton Mifflin, Boston.
- Croes, B.M., W.F. Laurance, L. Tchignoumba, S.A. Lahm, A. Alonso, M. Lee, P. Campbell et C. Ondzeano. Soumis. Behavioral responses of African rainforest mammals to humans inside and outside a protected area. *Biotropica*.
- Dale, V.H., S.M. Pearson, H.L. Offerman et R.V. O'Neill. 1994. Relating patterns of land-use change to faunal biodiversity in the Central Amazon. *Conservation Biology* 8(4): 1027-1036.
- EBI Energy and Biodiversity Initiative. 2003. Integrating Biodiversity Conservation into Oil and Gas Development. Conservation International, 58 p. www.TheEBI.org.
- IUCN Commission on National Parks and Protected Areas. 1994. *Guidelines for protected area management categories*. IUCN Commission on National Parks and Protected Areas with the assistance of the World Conservation Monitoring Centre, Cambridge, R.U.
- Lahm, S.A. et J.P. Tezi. 2006. Assessment of the communities of medium-sized and large arboreal and terrestrial mammals in the Rabi/Toucan region of the Ngové-Ndongo hunting domain and southwestern Loango National Park. *In*: Alonso, A., M.E. Lee, P. Campbell, O.S.G. Pauwels et F. Dallmeier, édés., *Gamba, Gabon: Biodiversité d'une forêt équatoriale africaine*. Bulletin of the Biological Society of Washington, No. 12.
- Laurance, W.F. 2000. Do edge effects occur over large spatial scales? *Trends in Ecology and Evolution* 15(4): 134-135.
- Laurance, W.F., Alonso, M. Lee et P. Campbell. Sous presse a. Challenges for forest conservation in Gabon, Central Africa. *Futures*.
- Laurance, W.F., B.M. Croes, L. Tchignoumba, S.A. Lahm, A. Alonso, M. Lee, P. Campbell et C. Ondzeano. Sous presse b. Impacts of roads and hunting on central-African rainforest mammals. *Conservation Biology*.
- Lee, M.E., A. Alonso, F. Dallmeier, P. Campbell et O.S.G. Pauwels. 2006. The Gamba Complex of Protected Areas: An Illustration of Gabon's Biodiversity. *In*: Alonso, A., M.E. Lee, P. Campbell, O.S.G. Pauwels et F. Dallmeier, édés., *Gamba, Gabon: Biodiversité d'une forêt équatoriale africaine*. Bulletin of the Biological Society of Washington, No. 12.
- Mamonekene, V., S. Lavoué, O.S.G. Pauwels, J.H. Mve Beh, J.E. Mackayah et L. Tchignoumba. 2006. Fish diversity at Rabi and Gamba, Ogooué-Maritime, Gabon. *In*: Alonso, A., M.E. Lee, P. Campbell, O.S.G. Pauwels et F. Dallmeier, édés., *Gamba, Gabon: Biodiversité d'une forêt équatoriale africaine*. Bulletin of the Biological Society of Washington, No. 12.
- Mebiamé, J.B. 2004. Second rapport national sur la diversité biologique. Observatoire national de la biodiversité, République gabonaise, 57 p. <http://www.biodiv.org/doc/world/ga/ga-nr-02-p1-fr.pdf>.
- O'Brien, C., W. McShea, S. Guimondou, P. Barrière et M.D. Carleton. 2006. Terrestrial small mammals (Soricidae and Muridae) from the Gamba Complex of Protected Areas, Gabon: species composition and comparison of sampling techniques. *In*: Alonso, A., M.E. Lee, P. Campbell, O.S.G. Pauwels et F. Dallmeier, édés., *Gamba, Gabon: Biodiversité d'une forêt équatoriale africaine*. Bulletin of the Biological Society of Washington, No. 12.
- Pauwels, O.S.G., M. Burger, W.R. Branch, E. Tobi, J.A. Yoga et E.N. Mikolo. 2006. Reptiles of the Gamba Complex of Protected Areas, southwestern Gabon. *In*: Alonso, A., M.E. Lee, P. Campbell, O.S.G. Pauwels et F. Dallmeier, édés., *Gamba, Gabon: Biodiversité d'une forêt équatoriale africaine*. Bulletin of the Biological Society of Washington, No. 12.
- Pauwels, O.S.G. et J.P. Vande weghe. 2005. Les espèces exotiques invasives. Pp. 191-193 *in*: Vande weghe, J.P. Akanda et Pongara. *Plages et mangroves*. Les Parcs nationaux du Gabon. Wildlife Conservation Society, Libreville, Gabon, 208 p.
- Pauwels, O.S.G., V. Wallach, J.P. Biteau, C. Chimsunchart, J.A. Yoga et B.C. O'Heix. 2004. First record of *Ramphotyphlops braminus* from Gabon, western-central Africa. *Hamadryad* 29(1): 138-139.
- Primus, A., J. Harvey, S. Guimondou, S. Mboumba, R. Ngangui, F. Hoffman, R. Baker et C. Porter. 2006. Karyology and chromosomal evolution of some small mammals inhabiting the rainforest of the Rabi oilfield, Gabon. *In*: Alonso, A., M.E. Lee, P. Campbell, O.S.G. Pauwels et F. Dallmeier, édés., *Gamba, Gabon: Biodiversité d'une forêt équatoriale africaine*. Bulletin of the Biological Society of Washington, No. 12.

- Rodriguez, R.M., F.G. Hoffmann, C.A. Porter et R.J. Baker. 2006. The bat community of the Rabi Oilfield, in the Gamba Complex of Protected Areas, Gabon. *In*: Alonso, A., M.E. Lee, P. Campbell, O.S.G. Pauwels et F. Dallmeier, édés., *Gamba, Gabon: Biodiversité d'une forêt équatoriale africaine*. Bulletin of the Biological Society of Washington, No. 12.
- Rosenbaum, H. et T. Collins. 2006. The ecology, population characteristics and conservation efforts for Humpback Whales (*Megaptera novaeangliae*) on their wintering grounds in the coastal waters of Gabon. *In*: Alonso, A., M.E. Lee, P. Campbell, O.S.G. Pauwels et F. Dallmeier, édés., *Gamba, Gabon: Biodiversité d'une forêt équatoriale africaine*. Bulletin of the Biological Society of Washington, No. 12.
- Stewart, T. et V. Droissart. 2006. Diversity of orchids in the Gamba Complex of Protected Areas, Gabon. *In*: Alonso, A., M.E. Lee, P. Campbell, O.S.G. Pauwels et F. Dallmeier, édés., *Gamba, Gabon: Biodiversité d'une forêt équatoriale africaine*. Bulletin of the Biological Society of Washington, No. 12.
- Thibault, M. et S. Blaney. 2003. The oil industry as an underlying factor in the bushmeat crisis in central Africa. *Conservation Biology* 17(6): 1807-1813.
- Trebaol, L. et C. Chaillol. 2002. Environmental and social impacts of oil industry activities in central Africa: a case study on the Gamba Protected Areas Complex (Gabon). World Wide Fund for Nature, Gamba, Gabon.
- Wilkie, D.S., M. Starkey, K. Abernathy, E.N. Effa, P. Telfer et R. Godoy. 2005. Role of prices and wealth in consumer demand for bushmeat in Gabon, central Africa. *Conservation Biology* 19:268-274.
- WWF. 2003. Strategy for the management of the Gamba Complex of Protected Areas, Gabon (2003-2008). Rapport non publié.