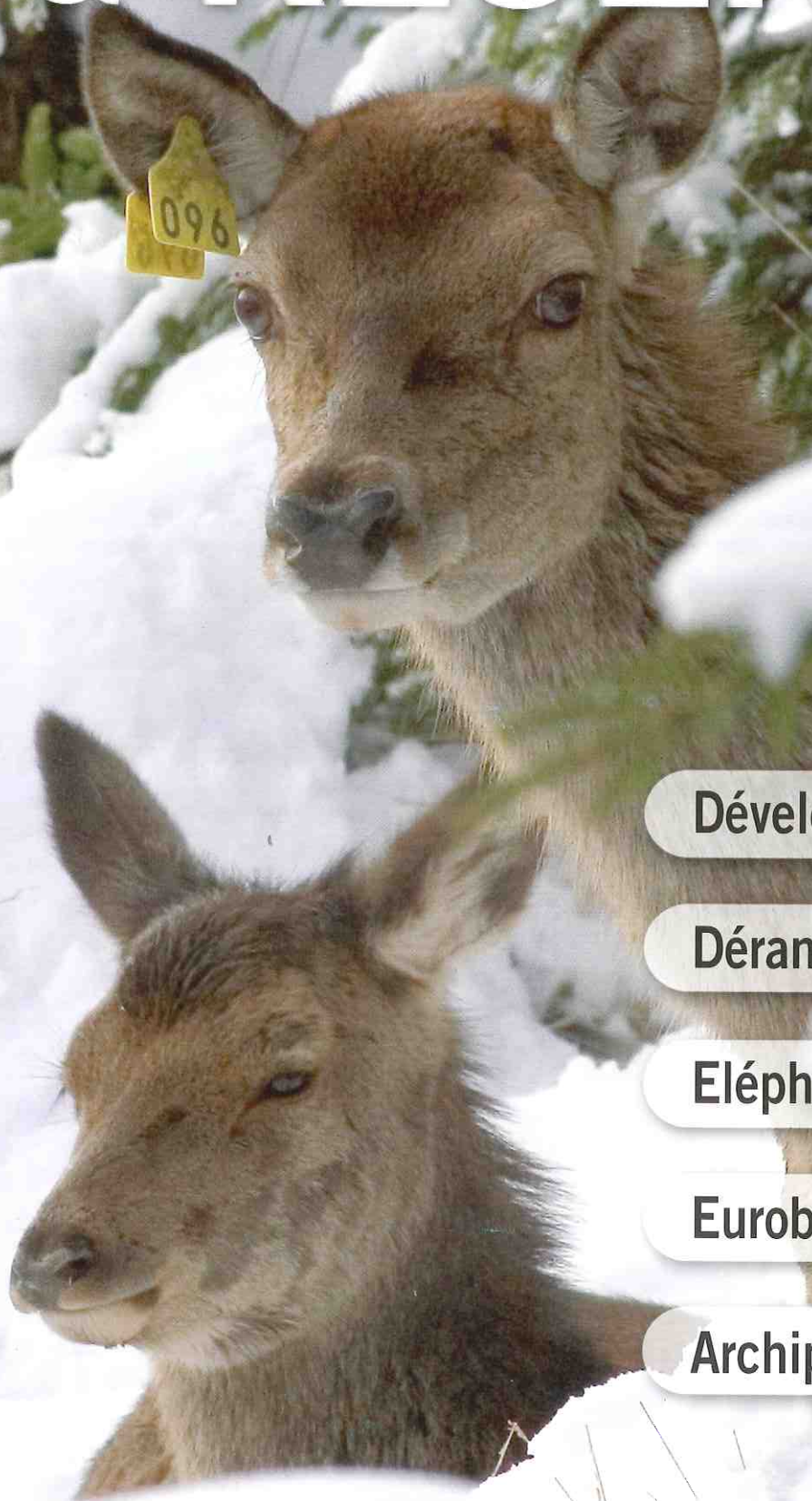


PARCS & RESERVES

Volume 60 - fascicule 3



Développement durable

Dérangement du cerf

Eléphants et gorilles

Eurobats

Archipel calaminaire

PARC & RESERVES

(anciennement *Parcs Nationaux*)

Volume 60, fascicule 3, 2005

Revue éditée par ARDENNE & GAUME a.s.b.l. avec l'aide financière du Ministre de l'Agriculture, de la Ruralité, de l'Environnement et du Tourisme, de la Région Wallonne, Benoît LUTGEN, la collaboration de milieux scientifiques et universitaires, d'associations de protection de la nature.

EDITEUR RESPONSABLE:

Willy DELVINGT

Chemin de Potisseau, 124

5100 Wépion

COMITÉ DE RÉDACTION:

Mme Marguerite Ulrix

M.M. Willy Delvingt, Jacques

Duvigneaud, Charles Verstraeten

SECRETARIAT DE LA REVUE:

Willy Delvingt

Chemin de Potisseau, 124

5100 Wépion

Les articles signés n'engagent que les auteurs. Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus. La reproduction des articles n'est autorisée qu'avec l'assentiment du Comité de Direction d'ARDENNE & GAUME.

Site internet: www.ardenneetgaume.be.tf

© ARDENNE & GAUME a.s.b.l.

Namur (Belgique)

D./20050146/3-2005
ISSN 0770-206

SOMMAIRE

Editorial 3

Chauves-souris

Sandrine Lamotte

EUROBATS ou la protection des chauves-souris
en Europe 4

Environnement

Eric Lambin

Réussir une transition vers un développement durable ... 6

Gestion de la faune

Alain LICOPPE, Julien LIEVENS et Hélène VERHEYDEN

Mesure par télémétrie de l'impact du dérangement humain
sur le cerf 10

Afrique

NGUENANG G.M, DUPAIN J. et NKONGMENECK B.A.

Perturbation de la végétation par les éléphants
et distribution spatiale des gorilles de plaine de la forêt
du Dja. (Est Cameroun) 22

Conservation de la nature

J.-F. Hermanns

L'archipel calaminaire entre Liège et Aix-la Chapelle ... 28

Rédacteur en chef:

W. DELVINGT

Mise en page:

IMPRIBEAU

Photo de couverture:

Cerfs en hiver © P.MOES

Photo dos:

Forêt tropicale humide secondaire © J.L.DOUCET

Imprimerie:

IMPRIBEAU

La revue "Parcs et Réserves" est imprimée sur du papier blanchi sans chlore

Une expérience positive

Notre projet Life-Nature «Gestion et restauration des pelouses calcaires en Lesse et Lomme», lancé le 1er octobre 2001, s'est clôturé le 30 avril 2005. Pour mémoire rappelons que ce projet concernait le Parc de Lesse et Lomme, réserve naturelle de 1264 ha gérée par Ardenne & Gaume.

Le bilan pratique est impressionnant:

➤ Plus de 46 ha de pelouses calcaires ont été restaurées par suppression totale ou partielle du couvert forestier dont près de 22 ha de pineraies fortement éclaircies et dont la strate arbustive a été supprimée;

➤ En fin de projet, près de 80 ha de pelouses ont été pâturées sur base d'un plan de pâturage établi de manière consensuelle par un comité comprenant, outre l'équipe du projet et des représentants d'Ardenne & Gaume, des responsables des cantonnements concernés et du Centre de recherche de la nature, des forêts et du bois;

➤ Pour assurer la durabilité du pâturage, une convention de cinq ans, se terminant en décembre 2008, a été accordée à Ardenne & Gaume par la Région Wallonne. Le pâturage s'effectue sur l'ensemble des réserves naturelles, y compris les réserves domaniales.

Une convention annexe a été conclue par Ardenne & Gaume avec un éleveur local qui gère notre troupeau de plus de 200 moutons au printemps 2005.

Ce projet nous a permis d'inaugurer un nouveau mode d'action d'Ardenne & Gaume. Le travail de terrain s'est fait en étroite collaboration avec les services extérieurs de la DNF. Les bailleurs de fonds (UE et RW) et les propriétaires communaux (Rochefort et Tellin) ont participé activement aux comités de gestion et de suivi du projet.

Cette étroite synergie entre gestionnaires forestiers, pouvoirs publics communaux et régionaux, Union Européenne, naturalistes locaux, scientifiques et Ardenne & Gaume s'est révélée à l'usage une expérience très positive.

Nul doute que cela aura des répercussions sur les choix stratégiques d'Ardenne & Gaume en matière de politique de conservation de la Nature.

Le Président,
W. Delvingt

EDITORIAL

EUROBATS

ou la protection des chauves-souris en Europe

Sandrine LAMOTTE / Ext.Lamotte@mrw.wallonie.be

La Convention de Bonn sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage ou CMS (1979) est entrée en vigueur en Belgique le 1er octobre 1990.



A ce jour, cinq accords et deux mémorandum ont été conclus sous l'égide de la CMS, relatifs respectivement, à la conservation des oiseaux d'eau migrateurs d'Afrique-Eurasie (AEWA, dont nous parlons ci-après), à la conservation des chauves-souris en Europe (EUROBATS), des petits cétacés de la Baltique et de la Mer du Nord (ASCOBANS), des cétacés de la Méditerranée et de la Mer noire (ACCOBAMS) et des phoques de la Mer de Wadden, tandis que les mémorandum concernent le courlis à bec grêle et la grue de Sibérie.

En particulier, **l'Accord relatif à la protection des chauves-souris en Europe** (décembre 1991) - (appelé Accord de Londres ou Bats Agreement) a pour but de protéger les 37 espèces de chauves-souris identifiées en Europe, au moyen de mesures législatives, éducatives et de conservation, ainsi qu'une coopération internationale entre les pays signataires et les autres gouvernements européens.

Les obligations stipulées pour les états signataires sont:

- d'interdire la destruction, la détention et la capture des chauves-souris;
- d'inventorier et de protéger les sites les plus importants pour la conservation des chauves-souris, particulièrement les zones de chasse;
- de mandater un organisme pour les campagnes d'information et de sensibilisation;



Petits rhinolophes.

- de mettre en œuvre toutes les mesures pour la sauvegarde des espèces les plus menacées;
- de soutenir les programmes de recherche portant sur la conservation des espèces menacées;
- de s'efforcer de remplacer les pesti-

cides et les produits chimiques de traitement du bois hautement toxiques par des substituts moins dangereux.

L'Accord est entré en vigueur le 16 janvier 1994.

Espèces de Chiroptères d'Europe couvertes par l'Accord

Pteropodidae

Rousettus egyptiacus (Geoffroy, 1810)

Emballonuridae

Taphozous nudiventris (Cretzschmar, 1830)

Rhinolophidae

Rhinolophus blasii (Peters, 1866)
Rhinolophus euryale (Blasius, 1853)
Rhinolophus ferrumequinum (Schreber, 1774)
Rhinolophus hipposideros (Bechstein, 1800)
Rhinolophus mehelyi (Matschie, 1901)

Vespertilionidae

Barbastella barbastellus (Schreber, 1774)
Barbastella leucomelas (Cretzschmar, 1830)
Eptesicus bottae (Peters, 1869)
Eptesicus nilssonii (Keyserling & Blasius, 1839)
Eptesicus serotinus (Schreber, 1774)
Myotis bechsteinii (Kuhl, 1817)
Myotis blythii (Tomes, 1857)
Myotis brandtii (Eversmann, 1845)
Myotis capaccinii (Bonaparte, 1837)

Myotis dasycneme (Boie, 1825)
Myotis daubentonii (Kuhl, 1817)
Myotis emarginatus (Geoffroy, 1806)
Myotis myotis (Borkhausen, 1797)
Myotis mystacinus (Kuhl, 1817)
Myotis nattereri (Kuhl, 1817)
Myotis schaubi (Kormos, 1934)
Nyctalus lasiopterus (Schreber, 1780)
Nyctalus leisleri (Kuhl, 1817)
Nyctalus noctula (Schreber, 1774)
Otonycteris hemprichii (Peters, 1859)
Pipistrellus kuhlii (Kuhl, 1817)
Pipistrellus nathusii (Keyserling & Blasius, 1839)
Pipistrellus pipistrellus (Schreber, 1774)
Pipistrellus pygmaeus (Leach, 1825)
Pipistrellus savii (Bonaparte, 1837)
Plecotus auritus (Linnaeus, 1758)
Plecotus austriacus (Fischer, 1829)
Vespertilio murinus (Linnaeus, 1758)
Miniopterus schreibersii (Kuhl, 1817)

Molossidae

Tadarida teniotis (Rafinesque, 1814)

La région de l'Accord couvre l'Europe continentale du Caucase à l'Est à la côte méditerranéenne au Sud. Elle inclut les îles britanniques, l'Irlande, Chypre, Malte et la plupart des îles appartenant aux états européens. Parmi ces 48 états, actuellement trente d'entre eux ont adhéré à l'Accord.

La Belgique, quant à elle, l'a ratifié le 13 juin 2003 et compte 20 espèces des 37 visées.

La 10^{ème} réunion du Comité consultatif de l'Accord a eu lieu du 25 au 27 avril 2005 à Bratislava en Slovaquie, avec la participation de 33 délégations d'Etats Parties et non-Parties ainsi que 9 Pays-observateurs de l'aire de répartition.

Les discussions plénières et les réunions des groupes de travail étaient focalisées sur les programmes et les plans d'actions transfrontaliers de protection des habitats et notamment les



© IBACHY

Oreillard roux..

gîtes souterrains et forestiers des chauves-souris. Ces programmes visent en particulier à identifier des sites d'importance européenne et à coordonner la collecte des données dans toute la zone de l'Accord et à développer des recommandations pour la protection des habitats et l'utilisation rationnelle des forêts. Les autres points à l'ordre du jour étaient :

- l'évaluation et la compilation des données existantes sur les itinéraires de migration des chauves-souris afin d'élaborer des cartes exhaustives pour chaque espèce.

Etats concernés et participants

N°	États	Date de la signature	Date de dépôt d'instrument de la ratification
1	Albanie		22 juin 2001
2	Andorre		
3	Arménie		
4	Autriche		
5	Azerbaïdjan		
6	Belarus		
7	Belgique	4 décembre 1991	14 mai 2003
8	Bosnie - Herzégovine		
9	Bulgarie		9 novembre 1999
10	Croatie		8 août 2000
11	Chypre		
12	République Tchèque		24 février 1994
13	Danemark	4 décembre 1991	6 janvier 1994
14	Estonie		11 novembre 2004
15	Communauté européenne		
16	Finlande		20 septembre 1999
17	France	10 décembre 1993	7 juillet 1995
18	Géorgie		25 juillet 2002
19	Allemagne	5 décembre 1991	18 octobre 1993
20	Grèce		
21	Saint-siège		
22	Hongrie		22 juin 1994
23	Irlande	21 juin 1993	21 juin 1995
24	Italie		
25	Latvia		1 août 2003
26	Liechtenstein		
27	Lithuanie		28 novembre 2001
28	Luxembourg	4 décembre 1991	29 octobre 1993
29	Macedonie, FYR		15 septembre 1999
30	Malte		2 mars 2001
31	Moldovie		2 février 2001
32	Monaco		23 juillet 1999
33	Pays-Bas	4 décembre 1991	17 mars 1992
34	Norvège	3 février 1993	Non nécessaire
35	Pologne		10 avril 1996
36	Portugal	4 juin 1993	10 janvier 1996
37	Roumanie		20 juillet 2000
38	Fédération Russe		
39	San Marin		
40	Serbie - Montenegro		
41	République Slovaque	9 juillet 1998	
42	Slovénie		5 décembre 2003
43	Espagne		
44	Suède	4 mars 1992	Non nécessaire
45	Suisse		
46	Turquie		
47	Ukraine		30 septembre 1999
48	Royaume Uni	4 décembre 1991	9 septembre 1992

- les permis de capture et les études sur les chauves-souris capturées.
- les chauves-souris et la rage.
- les interactions entre les chauves-souris et les hommes.
- les études écologiques sur les espèces prioritaires.
- les gîtes d'estivage.

Pour atteindre ces objectifs, un total de 12 groupes de travail, formés d'experts de toute l'Europe, se sont réunis entre les sessions. Les résultats de leur travaux donnent lieu à des recommandations et résolutions prises lors des Réunions des Parties tous les 3 ans. Tous les

documents et informations utiles entourant cet Accord sont disponibles sur <http://www.eurobats.org/>

En Région wallonne, la politique régionale prend en compte ces recommandations au sein des actions de conservation des espèces et de protection des milieux mises en place pour les chauves-souris.

Sandrine Lamotte
Ministère de la Région Wallonne
DNF / Conservation de la Nature
Avenue Prince de Liège 7
5100 Jambes

Réussir une transition vers un développement durable

Eric LAMBIN / lambin@geog.ucl.ac.be

Au cours de la période historique récente, l'humanité a transformé la planète Terre au point de menacer la production, par la Nature, de biens et services dont elle dépend. Ces changements environnementaux se sont considérablement accélérés au cours du XXe siècle. L'activité humaine a poussé le système terrestre au-delà des frontières de son comportement naturel. Les réponses futures de l'environnement naturel aux pressions exercées par l'homme deviennent dès lors imprévisibles. Étant donné la complexité du système terrestre, des changements abrupts ne sont pas à exclure une fois certains seuils critiques dépassés, en particulier si, par exemple, des variations rapides du climat se produisaient en même temps que des changements rapides dans les sphères politique, économique ou sociale. Certaines régions du monde sont plus vulnérables que d'autres. L'humanité s'est involontairement embarquée dans une vaste expérience pour laquelle il n'y a pas de direction centrale ni de vision claire de la destination à laquelle mène la trajectoire suivie par l'humanité.

Les changements de l'environnement naturel sont le résultat de décisions prises par des agents, et sont elles-mêmes influencées par des changements dans l'économie, la technologie, les institutions, les politiques, la démographie et les systèmes de valeur. Les changements environnementaux résultent d'interactions complexes entre ces multiples facteurs, à différents niveaux d'organisation des sociétés humaines, du local au mondial. S'il fallait identifier la cause ultime des changements environnementaux causés par l'homme, la croissance de la consommation, notamment mue par la recherche de statut social et l'aspiration au pouvoir, serait probablement le meilleur candidat. De 1890 à 1990, la population mondiale a été multipliée par 4 alors que la consommation en produits industriels était multipliée par 40, la consommation énergétique par 16, la



consommation en eau par 9 et le volume total de l'économie mondiale par 14.

La trajectoire de développement actuelle, si elle devait être poursuivie sans modification majeure, ne serait pas tenable sur le plan environnemental, en particulier si les 9 milliards d'habitants que la planète comptera d'ici quelques décennies, devaient atteindre un niveau de consommation équivalent à celui qui caractérise les 20% privilégiés de la planète - qui, aujourd'hui, s'accaparent plus de 80% de la valeur des biens et services produits à l'échelle mondiale. Il est toutefois très improbable que les sociétés ne continueront pas à modifier leur rapport à l'environnement naturel.

Par sa créativité, l'homme a le pouvoir d'innover et d'ajuster ses technologies, ses institutions socio-politiques et son attitude face à la nature pour soulager la pression sur l'environnement. Des évolutions récentes sur les plans technologique, institutionnel et culturel des sociétés occidentales suggèrent qu'un renversement des tendances environnementales actuelles est possible. Au cours de l'histoire humaine, de nombreuses sociétés ont réussi à améliorer leur environnement naturel et à ren-

verser une trajectoire de dégradation rapide de l'environnement grâce à des interventions politiques motivées par une perception des risques écologiques et rendues possible par des innovations technologiques et une modification des systèmes sociaux et économiques. Plusieurs sociétés anciennes se sont aussi effondrées suite à la dégradation environnementale qu'elles ont causée, en particulier lorsque la classe dirigeante n'a pas perçu, anticipé ou compris la nature de cette dégradation, n'a pas eu intérêt à réagir face à cette dégradation, ou lorsque la capacité technologique, institutionnelle ou économique d'innover a fait défaut. Réussir une transition vers un développement durable nécessite la conjonction d'une bonne information sur l'état de l'environnement, d'une motivation élevée à agir et d'une capacité à le faire.

Deux mythes sous-tendent une attitude irresponsable de non intervention: l'idée que de nouvelles technologies vont, à elles seules, résoudre les problèmes environnementaux à venir et que les mécanismes du marché vont créer spontanément les incitants pour l'adoption de technologies de production qui ont un moindre impact envi-

ronnemental. En réalité, le progrès technologique, qui permet par exemple la miniaturisation, l'allègement (la «dématérialisation») et le recyclage de nombreux produits, ainsi que la diminution de leur intensité énergétique et donc la diminution de la pollution qui leur est associée, est souvent accompagnée d'une augmentation plus que proportionnelle de la demande de ces produits par les consommateurs (par ce qu'on appelle un «effet de rebond»): les nouvelles voitures sont plus légères et consomment moins de carburants, mais le parc automobile planétaire augmente rapidement, ainsi que les distances parcourues par chaque véhicule. Ceci annule souvent les effets positifs pour l'environnement du progrès technologique. Rien ne garantit non plus que de nouvelles technologies vont diminuer l'impact de l'activité humaine sur le système terrestre partout dans le monde – y compris dans les pays en voie de développement – avant que des seuils critiques soient franchis de manière irréversible (comme l'extinction d'espèces animales ou végétales indispensables au bon fonctionnement des écosystèmes). Par ailleurs, les marchés ne prennent généralement pas en compte la valeur de nombreux biens et services fournis par la nature (comme la pollinisation des plantes par les insectes, la régulation des inondations par le couvert végétal, la décomposition des déchets et d'éléments toxiques libérés dans l'eau et le sol par des bactéries, ou la valeur esthétique des paysages). Enfin, les mécanismes du marché, lorsqu'ils ne sont pas régulés, entraînent parfois une exportation de la pollution vers les pays en voie de développement, qui représentent 80% de la population mondiale.

Les innovations nécessaires à un rééquilibrage entre l'activité humaine et les processus naturels ne se produisent pas de manière spontanée. Une adaptation des sociétés humaines aux changements environnementaux est le résultat d'interventions politiques judicieuses. De telles politiques doivent avoir pour objectif, dans les régions à économie avancée, de stimuler le développement et l'adoption de technologies plus éco-efficaces (c'est-à-dire qui maximisent la productivité des ressources naturelles et minimisent la pol-

lution par unité de produit économique) et d'encourager une consommation de biens moins riches en énergie et en matériaux et dont la production a un impact environnemental plus faible, tout en satisfaisant les mêmes besoins génériques. Dans les pays en voie de développement, les objectifs prioritaires doivent être un transfert de technologies propres (afin de court-circuiter la trajectoire qui, dans les pays industrialisés, a mis plus d'un siècle pour passer de modes de production très polluants à des technologies plus propres). Créer les conditions pour faciliter une transition démographique vers une stabilisation de la

prendre en charge des coûts à court terme afin de créer des bénéfices à long terme pour la communauté ? Comment, pour les entreprises, transformer ce coût à court terme en avantage compétitif, en créant ainsi chaque fois que possible des situations «win win» ? Comment influencer les comportements tout en laissant un grand degré de liberté et de flexibilité aux acteurs privés au cours de cette transition ? Un large spectre de stratégies complémentaires doit être poursuivi. Le recours aux mécanismes de marché permet de réconcilier la recherche de l'intérêt individuel avec le bien public à long terme en modifiant les règles du



population mondiale aura également un effet salutaire sur l'environnement planétaire. Sous-jacent à ces politiques, un impératif moral s'impose: assurer une distribution plus équitable des richesses à l'échelle mondiale.

Les moyens dont nous disposons pour remplir ces objectifs sont à la fois une réforme des institutions (au sens large, c'est-à-dire l'ensemble des règles, des procédures de prise de décision et des programmes qui définissent la pratique sociale) et la création d'un nouvel ordre de valeurs qui prônerait un plus grand sentiment de responsabilité envers le monde et envers les générations futures. Comment concevoir un environnement institutionnel et culturel qui encourage des acteurs privés à

jeu: subsides pour des pratiques écologiquement correctes (transferts directs aux producteurs ou aux consommateurs, application de régimes fiscaux préférentiels), taxes sur la pollution et les déchets (taxe sur la teneur en carbone des carburants), certifications liées à la qualité de la gestion environnementale, création de nouveaux marchés pour les services fournis par les écosystèmes naturels (par l'attribution de quotas échangeables de pollution), etc. Cette approche flexible doit être doublée d'une approche plus interventionniste, via une législation environnementale qui encourage les acteurs privés à respecter l'environnement (normes environnementales), des sanctions pour les pratiques destructrices de l'environnement, la réglementation du



droit d'entrée des entreprises dans certains secteurs sensibles sur le plan environnemental ou l'interdiction des produits ou matériaux qui posent un danger environnemental.

Les conventions internationales sur l'environnement doivent promouvoir le transfert des technologies propres vers les pays en voie de développement mais aussi éviter la fuite des entreprises vers les pays aux normes environnementales laxistes, par la définition de règles communes à l'échelle internationale. Toutefois, ces conventions souffrent souvent des négociations interminables avant d'aboutir, d'une faiblesse des moyens, de complexité bureaucratique dans leur mise en œuvre et du refus de ratification par certains des principaux offensifs sur le plan environnemental. Voici quelques mesures qui pourraient

facilement être mises en œuvre à grande échelle et avoir un effet immédiat sur les décisions des acteurs qui affectent l'environnement naturel. Les quatre premières mesures font appel aux instruments classiques des politiques économiques et, à ce titre, peuvent être rapidement mises en œuvre.

Identifier puis supprimer les subsides pervers qui encouragent une dégradation de l'environnement ou pénalisent l'introduction de technologies plus propres, en particulier dans les secteurs du transport routier, de l'agriculture, de la production énergétique à partir des énergies fossiles, de la consommation en eau, de la pêche et de l'exploitation forestière.

Internaliser dans le prix des produits leur coût social (les «externalités environnementales négatives»), c'est-à-dire ajuster les prix des produits à leur coût

réel, y inclus le coût que leur production et leur consommation infligent à l'environnement, via des taxes sur la consommation de certains produits.

Remplacer progressivement les taxes sur le travail et les revenus par des taxes sur l'extraction des ressources et sur la pollution, à volume constant de taxation. Les entreprises auraient intérêt à diminuer la consommation de ressources non renouvelables et le rejet de polluants en utilisant une plus grande force de travail. De nouveaux ouvriers auraient pour tâche le recyclage des déchets et des pièces et des ingénieurs se spécialiseraient dans la recherche d'économies d'énergie. La résolution de problèmes environnementaux irait de pair avec une augmentation de l'emploi.

Dans la comptabilité nationale et l'évaluation des projets, ne plus compter l'épuisement ou la dégradation des ressources naturelles comme revenu mais bien comme érosion du capital. Cette mesure aura un impact sur les politiques économiques de stimulation de la croissance et des exportations, et sur les décisions d'investissement dans certaines infrastructures.

Les quatre mesures suivantes nécessitent une action coordonnée à l'échelle internationale et une mobilisation importante de ressources financières.

Favoriser la diffusion des technologies avancées et peu polluantes vers les pays les plus pauvres par des investissements étrangers, un transfert d'expertise, et des programmes de financement et de formation d'experts originaires de pays en développement.

Lancer l'équivalent d'un «projet Manhattan» à l'échelle internationale pour la production, la distribution, le stockage et la conversion d'énergie propre et renouvelable, en explorant un portfolio diversifié de technologies. Investir dans la maintenance, la régénération et l'augmentation du capital naturel. Par exemple, investir dans le maintien des populations de poissons par l'établissement de réserves océaniques plutôt que d'investir dans l'augmentation de la capacité de la flotte de pêche.

Créer les conditions propices à un contrôle de la croissance démographique* dans les pays en voie de développement, avant tout par l'amélioration du statut des femmes, l'éducation et le développement économique.

Les quatre dernières mesures visent un horizon temporel à plus long terme car elles touchent à des aspects fondamentaux du fonctionnement des sociétés contemporaines.

Améliorer la gouvernance dans la gestion des ressources naturelles par une lutte efficace contre la corruption et les multiples gaspillages tout au long de la chaîne de traitement et de distribution des produits.

Mieux coordonner les politiques de gestion des ressources naturelles entre niveaux de pouvoir (interactions verticales) et entre secteurs d'activité (interactions horizontales).

Stimuler la créativité et l'inventivité pour réussir une transition vers un développement durable par des programmes d'éducation et par l'intégration systématique du concept de développement durable dans les programmes de formation (des ingénieurs, des gestionnaires, des juristes...) et de recherche et développement.

Promouvoir un nouveau modèle de consommation basé sur la qualité de la vie plutôt que sur la quantité de biens matériels consommés et modifier la perception sociale qui veut que la consommation de biens riches en matériaux et en énergie confère un statut social élevé. Ceci nécessite entre autres de sublimer les besoins de biens matériels vers des besoins d'un niveau plus élevé sur le plan humain. Cette dernière mesure est la plus difficile mais aussi la plus importante pour l'avenir de la planète et de l'humanité: forger un nouvel ordre de valeurs qui puisse être adopté et respecté de façon commune et qui reflète un sentiment d'appartenance au monde.

La plupart de ces mesures sont déjà mises en oeuvre, à des degrés divers, mais à un rythme trop lent par rapport à la rapidité des changements environnementaux. Une transition vers un mode durable de développement prend plusieurs décennies. Aujourd'hui, vu l'ampleur mondiale et la rapidité sans précédent des changements environnementaux, l'inertie des systèmes naturels

et sociaux et la complexité croissante des économies à l'ère de la mondialisation, un ajustement de l'activité humaine doit avoir lieu de manière anticipative à une crise environnementale. L'objectif doit être d'avoir accompli une transition vers un développement durable d'ici une cinquantaine d'années. Le XXI^e siècle sera un goulet d'étranglement dans l'histoire de l'humanité: un siècle à l'orée duquel les progrès technologiques et économiques extraordinaires du XX^e siècle, et une croissance démographique sans précédent n'auront pas encore été égalés par la capacité institutionnelle et la sagesse de gérer les interactions entre ces deux systèmes complexes et interdépendants que sont la planète Terre et le système socio-économique mondialisé.

Pour réussir un tel projet de société – et l'humanité n'a guère d'autres options si elle veut éviter d'avoir honte du monde qu'elle léguera aux générations futures – il faut trouver le bon dosage entre petites réformes progressives et révolutions plus fondamentales dans nos modes de production et de consommation; et entre prévention des crises environnementales, adaptation aux changements qui se produisent déjà et réparation des dommages déjà infligés au système terrestre. Il faudra également surmonter de nombreux obstacles. Le premier concerne la gouvernance mondiale: à quel niveau de pouvoir intervenir? Quel équilibre entre centralisation des décisions politiques à l'échelle internationale et décentralisation vers les niveaux de pouvoir les plus à même de répondre à une dégradation de l'environnement préservera au mieux l'indispensable démocratie – conditions sine qua non pour obtenir l'adhésion de tous? Le second obstacle concerne l'absence de volonté forte des gouvernements de risquer leur popularité pour un projet politique à long terme, doublé d'une résistance active de groupes de pressions qui défendent les intérêts de quelques secteurs particuliers, non sans entretenir parfois des liens privilégiés avec certains gouvernants. Plusieurs indices d'une mobilisation politique mondiale sont néanmoins apparus au cours de cette année 2005: mise en œuvre du protocole de Kyoto, communiqué du G7 suite à la

réunion de Gleneagles en Ecosse, partenariat Asie-Pacifique pour un développement propre et pour le climat auquel s'est joint les Etats-Unis, etc.

Finalement, surmonter l'inertie dans les comportements individuels demandera un effort considérable d'éducation et d'information. Une large prise de conscience des risques associés aux changements environnementaux et une réaction rapide par des politiques appropriées sont indispensables pour retrouver une trajectoire de développement durable. Initier une autre façon d'habiter la planète Terre, en accord avec sa diversité, sa complexité et sa beauté, est du pouvoir et de la responsabilité de chacun.

Bibliographie

- Ausubel J.H., Langford H.D. (ed.) 1997. *Technological trajectories and the human environment*, Washington D.C.: National Academy Press.
- Daly G.C., Ellison K. 2002. *The new economy of nature: The quest to make conservation profitable*, Washington : Island Press.
- Daly E.D. 2003. Five policy recommendations for a sustainable economy, In: Schor J.B., Taylor B. (ed.). *Sustainable planet. Solutions for the twenty-first century*, Boston: Beacon Press.
- Havel V. 2000. Les flèches du renouveau. Publié dans des journaux quotidiens par Project Syndicate.
- Hawken P., Lovins A., Lovins L.H. 1999. *Natural capitalism creating the next industrial revolution*, Boston, New York: Little, Brown and Company.
- Lambin E. 2004. *La Terre sur un fil*, Paris: Editions Le Pommier.
- McNeill J.R. 2001. *Something new under the sun. An environmental history of the twentieth-century world*, New York: W.W. Norton & Company, Inc.
- Myers N., Kent J. 2001. *Perverse subsidies. How tax dollars can undercut the environment and the economy*, Washington D.C.: Island Press.
- Redman C.L. 1999. *Human impact on ancient environments*, Tucson: University of Arizona Press, 288 pp.
- Steffen W., Sanderson A., Tyson P.D., Jäger J., Matson P., et al. 2004. *Global change and the Earth system: A planet under pressure*, Berlin: Springer.

*Eric F. Lambin
Department of geography
University of Louvain
3 Place Pasteur
1348 Louvain-la-Neuve*

Mesure par télémétrie de l'impact du dérangement humain sur le cerf (*Cervus elaphus* L.) en parcours libre

Alain LICOPPE / A.Licoppe@mrw.wallonie.be / Julien LIEVENS / J.Lievens@mrw.wallonie.be
et Hélène VERHEYDEN

Introduction

Le dérangement humain est une composante essentielle de l'écoéthologie de la faune sauvage et du cerf en particulier. Cette composante est devenue tellement incontournable qu'elle est progressivement intégrée à des plans de gestion ou des projets d'aménagement forestier dans lesquels le cerf est impliqué (coll. 2004). Le dérangement se traduit par un changement du comportement des animaux par rapport à leurs patrons d'activité observés en dehors de toute influence humaine (Frid et al. 2002). Il est induit par toute présence, objet ou son issus de l'activité humaine. Le dérangement humain, au même titre que la prédation, est susceptible d'affecter le compromis énergétique, réalisé par l'animal, entre la diminution du risque de perturbation (ou prédation) et l'augmentation de ses activités d'alimentation ou de reproduction (Walther 1969). Cette notion est particulièrement abs-



© PH. MOËS

traite: le dérangement peut être qualifié par un stress physiologique, ou par une modification comportementale immédiate suite à une perturbation d'origine humaine et avoir des conséquences à plus long terme. Par

exemple un dérangement peut induire une augmentation du rythme cardiaque et la fuite de l'animal. Les conséquences à plus long terme pourront se traduire par une perte de poids ou un changement d'habitat,...

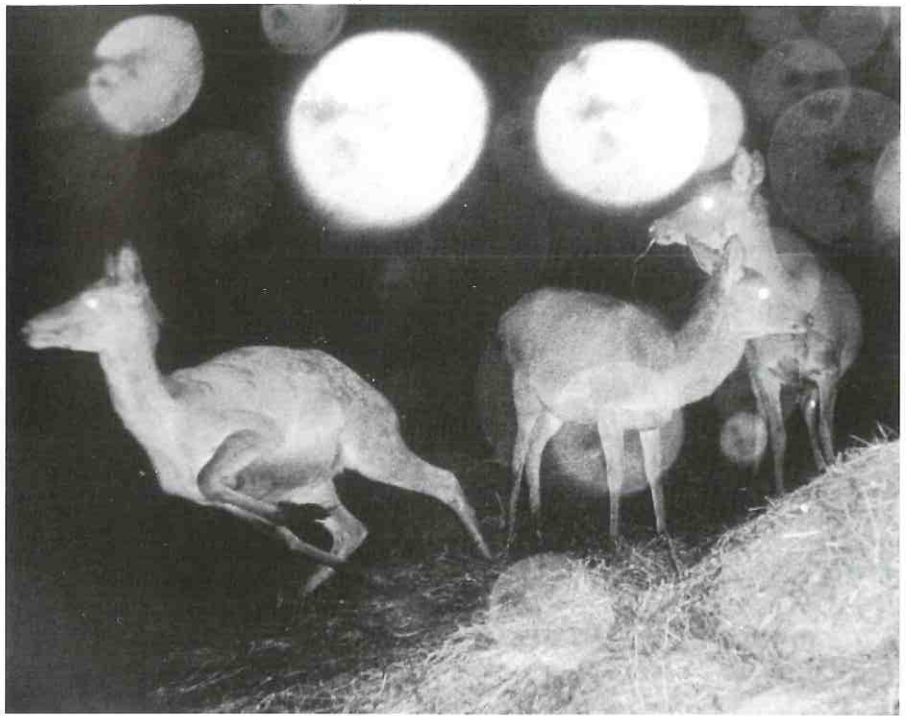


© J.L. JORION

Les dérangements occasionnés en période hivernale sont particulièrement dommageables pour le cerf car les pertes énergétiques liées à la fuite sont maximales à cette époque de l'année

Il existe à l'heure actuelle peu de méthodes objectives de mesure du stress chez le cerf. Chez les animaux en captivité, l'analyse de constantes sanguines ou le suivi du rythme cardiaque sont des méthodes couramment utilisées, par exemple pour la surveillance de cerfs d'élevage lors de leur transport (Grigor et al 1998). La difficulté est encore plus grande en ce qui concerne les animaux en parcs libres. Parmi les rares méthodes existantes, il y a le dosage des glucocorticoïdes dans les matières fécales (von de Ohe et al 2002). Cortisol et corticostérone sont produites par la glande surrénale, elle-même stimulée par une hormone (ACTH) libérée par la glande pituitaire lors d'un stress. Cette méthode, déjà éprouvée aux États-Unis (Millsbaugh et al 2001), est non-invasive puisqu'elle nécessite la simple collecte de matières fécales dans l'environnement. Elle a permis notamment de mettre en évidence l'impact de dérangement sur le wapiti par des motos neige dans les parcs nationaux américains (Creel et al 2002). Cette approche est particulièrement délicate puisque la sécrétion de glucocorticoïdes est dépendante de nombreux facteurs, mais, bien maîtrisée, pourrait à terme servir d'outil de gestion permettant d'identifier des causes de stress et de prévenir l'apparition de symptômes plus visibles de perte de poids ou de mauvaise santé chez l'animal (von de Ohe et al 2002).

Il est plus facile de mesurer le degré de dérangement au vu des conséquences que le stress peut engendrer sur le comportement ou la physiologie des animaux. Ainsi, chez le cerf des réactions comportementales relatives au stress peuvent être la fuite, l'enhardement, l'écorçage,... et les réactions physiologiques peuvent être la perte de poids, la baisse de fertilité, la myopathie,... Ces conséquences seront d'autant plus graves que les milieux sont pauvres ou que les conditions hivernales sont rigoureuses. Dans nos régions, les dérangements sont essentiellement liés aux pratiques de la chasse et aux activités touristiques ou d'exploitation, en fait, toutes les activités humaines qui se déroulent dans l'habitat du cerf sont susceptibles d'engendrer un dérangement pour



Dérangement provoqué au point de nourrissage

celui-ci. Il convient cependant d'établir une gradation des conséquences en fonction de la nature du dérangement. Ainsi la chasse a généralement une forte influence sur les cervidés, avec l'augmentation de la distance de fuite au fur et à mesure de l'avancement de la saison de chasse (Bender et al 1999 chez le cerf), un éloignement des routes, ainsi qu'une augmentation de l'activité nocturne et l'évitement des zones ouvertes chez le cerf à queue blanche (Kilgo et al 1998), alors qu'une population de cervidés peu ou pas chassée demeure peu sensible aux dérangements humains (Schultz et al. 1978). Chez les biches de cerf élaphe, des dérangements par la chasse en battue conduiraient les animaux à effectuer fréquemment de grands déplacements pour gagner des zones refuges excentrées (Hamann et al 1997, Szemethy et al 1998, Jeppesen 1987). Cela peut se traduire par un agrandissement du domaine vital. L'effet des activités touristiques peut être important, particulièrement lorsque le dérangement n'est pas prédictible (par exemple quand les marcheurs sortent du sentier, Lamerenx 1992, Hamr 1988). Un dérangement par des skieurs peut induire des coûts énergétiques supplémentaires et un déplacement vers un habitat moins favorable qui peut compromettre la

survie des cerfs surtout pendant les hivers rigoureux (Cassirer et al. 1992). Quant aux travaux forestiers, ils auraient surtout une action de part la modification de l'habitat qu'ils engendrent (Hamann et al 1997, Saint Louis et al 2000, Harkonen et al 1998).

Pour mesurer les conséquences du dérangement, le recours à la télémétrie est une solution intéressante puisque cette technique permet de localiser à tout moment un animal équipé d'un émetteur radio ou d'un récepteur GPS. La difficulté essentielle réside dans la connaissance, dans le temps et dans l'espace, de tous les événements susceptibles de provoquer le départ de l'animal suivi. L'expérimentation dans ce domaine s'avère particulièrement compliquée, notamment lorsqu'il s'agit d'évaluer l'impact du tourisme (difficilement contrôlable) ou de la chasse (disposer d'animaux dans le périmètre de chasse en temps voulu). Elle aura recours à des simulations de dérangement, où l'on peut maîtriser les paramètres de dérangement, ou se déroulera en conditions réelles. Cette deuxième approche nécessite la mesure de la perturbation engendrée par l'être humain. Dans le cas de la fréquentation touristique par exemple, l'utilisation



Daguet équipé d'un collier GPS dans le massif de Saint-Hubert.

de barrières infra-rouge de dénombrement de passages, à l'entrée et à la sortie de la zone d'étude, a déjà fait ses preuves (Sibbald et al 2001).

L'objectif de cette synthèse est de rassembler toutes les réactions observées sur des animaux soumis à un dérangement d'origine anthropique, réactions détectées par le biais de la télémétrie. Elles proviennent des Chasses de la Couronne de l'Hertogenwald occidental et de St Michel – Freyr (Belgique), ainsi que du Parc national des Cévennes (France). Deux grands types de dérangements sont étudiés, le dérangement par des promeneurs et le dérangement par la chasse. Les effets étudiés sont les effets immédiats, la fuite, et les conséquences à plus long terme sur l'utilisation d'habitats, la taille et la forme des domaines vitaux.

Suivis des animaux

Plusieurs individus ont été capturés et anesthésiés sur les trois territoires expérimentaux: à l'approche – affût sur les Chasses de la Couronne et par piégeage dans le Parc national des Cévennes. L'anesthésie est pratiquée à l'aide d'un mélange de médétomidine et de kétamine. Les animaux sont équipés de colliers VHF (Televilt TXH3) ou de colliers GPS (Televilt Simplex) sur les territoires belges et de colliers GPS en mode différentiel

(Lotek GPS1000) sur le territoire français. Tous les animaux marqués n'ont pas participé à cette expérimentation. Quel que soit le territoire, le but premier de l'étude n'était pas la mesure du dérangement, mais davantage l'analyse de l'utilisation de l'habitat dans un sens plus large.

La localisation des colliers VHF nécessite la présence d'un opérateur sur place, équipé d'un récepteur VHF et d'une antenne directionnelle. La méthode utilisée pour localiser l'animal est la triangulation. En plus de la localisation, l'opérateur note la date et l'heure du relevé, ainsi que toute autre information concernant l'environnement de l'animal, les conditions météorologiques ou de fréquentation humaine. Les systèmes de colliers GPS fonctionnent de manière autonome: les localisations sont obtenues à heure fixe selon le paramétrage de l'utilisateur, stockées dans la mémoire du collier et transmises à date et heure fixes par signal VHF (Televilt) ou à la demande par modem (Lotek) grâce à des dataloggers adaptés. Aux coordonnées géographiques des localisations sont associées les informations concernant la date, l'heure et la précision de la mesure. Toutes ces données ainsi que des données environnementales sont incorporées dans un système d'informations géographiques (ESRI Arcview). Le calcul des distances et des domaines vitaux sont réalisées grâce au SIG et à l'extension Animal Movement (Hooge et al. 1997).

Territoires expérimentaux

Hertogenwald occidental (50°35'N, 6°05'E)

L'Hertogenwald occidental constitue le contrefort boisé situé au nord-ouest du plateau des Hautes-Fagnes (240 à 600 m). Le climat y est particulièrement rude (précipitations 900 à 1400 mm, T: 6-8°C). La végétation y est composée majoritairement de peuplements purs d'épicéa (sur le plateau), implantés sur des landes humides préalablement drainées, et de hêtre et chêne (dans les vallées). De nombreux coupe-feu spécialement aménagés pour le cerf sillonnent les peuplements résineux. La végétation sous-jacente est essentiellement constituée de *Molinia caerulea*, *Vaccinium myrtillus*, *Deschampsia flexuosa* et *Calluna vulgaris*.

St Michel – Freyr (50°04', 5°25'E)

Le massif de St Michel – Freyr est situé au cœur du massif de St Hubert en Ardenne centrale (320 à 570 m). Le climat y est légèrement plus clément qu'en Hertogenwald occidental (précipitations: 1095-1200 mm, T: 7-8°C). La végétation dominante est la hêtraie à luzule avec quelques inclusions d'épicéa dans les parties du massif les moins bien drainées (tourbières ou landes humides). La végétation herbacée et arbustive est constituée de *Luzula* sp, *Molinia caerulea*; *Deschampsia flexuosa* et *cespitosa*, *Vaccinium myrtillus* et *Calluna vulgaris*. Quelques prairies existent soit en périphérie du massif pour l'élevage de bétail domestique, soit à l'intérieur du massif, spécifiquement pour le gibier.

Parc national des Cévennes (France, 44°19'N, 3°45'E)

Le parc national des Cévennes est situé en zone montagneuse (800 à 1700 m) avec un climat humide (précipitations: 900 à 1500 mm, T: 7-8°C). La végétation est constituée de peuplements mélangés (pin sylvestre, sapin pectiné, hêtre, chêne et châtaignier), de landes (*Sarothamnus pugnans*, *Vaccinium* sp., *Calluna vulgaris*, *Erica* sp.) et de prés utilisés par le bétail bovin et ovin.

Les dérangements

Simulation de dérangement par promeneur sur et hors chemins.

Hertogenwald occidental

Le massif de l'Hertogenwald occidental présente la particularité d'être quadrillé par un réseau de coupe-feu particulièrement dense (tous les 250 m). Deux simulations de promeneurs ont été réalisées afin de tester leurs effets sur des animaux équipés de colliers radio-émetteurs (Aerts, 2000): la première, en circulant par deux le long des coupe-feu (chemins) les plus proches de l'animal localisé au préalable, la seconde, en sortant des chemins, et en se dirigeant discrètement vers l'animal. L'expérimentation a été répétée au minimum à 4 reprises sur 2 individus différents (1 mâle et 1 femelle). Les animaux étaient localisés le plus précisément possible par triangulation

avant et après chaque dérangement, s'ils n'étaient pas localisés visuellement. Les dérangements occasionnés étaient espacés de 2 semaines sur une période allant de mars à juillet 2000.

Il semble que les 2 individus réagissent différemment aux dérangements simulés. Dans le cas d'un dérangement occasionné par un promeneur sur chemin, le cerf ne se déplace pas dans 3 cas sur 4, alors que la biche quittera son site de

repos dans tous les cas. Les distances de fuite du cerf mâle («Sylvain») tendent à être moins importantes que celles de la biche («Blanche-Neige») aussi bien pour les dérangements sur chemins (Tableau 1), que pour les dérangements hors chemins. Les différences mâle - femelle ne sont cependant pas significatives du fait du faible échantillon (dérangement sur chemin: ANOVA: $F = 2,32$; $P = 1,66$; $ddl = 1$; dérangement hors chemin ANOVA: $F = 2,66$; $P = 0,147$; $ddl = 1$).

Tableau 1 – Hertogenwald occidental: distance moyenne de fuite d'un cerf mâle et d'un cerf femelle suite à des dérangements simulés sur et hors chemins

animal	promeneurs sur chemin			promeneurs hors chemin		
	n	distance de fuite moyenne (m)	écart-type (m)	n	distance de fuite moyenne (m)	écart-type (m)
Blanche-Neige	5	180	103	5	784	751
Sylvain	4	62	125	4	163	48



Biche et bichette en fuite

© J.L. JORON



La chasse à cors et à cris semble être le mode de chasse collectif le plus dérangeant.

Même si elles ne sont pas significatives, les différences apparentes entre les deux animaux quant à leurs distances de fuite peuvent être expliquées :

Soit par la période de l'expérimentation : le cerf mâle étant en période de refait, il peut minimiser ses déplacements de fuite afin de minimiser les risques de choc sur ses bois en velours,

Soit par la situation géographique de chaque animal au sein du massif : le cerf mâle utilise un secteur très fréquenté par le public à une distance de 1500 m du premier parking, alors que le cerf femelle centre ses activités dans un secteur extrêmement calme situé à 5500 m du premier parking. La probabilité d'être dérangée par des promeneurs est nettement plus faible pour elle et sa réaction au dérangement peut s'en trouver augmentée. En effet, si un stimulus a lieu plus souvent sans

que l'animal ne soit sanctionné d'une manière ou d'une autre, sa réponse au danger va diminuer progressivement. C'est le phénomène d'habituation (McCullough 1982).

Parc national des Cévennes

Deux types d'expérimentation ont été effectués dans le Parc national des Cévennes : une simulation de promeneurs progressant hors chemin et se dirigeant directement sur l'animal, ainsi qu'une simulation de promeneurs restant sur les chemins avec un chien non tenu en laisse, mais ne s'éloignant jamais de plus de 30 m du sentier. Le dérangement hors chemin cessait dès que l'animal était effectivement dérangé (avéré par déplacement du signal et/ou observation). Ces simulations ont été réalisées sans répétition pour chaque animal suivi (2 biches et 1 cerf) au mois de décembre 2002. L'utilisation de colliers GPS différen-

tiels sur les animaux ainsi que sur les promeneurs, avec une prise de mesure toutes les 10 minutes, a permis d'évaluer les distances de fuite avec une grande précision. En outre, le senseur d'activité, qui équipe chacun des colliers, a permis de déterminer la classe d'activité de l'animal avant, pendant et après le dérangement. Trois classes d'activité peuvent être déterminées par ce moyen (Adrados 2002) : «actif» quand l'animal se déplace ou s'alimente, «inactif» quand l'animal ne bouge pas (debout immobile, se toilettant, ruminant ou dormant) et «medium» dans les rares cas où l'activité ne peut être affectée aux 2 classes précédentes.

L'approche sur les 2 biches, alors qu'elles étaient toutes les deux inactives, a pu se faire à 80 m (contact visuel) pour la première et 280 m pour la seconde avant qu'elles ne prennent

la fuite. Elles sont entrées toutes deux en phase d'activité et ont parcouru respectivement 313 et 153 m, sans quitter leur habitat de départ. Les 2 animaux ont débuté une période d'activité de 30 minutes avant de rentrer en phase d'inactivité. Le mâle était actif pendant le dérangement occasionné par l'approche. Il a pu être approché à 124 m, ce qui a provoqué une fuite de 168 m dans le même type d'habitat. Au bout de 30 minutes, il devient inactif pour une période de deux heures au même endroit.

Lors du dérangement occasionné par les promeneurs avec chien, mais sur chemin, les trois animaux suivis étaient inactifs. Parmi eux, seule une biche a réagi au passage des promeneurs en augmentant son niveau d'activité pendant 30 minutes et en s'éloignant de 50 m tout en restant dans le même peuplement forestier.

Influence des modes de chasse

Battues et poussées silencieuses

Dans le massif forestier de St Hubert, trois modes de chasse sont pratiqués: l'approche et l'affût, la battue à cors et cris et la poussée silencieuse (ou poussée-affût). Pour comparer le degré de dérangement occasionné par les 2 derniers modes de chasse, les animaux équipés de colliers émetteurs situés dans les enceintes de chasse collective ont fait l'objet d'un suivi plus intensif de 2000 à 2004. Au total, 19 observations d'animaux localisés dans l'enceinte le jour de la chasse collective ont pu être réalisées. Chaque individu était au moins localisé une fois avant et une fois au terme de la journée de chasse. Dans certains cas, les relevés télémétriques continuaient d'être réalisés les jours suivants. Le but poursuivi était de savoir la proportion d'animaux qui quittent l'enceinte le jour de la battue et d'estimer la distance parcourue. Les suivis effectués les jours suivants

permettent d'estimer le temps que mettent les animaux dérangés pour revenir dans l'enceinte au cas où ils l'auraient quittée. Les différentes réactions observées peuvent alors être mises en relation avec le mode de chasse collective (battue vs poussée), la saison (avec vs sans feuilles) et le type d'habitat (proportion élevée de résineux vs faible). Les données proviennent de huit cerfs non-boisés différents et de deux territoires de chasse: la Chasse de la Couronne de St Michel – Freyr (seul territoire du massif où est pratiquée la poussée silencieuse, depuis 1999) et la Chasse d'Awenne.

Le nombre d'observations (n = 19) est insuffisant pour tirer des conclusions claires quant aux réactions des 8 cerfs suivis lors de ces journées de chasse collective. Ils quittent l'enceinte une fois sur deux sans distinction entre la battue (6 fois sur 12) et la poussée (4 fois sur 7). Tous modes de chasse confondus, la saison de végétation ne semble pas influencer la

Tableau 2 – Journées de chasse collective dans le massif de St Hubert (2000-2004) impliquant des animaux équipés de colliers émetteurs et caractéristiques

Date	Mode de chasse	ID	heure relevé	localisation dans l'enceinte après chasse	heure relevé	distance estimée (m)	surface enceinte (ha)	type végétation dominant dans l'enceinte	saison de végétation
24/10/00	poussée	Fifine	7h00	non	17h00	860	421	épicéas + feuillus	oui
24/10/00	poussée	Georges	7h30	oui	18h30	575	421	feuillus	oui
21/11/00	poussée	Georges	8h00	non	17h00	1200	421	feuillus	non
21/11/00	poussée	Fifine	7h00	non	17h00	1900	421	feuillus	non
15/12/00	battue	Fifine	9h20	non	17h00	6215	200	feuillus	non
19/10/01	battue	Fifine	15h00	oui	18h00	880	200	feuillus	oui
16/11/01	battue	Fifine	9h00	oui	15h00	500	200	feuillus	non
28/11/01	battue	Emilie	13h00	oui	16h00	0	173	épicéas	non
14/12/01	battue	Fifine	9h00	oui	15h00	600	200	feuillus	non
25/10/02	battue	Fifine	6h00	non	21h00	2800	200	feuillus	oui
6/11/02	battue	Natacha	10h00	non	12h00	1200	70	feuillus	non
22/11/02	battue	Fifine	6h00	non	12h00	6800	200	feuillus	non
20/12/02	battue	Fifine	6h00	non	18h00	6400	200	feuillus	non
14/10/03	poussée	Juliette	14h00	oui	18h00	2100	1055	épicéas + feuillus	oui
21/10/03	poussée	Fifine	7h00	non	16h00	950	459	épicéas + feuillus	oui
24/10/03	poussée	Jade	8h00	oui	18h00	670	480	épicéas	oui
25/11/03	battue	PGL	7h00	oui	18h00	350	315	épicéas	non
25/11/03	battue	Audrey	15h00	non	16h00	800	345	épicéas	non
25/11/03	battue	Fifine	13h15	oui	18h30	1000	315	épicéas + feuillus	non

réaction des animaux traqués: «à la feuille» ceux-ci quittent l'enceinte 7 fois sur 12, tandis que, «sans feuille», il la quitte 3 fois sur 7. Par contre, plus la proportion d'épicéas est importante par rapport à celle des feuillus, moins les animaux semblent vouloir quitter l'enceinte: 1 fois sur 4 pour les habitats essentiellement constitués de résineux, 2 fois sur 4 dans les habitats mixtes «feuillus-résineux» et 7 fois sur 11 dans les habitats essentiellement feuillus.

En ce qui concerne la distance entre la localisation avant chasse et la localisation en fin de journée, celle-ci paraît plus importante dans le cas de battues à cors et à cris (moy = 2295 m, s = 2612 m, n = 12) que de poussées silencieuses (moy = 1179 m, s = 598 m, n = 7), sans que cette différence ne soit significative (ANOVA: $F = 1,21$; $P = 0,286$; ddl = 1). Cette distance de fuite semble plus faible en dehors de la période de végétation (à partir du 1er novembre: moy = 2247 m; s = 2595 m, n = 12) que pendant la période de végétation (avant le 1er novembre: moy = 1262 m; s = 846 m, n = 7). La différence n'est cependant pas significative (ANOVA: $F = 0,93$; $P = 0,348$; ddl = 1). La distance de fuite est minimale dans les habitats majoritairement constitués d'épicéas (moy = 455 m; s = 357 m, n = 4) et tend à augmenter avec une proportion croissante de feuillus (habitats mixtes: moy = 1227 m; s = 585 m, n = 4 et habitats feuillus: moy = 2643 m; s = 2550 m, n = 11). Cette différence de distances en fonction des habitats n'est néanmoins pas significative (ANOVA: $F = 1,95$; $P = 0,174$; ddl = 2). Etant donné le faible nombre d'observations, il n'est pas possible ici d'établir des généralités quant aux réactions des animaux en fonction du mode de chasse, de la saison de végétation ou de l'habitat. Des tendances semblent néanmoins se dessiner et les hypothèses émises ici mériteraient d'être vérifiées par de nouvelles observations.

Quand cela était possible, nous avons également observé la réaction des animaux pris dans les enceintes de chasse plusieurs jours après la journée de battue. Quatorze observations

sur 6 animaux différents nous permettent de distinguer 2 types de comportements: les animaux continuent de fréquenter la zone où s'est déroulée la battue (5/6), même s'ils ont quitté l'enceinte momentanément; ils quittent complètement le secteur pour y revenir quelques jours plus tard (1/6). Ce dernier comportement est le cas du cerf femelle «Fifine» qui, lorsqu'elle ne quitte pas le zone perturbée immédiatement, attend la fin de la battue et le début de soirée pour regagner sa zone refuge. Elle regagne la zone perturbée entre 1 et 3 jours plus tard.

Approche et affût

Tester le dérangement occasionné par la chasse à l'approche et à l'affût s'apparente fort à un dérangement occasionné par des promeneurs hors voies et chemins, avec la différence importante que le chasseur se déplace plus discrètement grâce à sa bonne connaissance du territoire de chasse et par l'utilisation d'infrastructures telles que miradors ou sentiers de pirsch. Dans ce chapitre, nous nous intéressons davantage aux réactions d'animaux équipés de colliers, GPS ou radio, qui ont subi le prélèvement d'un de leur congénère au sein de la harde. Quelques cas anecdotiques ont pu être relevés, qui ne constituent pas un échantillon suffisant pour en tirer des conclusions.

Hertogenwald occidental

Le 26 octobre 2001, le faon de la biche «Sarah» (GPS Televilt Simplex) est prélevé sur un coupe-feu, dans les peuplements d'épicéas (lieu-dit Durhet) qui longent la réserve naturelle des Hautes-Fagnes. Jusqu'au 29 octobre, la biche reste dans le même secteur qu'elle finit par quitter pour la réserve naturelle (à 1900 m) où elle reste jusqu'au 6 novembre, sans doute chassée par les mauvaises conditions météorologiques et le manque d'abris aux intempéries procuré par ce biotope de fagne. La réserve naturelle, où aucune activité de chasse ou de tourisme ne sont permises, est une zone refuge qu'elle avait déjà utilisé à deux reprises:

lors de la mise-bas et en début de saison de chasse (du 10 au 12 octobre).

Le 11 octobre 2002, le cerf «Oscar» (GPS Televilt PosRec 600), 2ème tête, est accompagné d'un jeune 8-cors sur un coupe-feu (lieu-dit Seveneiken). Le jeune 8-cors est abattu. A partir de ce moment, ce cerf multiplie les allées et venues de part et d'autre de la vallée de la Soor et finit par franchir la route nationale (n68) qui traverse le massif. Il est à noter qu'il n'avait encore jamais fréquenté l'autre versant de cette rivière auparavant. A partir du 29 octobre, le cerf «Oscar» s'établit définitivement de l'autre côté du versant de la Soor (lieu-dit Knickövel), au-delà de la nationale, et y passe le reste de la saison de chasse ainsi que la grande partie de l'hiver. Il ne revient durablement dans son secteur d'origine qu'à la fin février 2003. Il n'y a donc pas eu de réaction directe à ce tir. Le cerf, qui s'est retrouvé seul, a circulé de manière erratique avant de découvrir une nouvelle zone d'activité pour s'y installer pendant quatre mois. La distance entre le centre de la zone d'activité avant le tir et celle après le tir est d'environ 2800 mètres.

St Michel – Freyr

Le 9 octobre 2003, le tir du faon de la biche «Fifine» (Collier radio Televilt TXE-3) provoque un déplacement presque instantané de celle-ci à 6 km de distance. Au sein de sa zone refuge, sur le plateau de St Hubert, elle reste ancrée dans quelques hectares de fourrés d'épicéas jusqu'au 21 octobre, date à laquelle elle est prise dans une traque silencieuse. Même cet événement dans laquelle elle est très impliquée – puisque aperçue par plusieurs chasseurs en cours de traque ne lui fera pas quitter sa zone refuge. Le premier retour dans le secteur où son faon a été prélevé se passe le 1/11: une seule nuit. Son retour définitif a lieu le 25/11 après une nouvelle battue dans sa zone refuge.

Influence des dérangements sur l'utilisation de l'espace

La proximité des routes et des chemins

En l'absence de perturbation d'origine anthropique, on devrait s'attendre à



La chasse à l'approche est susceptible également de provoquer des déplacements importants parmi les individus qui constituaient la harde de l'animal prélevé.

© E. WITBIN

une répartition spatiale conditionnée principalement par les ressources alimentaires et les zones de couvert (comme sites de repos). En forêt, l'utilisation diurne de l'habitat est conditionnée également par la présence d'infrastructures humaines, dont les plus représentées sont les routes et les chemins forestiers. Aussi bien dans l'Hertogenwald qu'à St Michel - Freyr, près de 40 % de la surface des peuplements forestiers sont situés à moins de 100 m d'un chemin. Nous avons analysé les localisations GPS de 5 biches suivies dans les 2 massifs en mesurant leur distance par rapport aux chemins et en les répartissant dans 5 classes de distance par pas de 100 m. Les localisations ont été séparées en nocturnes et diurnes afin d'évaluer l'effet du dérangement humain, essentiellement concentré pendant la journée sur ou à proximité immédiate des chemins.

La différence de fréquentation la plus marquée entre le jour et la nuit concerne la classe de distance la plus proche des chemins, donnant l'impression que les animaux se rapprochent des chemins, une fois la nuit tombée. En fait, étant donnée l'importante proportion de surface à proximité des chemins, due à un réseau de chemins particulièrement denses dans les 2 massifs, on peut

considérer que l'utilisation de l'espace se fait de manière presque uniforme de nuit, donc indépendamment des infrastructures routières.

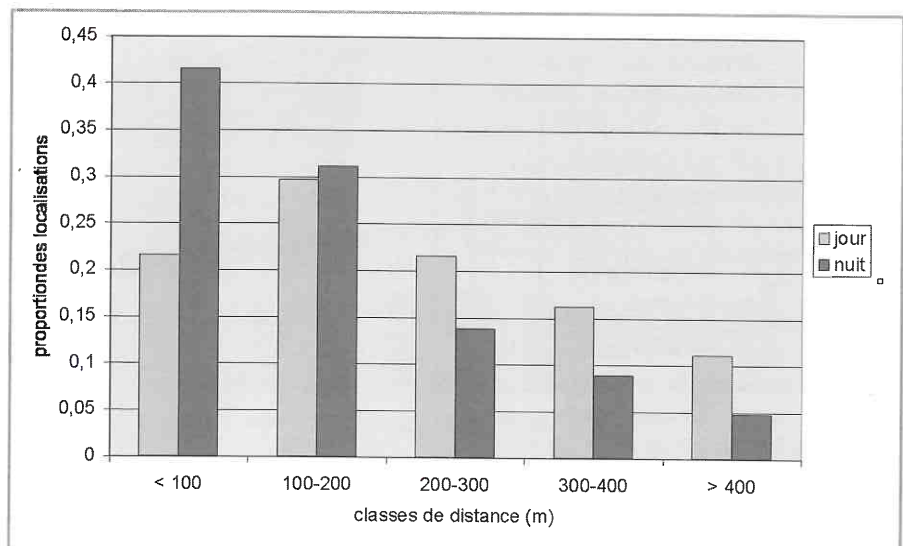
Cet enseignement peut avoir des applications notamment quant à la délimitation de zones de quiétude. La distance par rapport aux routes étant un élément facilement mesurable et stable dans le temps, on considère en général qu'une distance

tampon d'environ 200 m par rapport aux chemins est nécessaire, pour que ceux-ci n'interfèrent plus avec l'occupation de l'espace du cerf (Licoppe et al, 2003).

Les déplacements au sein du domaine vital

Le départ d'un individu depuis sa zone d'activité principale vers sa zone refuge constitue un indicateur de dérangement. Si ce déplacement est suffisamment important, il peut être mis en évidence par un suivi régulier du parcours de l'animal. Dans un premier cas, nous verrons l'impact inopiné d'un dérangement dû à des promeneurs «hors piste» sur un cerf mâle équipé d'un collier GPS, enregistrant une localisation toutes les deux heures, dans l'Hertogenwald. Dans un second cas, nous analyserons les déplacements en fonction du jour de la semaine et de la période de l'année (chasse, vacances scolaires, autres) sur une biche équipée d'un collier VHF, suivie quotidiennement pendant 4 ans, dans le massif de St Michel-Freyr. La définition de la saison de chasse est la période d'octobre à novembre, qui correspondent à l'essentiel de l'effort de chasse à l'approche et à l'affût. Les journées de chasse collective, dans cette partie du massif, sont organisées pendant la semaine et non pen-

Figure 1 - Hertogenwald et St Michel - Freyr: Distribution des localisations de 5 cerfs non-boisés en fonction de la distance par rapport aux chemins forestiers (localisations de 5 animaux n = 4253) et en distinguant jour (n = 1812) et nuit (n = 2441).





© J.L. JORION

Les observations d'animaux au gavage durant la journée sont particulièrement rares. A fortiori depuis un chemin forestier. Le cerf a adopté des moeurs nocturnes à cause de la pression anthropique de plus en plus forte en forêt

dant le week-end. Les vacances scolaires correspondent aux mois de juillet et août, en plus de vacances de Pâques, de Noël et des jours fériés. Nous avons comparé la fréquence observée des jours avec déplacement au sein de chaque période avec sa fréquence attendue, calculée sur base du nombre de jours qui composent chacune de ces périodes.

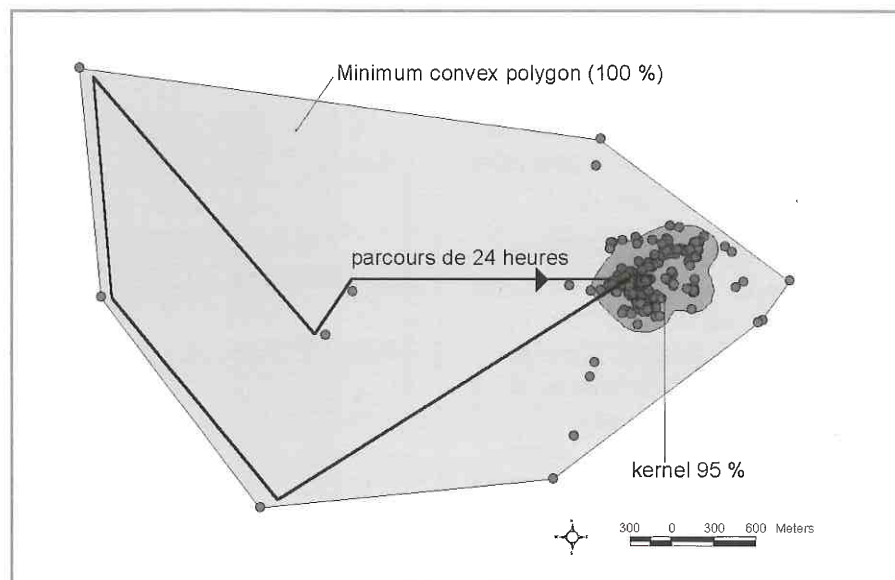
Il semble qu'il n'y ait pas de zone de refuge unique pour chaque individu. Le choix d'une zone refuge par rapport à une autre dépendra de la localisation de l'animal au moment du dérangement et de la nature et de la persistance du dérangement (Jeppessen 1987). Dans l'Hertogenwald occidental, le Cerf «Marc II» a subi un dérangement assimilable à celui engendré par des promeneurs hors chemins le 2/6. Il revient dans sa zone noyau d'activité le lendemain après un parcours d'environ 11 600 m.

Dans le massif de St Michel – Freyr, une biche équipée d'un collier radio-émetteur présente la particularité de parcourir une distance importante (environ 6 km) entre sa zone d'activité principale (plateau de St Hubert) et sa zone refuge (Bois d'Awenne). Dans le cas de cet animal, il est difficile de dis-

tinguer la zone d'activité principale de la zone refuge. Le plateau de St Hubert est principalement utilisé en période de mise-bas et en hiver, puisqu'un nourrissage supplétif y est assuré pendant toute la période légale. A d'autres moments de l'année, le Bois d'Awenne est utilisé en priorité, notamment pendant l'automne. La localisation quoti-

dienne de cet animal depuis son marquage (mars 2000) nous a permis de mettre en évidence un minimum de 74 déplacements de 6 km (Tableau 3). Ces déplacements ont ensuite été mis en relation avec les jours de la semaine, d'une part, et trois périodes de l'année – chasse, vacances scolaires et autres – d'autre part.

Figure 2 – Hertogenwald occidental, cerf Marc II (24/5 – 24/6/03, n = 236) : domaine vital MCP 100 % (gris clair) = 1068 ha vs kernel 95 % (gris foncé) = 49 ha.



La fréquence des déplacements dépend de la période de l'année, comme le montre le test d'ajustement de χ^2 ($\chi^2_{\text{observé}} = 15,53 > \chi^2_{\text{théorique}} (2ddl) = 5,99$). Le calcul des intervalles de confiance de Bonferroni montre un nombre de déplacements significativement plus élevé en période de chasse que pendant les autres périodes.

Toutes saisons confondues, la même analyse pour les 7 jours de la semaine ne montre aucune différence significative : chez cet animal, des départs peuvent se produire aussi bien en semaine que le week-end. Par contre, en ôtant de l'analyse les jours de battue (soit 9 jours qui ont provoqué le départ de la biche), on constate une différence significative entre les fréquences observée et attendue des déplacements ($\chi^2_{\text{observé}} = 18,68 > \chi^2_{\text{théorique}} (6ddl) = 12,6$). Hors jours de battue, la probabilité de déplacement vers une zone refuge est plus importante pendant le week-end et également le lundi généralement choisi par l'animal pour regagner sa zone d'activité principale. Ces constatations sont sans doute à mettre en relation avec une fréquentation plus importante du public les samedi et dimanche.

Tableau 3 – Synthèse des déplacements du cerf femelle « Fifine » entre le plateau de St Hubert et le Bois d'Awenne de mars 2000 à mai 2004

	Saison de chasse (oct-nov)			Vacances scolaires				Autres	Total
	Autres	Jours de battue	Total	été	Pâques	Noël	Fériers		
Lundi	1		1	1				1	10
Mardi		2	2	1	2			3	2
Mercredi	2		2				1	1	3
Jeudi	2		2	1	2			3	1
Vendredi	1	7	8					0	3
Samedi	3		3	2			1	5	6
Dimanche	7		7	2	1			3	8
Total	16	9	25	2	7	5	2	16	33

Figure 3 – Massif de St Hubert : Fréquences observée et attendues des jours avec déplacements chez le cerf femelle Fifine en fonction de trois périodes de l'année : chasse, vacances scolaires et autres jours de l'année

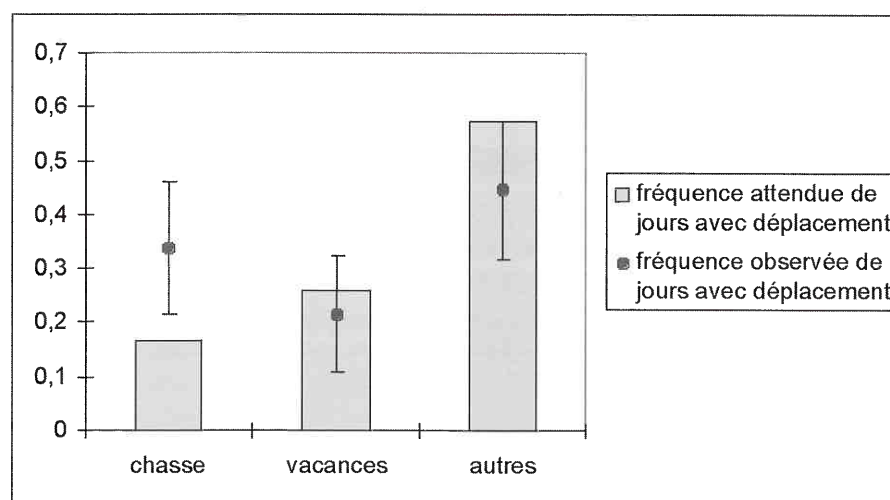
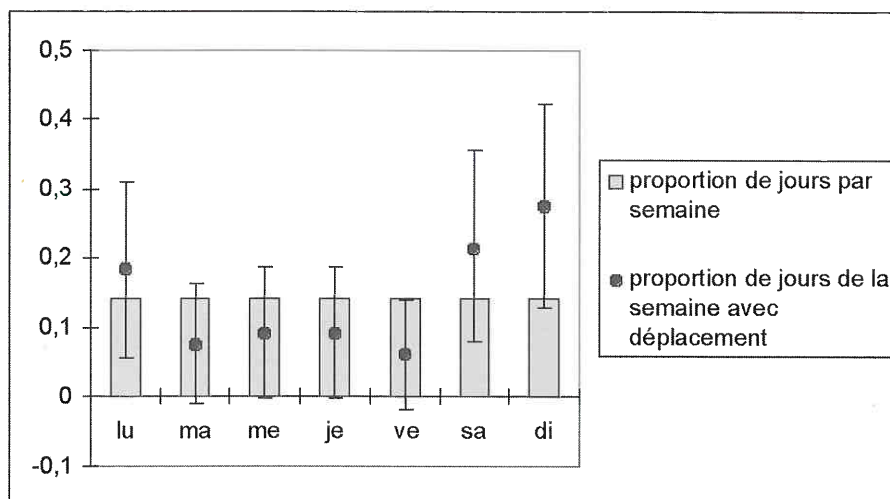


Figure 4 – Massif de St Hubert : Fréquences observée et attendues des jours avec déplacements chez le cerf femelle Fifine en fonction des jours de la semaine (journées de chasse collective exclues)



© G. SERVais

Au moindre dérangement, cette biche d'âge très avancé rallie sa zone refuge située à 6 km du plateau de St Hubert

Certaines causes de départ ont pu être identifiées avec certitude. Les délocalisations les plus évidentes correspondent aux journées de chasse collective ou aux nuits qui les suivent. En dehors de la saison de chasse, les causes de départ de Fifine sont la présence massive de visiteurs lors de visites guidées pendant la période du brame, d'excursions requérant un grand nombre de véhicules ou lors de la mise en route d'un important chantier pour la construction d'un hall forestier.

Discussion

Dans le contexte actuel où la forêt joue un rôle social de plus en plus marqué, la probabilité de contact entre le cerf et l'homme augmente sensiblement. Le dérangement occasionné par l'être humain, puisqu'il peut être dommageable pour le cerf et son habitat, doit être pris en compte dans les mesures d'aménagement de l'habitat, d'accueil et d'information du public, dans le choix des modes de chasse, ... A ce stade-ci, ces différentes mesures ne peuvent être établies que de manière empirique, faute de techniques objectives de mesure du stress chez les animaux et de leur impact.

Le suivi télémétrique d'un échantillon représentatif d'animaux marqués peut apporter une ébauche de réponse à ces questions. La majorité des résultats, basés sur un faible nombre d'observations, permet malgré tout de dégager certaines tendances et d'établir des hypothèses qui devraient être vérifiées par des expérimentations mieux ciblées. Parmi celles-ci, il apparaît que le dérangement occasionné par des promeneurs hors chemin causent un stress nettement plus important (déplacements de 153 à 874 m) que celui occasionné par des promeneurs sur chemin (déplacements de 0 à 180m). Ces résultats préliminaires montrent que l'approche hors voies et chemins induit de courts déplacements chez les animaux avec une augmentation temporaire de leur activité. L'influence de promeneurs



Le suivi intensif des animaux par le biais de colliers GPS permettra de mesurer plus précisément leur distance de fuite

© P. MOES

avec chiens ne semble pas affecter le comportement des quelques individus testés. Ce manque de réaction apparent peut être dû notamment à la faible visibilité qu'offrent les biotopes où les expérimentations ont eu lieu.

La chasse semble induire des déplacements parfois importants (de 0 à 6.8 km) vers des zones refuges où les animaux se cantonnent pendant quelques heures à quelques jours. L'impact des journées de chasse collective a pu être montré sur 8 cerfs non-boisés différents, mais le nombre d'observations ne nous permet pas d'établir avec certitude un impact plus fort des battues à cors et à cris par rapport aux poussées silencieuses. De même, il semblerait logique que les distances parcourues par les animaux impliqués dans une enceinte de chasse soient plus élevées en dehors de la saison de végétation et dans les massifs où les peuplements résineux sont minoritaires par rapport aux peuplements feuillus. Ceci devrait être le cas, plus particulièrement à St Michel Freyr, où le sous-bois de la hêtraie est peu développé. L'impact de la chasse individuelle sur le stress est très difficile à établir. Il dépend probablement de la manière dont l'approche

et l'affût sont pratiqués. En ce qui concerne l'impact du prélèvement d'un animal sur le comportement de ses congénères de harde, on a pu mettre en évidence des décantonnements parfois prolongés ou des fuites vers des zones où la chasse n'est pas pratiquée (zone de quiétude).

L'analyse de l'utilisation de l'habitat (par la mesure des déplacements ou du domaine vital) est révélatrice également de l'influence anthropique. L'éloignement par rapport aux chemins forestiers que l'on constate démontre de la prudence dont font preuve les animaux pendant la journée pour éviter tout risque de contact. Mis à part ces éléments stables que constituent les infrastructures «humaines», la maîtrise des paramètres explicatifs du dérangement est très compliquée en conditions réelles, puisque ces paramètres sont mobiles et variables dans le temps.

Conclusion

Peu d'études spécifiques existent en ce qui concerne la mesure du dérangement humain sur des espèces sauvages, en particulier sur le cerf. Le contrôle de la fréquentation humaine en forêt devrait pourtant figurer au programme des mesures de gestion cynégétique d'un massif forestier, au même titre que la gestion des ressources alimentaires par exemple. Outre les conséquences d'un stress sur le bien-être et les performances physiques du cerf, plusieurs auteurs mentionnent l'impact indirect du dérangement sur le milieu. Petrak (1998) montre notamment que l'organisation d'un tourisme raisonné, conjointement à une amélioration de la capacité alimentaire de la forêt, permet de diminuer très sensiblement l'écorçage des peuplements de production. Gérer conjointement la population de cervidés, son habitat et la pression humaine constitue un défi intéressant dans un contexte où la forêt joue, outre ses rôles écologiques et économiques, un rôle social de plus en plus marqué.

*Alain Licoppe et Julien Lievens
CRNFB - LFSC Centre de Recherche
de la Nature, des Forêts et du Bois –
Laboratoire de la Faune sauvage
et de Cynégétique. Avenue Maréchal
Juin 23, B-5030 Gembloux. Belgique*

*Hélène Verheyden
INRA - CEFS Institut National
de la Recherche Agronomique –
Comportement et Ecologie de la Faune
Sauvage. Chemin de Borde-Rouge –
Auzeville, BP 27, F-31326 Castanet –
Tolosan Cedex. France*

Bibliographie

- Adrados C. (2002) Occupation de l'espace et utilisation de l'habitat par le cerf (*Cervus elaphus* L.) en forêt tempérée de moyenne montagne. Doctorat. Toulouse : Université Paul Sabatier, 95p.
- Bender, L. C., D. E. Beyer, et al. (1999). "Effects of short-duration, high-intensity hunting on elk wariness in Michigan." *Wildlife Society Bulletin* 27: 441-445.
- Cassirer, E. F., D. J. Freddy, et al. (1992). "Elk responses to disturbance by cross-country skiers in Yellowstone national park." *Wildlife Society Bulletin* 20: 375-381.
- Coll. (2004) – Projet de Gestion intégrée du Massif forestier de St Hubert. Document cadre de développement stratégique. Fondation rurale de Wallonie, 34p.
- Creel S., Fox J.E., Hardy A., Sands J. Garrett B. et Peterson R.O. (2002) – Snowmobile activity and glucocorticoids stress responses in wolves and elk. *Conservation Biology* 16 :809-814.
- Frid A. et Dill M. (2002) Human-caused disturbance stimuli as a form of predation risk. *Conservation Ecology* 6 :11 [online] URL :<http://www.consecol.org/vol6/iss/art11>
- Grigor P.N., Goddard P.J., Littlewood C.A. et Macdonald A.J. (1998) – The behavioural and physiological reactions of farmed red deer to transport : effects of road type and journey time. *Applied Animal Behaviour Science* 56 :263-279.
- Hamann, J. L., F. Klein, et al. (1997). "Domaine vital diurne et déplacements de biches (*Cervus elaphus*) sur le secteur de la Petite Pierre (Bas-Rhin)." *Gibier Faune Sauvage* 14: 1-17.
- Hamr, J. 1988. Disturbance behaviour of chamois in an alpine tourist area of Austria. *Mountain Research and Development* 8:65-73.
- Harkonen, S., R. Heikkilä, et al. (1998). "The influence of silvicultural cleaning on moose browsing in young scots pine stands in Finland." *Alces* 34: 409-422.
- Hooge P.N. et Eichenlaub. B. (1997) – Animal movement extension to arcview. ver. 1.1. Alaska Science Center - Biological Science Office, U.S. Geological Survey, Anchorage, AK, USA.
- Jeppesen J.L. (1987) – Impact of human disturbance on home range, movements and activity of red deer (*Cervus elaphus*) in a Danish environment. *Danish Review of Game Biology* 13 :1-37.
- Kilgo, J. C., R. F. Labisky, et al. (1998). "Influences of hunting on the behavior of white-tailed deer: implications for conservation of the florida panther." *Conservation Biology* 12: 1359-1364.
- Lamerenx, F., H. Chadelaud, B. Bard, et D. Pépin (1992). Influence of the proximity of a hiking trail on the behaviour of Isards (*Rupicapra pyrenaica*) in a Pyrenean reserve. *Ongulés/Ungulates* 91, Toulouse, SFEPM-IRGM, pp 605-608.
- Licoppe A., de Crombrughe S.A., 2003: Assessment of spring habitat selection of red deer (*Cervus elaphus* L.) based on census data. *Z. Jagdwiss.* 49, 1-13.
- Maccullough D.R. (1982) – Behavior, bears and humans. *Wildlife Society Bulletin* 10 : 27-33.
- Millspaugh J.J., Woods R.J., Hunt K.E., Raedeke K.J., Brundige G.C., Washburn B.E. et Wasser S.K. (2001) Fecal glucocorticoid assays and the physiological stress response in elk. *Wildlife Society Bulletin* 29: 899-907.
- Petrak M (1998) Integration of the demands of red deer (*Cervus elaphus*) and man in relation to forestry, hunting and tourism. *Gibier Faune Sauvage* 15: 921-926.
- Saint Louis, A., J. P. Ouellet, et al. (2000). "Effects of partial cutting in winter on white-tailed deer." *Canadian Journal of Forest Research* 30: 655-661.
- Schultz, R. D. et J. A. Bailey (1978). "Responses of National park elk to human activity." *Journal of Wildlife Management* 42: 91-100.
- Sibbald A., Hooper R.J., Gordon I.J. et Cumming S. (2001) – Using GPS to study the effect of human disturbance on the behaviour of red deer stags on a highland estate in Scotland. 39-43 in: *Tracking Animals with GPS*. Macaulay Land Use Research Institute. Aberdeen. UK.
- Szemethy L., Heltai M., Matrai K. et Peto Z. (1998) Home ranges and habitat selection of red deer (*Cervus elaphus*) on a lowland area. *Gibier Faune sauvage* 15 :607-615.
- Von der Ohe C.G. et Servheen C. (2002) – Measuring stress in mammals using fecal glucocorticoids: opportunities and challenges. *Wildlife Society Bulletin* 30 :1215-1225.
- Walther F.R. (1969) Flight behaviour and avoidance of predators in Thomson's gazelle (*Gazella thomsoni*: Guenther 1884). *Behaviour* 34 :184-221.

Perturbation de la végétation par les éléphants et distribution spatiale des gorilles de plaine de la forêt du Dja (Est Cameroun)

NGUENANG G.M / ngeunang@yahoo.fr / DUPAIN J / Jef.dupain@zooantwerpen.be
et NKONGMENECK B.A.

Il a été démontré depuis longtemps que l'éléphant des forêts africaines (*Loxodonta africana cyclotis*), joue un rôle très important dans la dissémination des graines de plusieurs espèces végétales par endozoochorie (White, 1995, Debroux, 1998). Ils contribuent ainsi à la dynamique de régénération et à la conservation du patrimoine génétique de la forêt. Il est cependant également établi que ces éléphants ont une action perturbatrice (Letouzey, 1985). Au cours de leur déplacement et pour leur nutrition ils cassent des arbustes dont ils se nourrissent des organes végétatifs. Ils créent ainsi des ouvertures dans la forêt. Le micro climat qui en découle est à l'origine des faciès particuliers de la végétation qui s'installent et qui ne sont pas sans conséquence sur l'utilisation de l'habitat par les animaux, notamment les grands mammifères comme les gorilles de plaine (*Gorilla gorilla gorilla*). Tutin et al. (1993) ont montré au cours d'une étude dans la réserve de Loango au Gabon que l'utilisation de l'habitat par les Gorilles loin d'être aléatoire subit l'influence de plusieurs facteurs liés au type d'habitat et aux phénomènes environnementaux.

Dans le cadre d'un projet sur la socio-écologie des grands singes en périphérie de la réserve de faune du Dja (Dupain, 2001), nous avons mené une prospection dans l'optique de montrer par une méthode simple l'action des éléphants dans le site, d'identifier les faciès particuliers de la végétation qui en résultent et de déterminer les implications sur la distribution spatiale des nids de Gorilles.

Site et contexte de l'étude

La forêt du Dja fait partie de la grande région Guinéo-congolaise d'après la classification établie par Letouzey (1965; 1985) et White (1983).

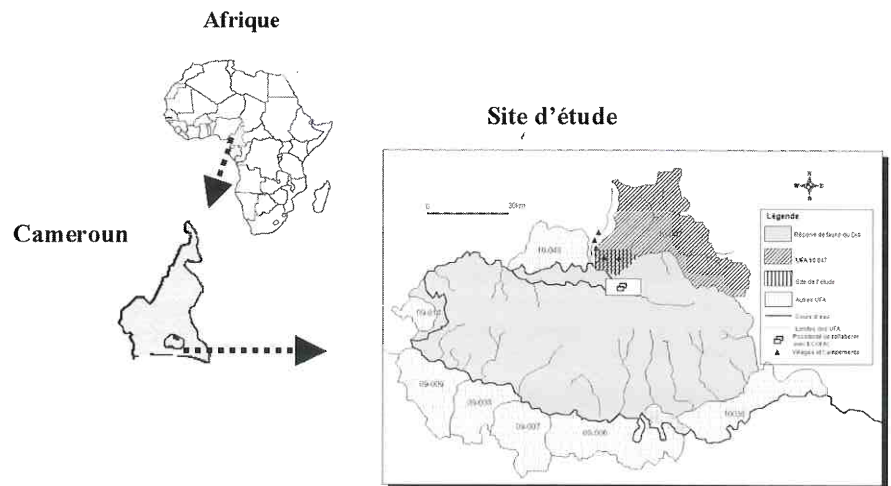


Tableau 1: Différents faciès de la végétation recensés dans le site d'étude.

Faciès de la végétation	Proportion
Forêt dense primaire (FDP)	15%
Forêt dense secondaire âgée (FSDA)	21%
Forêt dense secondaire (FDS)	23%
Forêt secondaire jeune (FSJ)	4%
Forêt secondaire jeune à Marantacées (FSJM)	6%
Forêt ripicole (RIP)	7%
Raphiaie (RAP)	9%
Trouée forestière (TF)	5%
Trouée forestière à éléphant (TF-élé)	7%
Fourré galerie (GA)	1%
Piste forestière (PI)	2%
Clairière marécageuse (CL)	0,08%

Le site d'étude se situe dans la forêt faisant partie du terroir traditionnel des villages Malen V, Mimpala et Doumo-Pierre (Est-Cameroun), à près de 10 km à vol d'oiseau de la limite nord de la Réserve de Faune du Dja. D'après le classement des forêts issu du plan de zonage forestier du Cameroun méridional (Cote, 1993), le site d'étude est localisé dans l'UFA¹ 10047 attribuée à la société forestière FIPCAM.

Ce travail se situe dans le cadre des recherches scientifiques sur les primates et sur leur conservation en collaboration avec les populations locales, menées depuis plusieurs années en Afrique Central par le Centre for Research and Conservation de la Société royale zoologique d'Anvers sur les primates.

Action des éléphants sur la végétation

Nous avons compté sur 104 km de transects (des transects de 5 à 6 km équidistants de 500m et jalonnés tous les 50m), les réseaux de pistes d'éléphants traversés.

Les pistes d'éléphants situées à moins de 100m les unes des autres ont été considérées comme appartenant à un même réseau. Nous n'avons pas fait de distinction entre les différents sen-

¹ UFA: Unité Forestière d'Aménagement, soit une concession forestière accordée par l'Etat aux exploitants forestiers pour une durée de 30 ans



Forêt dense secondaire jeune à Marantacées (perturbée par les éléphants)

tiers d'éléphants telle que faite par Vanleeuwe et Gautier-Hion (1998) au Parc national d'Odzala (Congo).

Une caractérisation des différents faciès de la végétation a été faite le long des transects. Douze faciès de végétation ont été identifiés dans le site d'étude (voir tableau 1) (Nguenang et Dupain 2002).

Les faciès particuliers de la végétation résultant de l'action spécifique des éléphants ont été notés. Ce sont notamment les trouées forestières à éléphant (TF-él), les forêts secon-

dares jeunes à Marantacées et les clairières marécageuses.

Les trouées forestières à éléphant sont des ouvertures créées par les éléphants sur des rayons compris généralement entre 10 et 20 m. Elles sont marquées par la présence des arbustes cassés. Parfois aussi, les éléphants amplifient de petits chablis naturels.

La forêt secondaire jeune à Marantacées (plantes herbacées et lianescentes) est similaire aux forêts à Marantacées rencontrées à l'extrême Sud-Est du Cameroun et au Nord du Congo.



Sous bois forêt dense secondaire âgée

Elle est caractérisée par un sous bois très touffu, continu, élevé entre 5 et 10 m, dominé par les Marantacées, les espèces suffrutescentes et des lianes de petits diamètres. Quelques arbres émergent de manière éparse dans cette végétation. Elle résulte ici de l'action combinée de l'homme dans un passé plus ou moins récent et de l'action permanente des éléphants sur la végétation. Quelques indices tels que les vestiges de grandes fosses utilisées jadis comme pièges d'animaux et les grands palmiers qu'on y rencontre, montrent bien que ce sont des anciens sites d'habitation humaine abandonnés il y a plus d'un demi siècle. Il existe donc une différence fondamentale avec les forêts à Marantacées typiques décrites par White et al. (1992), qui elles, ont une origine liée aux phénomènes paleo-environnementaux, notamment aux changements climatiques importants observés au quaternaire. Lejoly, (1996) a identifié dans la Réserve de Faune du Dja des forêts à Marantacées très localisées et peu importantes. Ces forêts sont peu étendues et encastées dans les formations forestières plus ou moins matures.

Les clairières marécageuses (ou prairies marécageuses) forment des poches de rayon variant entre 5 et 40 m dans les raphiales. Elles apparaissent comme l'une des phases initiales d'une dynamique d'atterrissement ou de comblement (Lejoly, 1996) des bas fonds marécageux résultant des phénomènes géomorphologiques aboutissant à la mise en place des raphiales ou des forêts ripicoles. Elles peuvent aussi résulter d'un phénomène d'évolution régressive suite à la création de grandes ouvertures dans les raphiales du fait de l'action des éléphants.

La présence de nombreuses traces marquent les faciès de végétation perturbés par les éléphants: empreintes de pattes, pistes, crottes, arbres écorcés. Le tableau 2 montre les espèces recensées le long des transects parcourus par les éléphants pour leur alimentation

Sur la forêt de terre ferme des ré-

Tableau 2: Quelques espèces dont les organes végétatifs (écorces, tige, feuilles) sont consommés par les éléphants

Espèces	Forme biologique	Partie consommée	Fréquence (%)
<i>Petersianthus macrocarpus</i>	Arbre	Ecorce	25,0
<i>Pentaclethra macrophylla</i>	Arbre	Ecorce	19,2
<i>Abizia coriana</i>	Arbre	Ecorce	6,7
<i>Antrocaryon klaineum</i>	Arbre	Ecorce	5,8
<i>Ompholocarpium procera</i>	Arbre	Ecorce	4,8
<i>Amphimas pterocarpoides</i>	Arbre	Ecorce	3,8
<i>Cylicodiscus gabonensis</i>	Arbre	Ecorce	3,8
<i>Gambeya lacourtiana</i>	Arbre	Ecorce	2,9
<i>Irvingia grandifolia</i>	Arbre	Ecorce	2,9
<i>Pteleopsis hylodendron</i>	Arbre	Ecorce	2,9
<i>Concoba glauca</i>	Arbuste	Feuille	1,9
<i>Macaranga barteri</i>	Arbre	Ecorce	1,9
<i>Plagiotyle africana</i>	Arbre	Feuille	1,9
<i>Tetracera podotricha</i>	Liane (à eau)	Tige	1,9
<i>Tetrapleura tetrapleura</i>	Arbre	Ecorce	1,9
<i>Allamblackia floribunda</i>	Arbre	Ecorce	1,0
<i>Abizia glaberina</i>	Arbre	Ecorce	1,0
<i>Annonidium mannii</i>	Arbre	Ecorce	1,0
<i>Milicia excelsa</i>	Arbre	Ecorce	1,0
<i>Cissus dinklagei</i>	Liane (à eau)	Tige	1,0
<i>Drypetes sp.</i>	Arbuste	Feuille	1,0
<i>Entandrophragma angolensis</i>	Arbre	Ecorce	1,0
<i>Enantia chlorantha</i>	Arbre	Ecorce	1,0
<i>Entada gigas</i>	Liane	Ecorce	1,0
<i>Erythrophleum suaveolens</i>	Arbre	Ecorce	1,0
<i>Irvingia gabonensis</i>	Arbre	Ecorce	1,0
<i>Lecaniodiscus cupanioides</i>	Arbre	Ecorce	1,0
<i>Polyalthia suaveolens</i>	Arbre	Ecorce	1,0
Total			100,0

seaux de pistes d'éléphant sont bien identifiables. Dans la forêt ripicole, la forêt marécageuse et les clairières marécageuses, les empreintes sont innombrables. Pour Vanleeuwe et Gautier-Hion (1998), cette présence élevée d'empreintes pourrait être le résultat d'un comportement de surveillance antiprédateur des éléphants acquis depuis de longues années, avant de pénétrer dans la clairière où ils ont expérimenté depuis de longues années un braconnage intense. Une moyenne de 3,7 réseaux de pistes au km est rencontrée dans le site, toutes formations confondues. Ceci révèle une grande circulation des éléphants. Nzoo Dongmo (2001) signale la présence d'une grande densité d'éléphant dans le secteur de la Réserve de faune du Dja situé à une dizaine de km de notre zone d'étude et penche pour l'existence d'un couloir de migration de ces grands mammifères vers l'extérieur de la réserve. La dynamique de reconstitution au niveau de ces faciès perturbés passe par une phase dominée par les herbacées notamment les Marantacées qui constituent une source alimentaire pour les éléphants et les gorilles.

Tableau 3: Distribution des groupes de nids de gorilles dans les différents faciès de la végétation: comparaisons des données théoriques aux données observées.

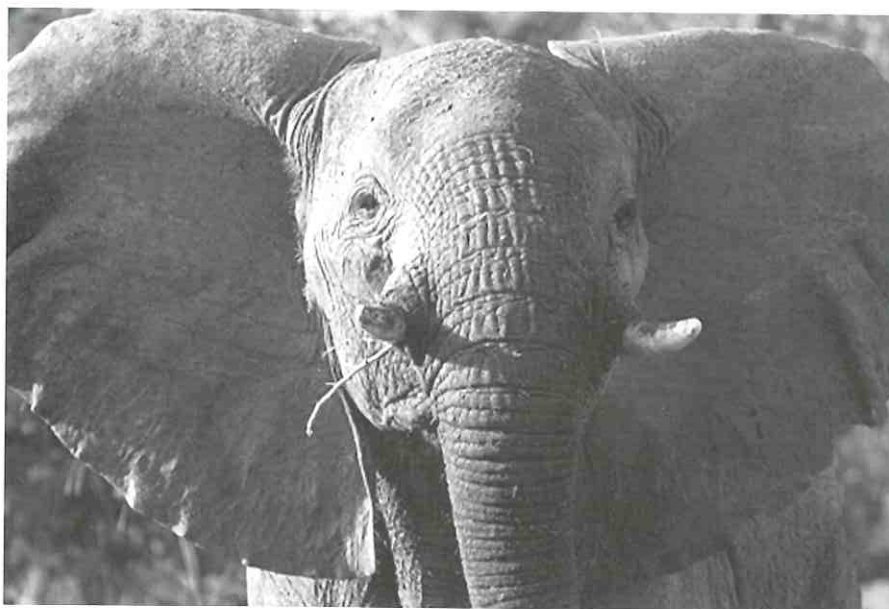
Faciès de la végétation	Proportion (pi)	Nombre de groupes de nids de Gorilles	
		Théorique (npi)	Observé
Forêt dense primaire (FDP)	15%	9	0
Forêt dense secondaire âgée (FSDA)	21%	12	2
Forêt dense secondaire (FDS)	23%	13	4
Forêt secondaire jeune (FSJ)	4%	6	12
Forêt secondaire jeune à Marantacées (FSJM)	6%	3	8
Forêt ripicole (RIP)	7%	4	5
Raphiale (RAP)	9%	5	13
Trouée forestière (TF)	5%	3	4
Trouée forestière à éléphant (TF-élé)	7%	4	13
Fourré galerie (GA)	1%	1	2
Piste forestière (PI)	2%	1	1
Clairière (CL)	0,08%	0	0
Total (n)		58	58

***Place des faciès de la
végétation résultant
de l'action des éléphants
dans l'utilisation de l'habitat
par les gorilles***

Tout au long des transects nous avons détecté les nids de gorilles de part et d'autre du transect. Nous avançons à une vitesse inférieure ou égale à 1 km/h. Nous avons noté non seulement les nids détectables à partir du transect mais aussi ceux observés en s'écartant de celui-ci pour évaluer les groupes de nids. Nous avons considéré les nids situés à moins de 20 m d'intervalle comme faisant partir d'un même groupe malgré les différences pouvant exister au niveau des classes d'âges (Tutin et Fernandez 1984). La distribution des nids dans les différents faciès est donnée dans le tableau 3.

Les gorilles ont une nette préférence pour les formations végétales secondaires jeunes et les forêts marécageuses. Ces observations sont en accord avec les résultats obtenus par plusieurs spécialistes qui affirment que les gorilles sont en forte concentration dans les forêts secondaires (Dupain et al. 2004). Compte tenu des différents états de secondarisation de la forêt, une différenciation des forêts secondaires se justifie. En effet, il ressort de nos observations que la densité des gorilles est plus élevée dans les formations secondaires jeunes, dont le sous-bois est encore riche en Marantacées et Zingiberacées. Plus une forêt secondaire tend vers un état climacique, plus la densité de son sous bois en Marantacées diminue, surtout lorsque l'action des éléphants n'est pas présente (Nguenang et Dupain 2002).

Williamson et Usongo (1998) ont également observé dans la Réserve de faune du Dja une grande densité des gorilles dans les formations marécageuses. Ils expliquent cela par l'abondance dans ces formations végétales des Marantacées et surtout de certaines espèces spécifiques telles: *Marantochloa* spp., *Halopegea azurea* dont les organes végétatifs sans épines sont excellents pour la construction



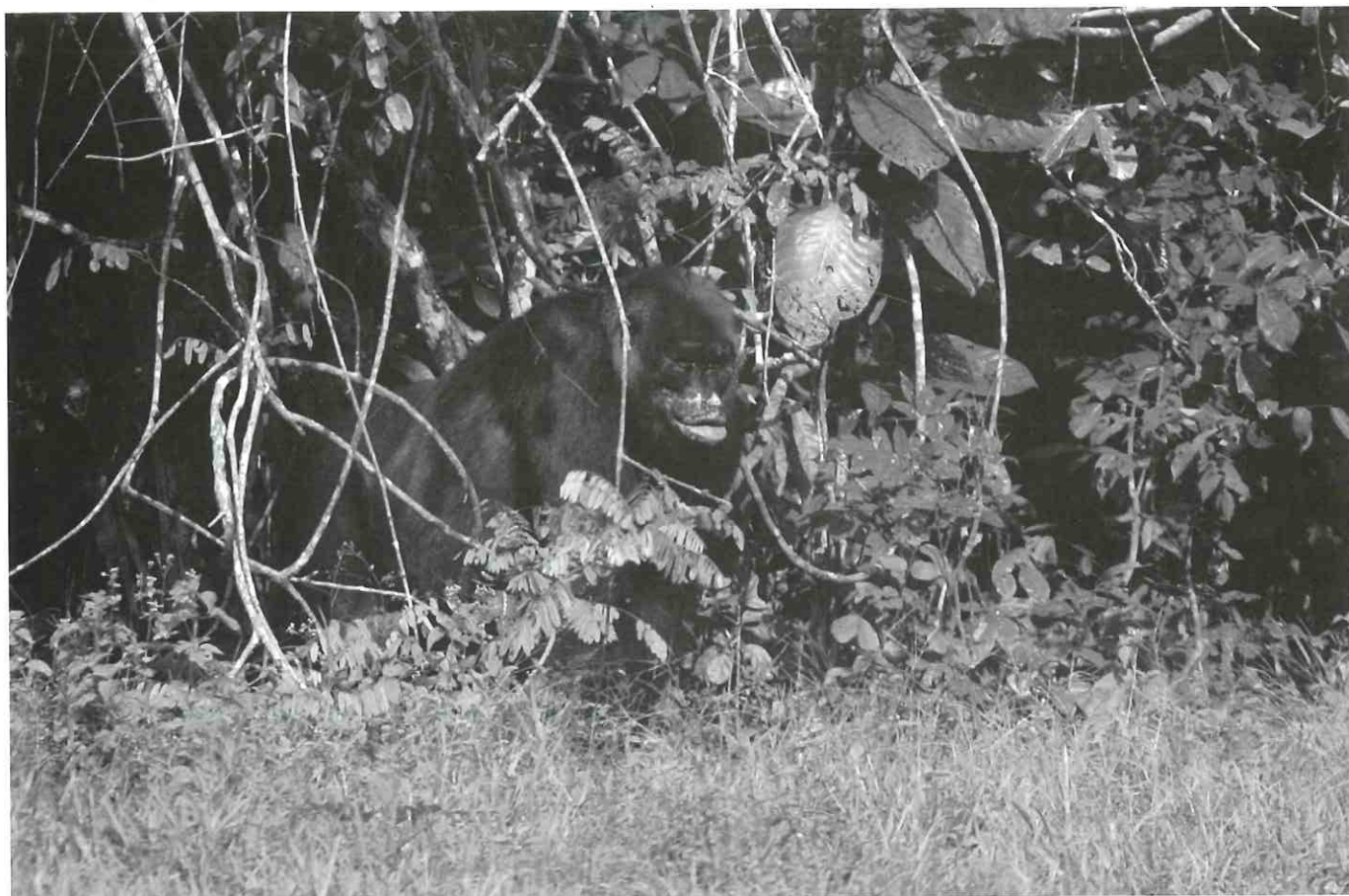
Eléphant

© D. CORNELIS



Forêt secondaire

© J.L. DOUCET



© PIRONIO

Gorille de plaine

des nids. Blake (1995) présume quant à lui que les gorilles utilisent ces zones marécageuses comme des refuges contre les chasseurs.

Les groupes de nids observés dans les clairières marécageuses étaient hors des transects. Ce faciès serait aussi un habitat de choix pour les gorilles.

Conclusion

Les études de Tutin et al. (1993) ont montré que le passage nocturne des éléphants dans un site peut perturber le sommeil des gorilles qui évitent de construire leurs nids au sol. Il ressort tout de même de nos observations que l'action des éléphants sur la végétation peut a posteriori conduire à des faciès particuliers propices pour les gorilles.

Une corrélation négative est de manière générale observée entre l'acti-



© NGUENANG

Le nid de gorille est généralement constitué des feuilles de Marantacées

vité humaine (aujourd'hui la chasse, l'agriculture...) et la densité des animaux, notamment les grands mammifères dans l'espace forestier. Cependant l'action humaine dans un

passé plus ou moins récent loin des lieux d'habitation actuels, contribue avec l'action combinée des éléphants, à l'installation d'un habitat préférentiel pour les gorilles tel que les forêts

secondaires jeunes à Marantacées identifiées dans notre site d'étude.

La nouvelle législation forestière camerounaise en accord avec la communauté internationale en matière de gestion durable des ressources naturelles, impose aux exploitants forestiers un plan d'aménagement de leur concession. Dans ce cadre, l'exploitant forestier doit proposer un secteur de protection généralement délimité en fonction de son intérêt pour la végétation ou pour certaines espèces animales (généralement la grande faune et les espèces chassées par les villageois). Comme le montre cette étude les zones marécageuses et les forêts secondaires jeunes à Marantacées sont des habitats préférentiels pour l'éléphant et le gorille de plaine. A ce titre, les aménagistes forestiers devraient envisager leur mise en zone de protection dans les UFA en cours d'aménagement.

Nguenang, G.M.

*Université de Yaoundé 1, B.P. 20302
Yaoundé, Cameroun*

Dupain, J.

*Centre for Research and
Conservation, Royal Zoological
Society of Antwerp, Koningin
Astridplein 26, 2018 Antwerp,
Belgium*

Nkongmeneck, B.A.

*Université de Yaoundé 1, Laboratoire
de Botanique et d'Ecologie, B.P. 812,
Yaoundé, Cameroun*

Bibliographie

- BLAKE S. , ROGERS E, FAY J.M, NGANGOUE M. et BEKE G. (1995). Swamp gorillas northern Congo. *Afr. J. Ecol.*: 33, 285-290.
- COTE, S. (1993). Plan de zonage du Cameroun forestier méridional: objectifs, méthodologie, plan de zonage préliminaire. Agence Canadienne de Développement International, 55p.
- DEBROUX L. (1998). L'aménagement des forêts tropicales fondé sur la gestion des populations d'arbres: l'exemple du Moabi (*Baillonella toxisperma* Pierre) dans la forêt du Dja, Cameroun. Thèse de Doctorat, FUSAG., 283 p
- DUPAIN (2001). Conservation des grands singes près de la réserve de Dja. *Gorilla Journal*. N° 23, 18 - 20.
- DUPAIN J. G., NGUENANG G.M., DE VLEESCHOUWER K. et VAN ELSACKER L. (2004). High chimpanzee and gorilla densities in a non-protected area on the northern periphery of the Dja Faunal Reserve, Cameroon. *Oryx*, 38(2), 209 - 215
- LEJOLY J. (1996). Synthèse régionale sur la biodiversité végétale des ligneux dans 6 sites du Projet ECOFAC en Afrique Centrale. Rapport ECOFAC. AGRECO/CIRAD-FORET, 81p.
- LETOUZEY R. (1965). Etude phytogéographique du Cameroun. Edition P. Lechevalier, Paris, 511p.
- LETOUZEY R. (1985). Carte phytogéographique du Cameroun et notice. Inst. Carte. Internat. Végétation, Toulouse, 240 p.
- NGUENANG G.M. et DUPAIN J. (2002). Typologie et description morpho-structurale de la mosaïque forestière du Dja : Cas du site d'étude sur la socio-écologie des grands singes dans les villages MalenV - Doumo-Pierre et Mimpala (Est-Cameroun). Société Royale Zoologique d'Anvers - MINREST - Univ. Yaoundé I, 40p. + annexes.
- NZOOH DONGMO Z.L. (2001). Dynamique de la faune et des activités anthropiques dans la Réserve de Biosphère du Dja et ses environs. MINEF/ECOFAC, 75p.
- TUTIN C. E. G. et FERNANDEZ M. (1984). Nationwise census of gorilla (*Gorilla g. gorilla*) and chimpanzee (*Pan t. troglodytes*) population in Gabon. *Am. J. Primatology*. 6: 313 - 336.
- TUTIN C. E. G., PARNELL R.J., WHITE L. J.T. et FERNANDEZ M. (1993). Nest building by low land Gorilla in the Lopé Reserve, Gabon: environmental influence and implication for censusing. *Int. J. Primatology*, 16 (1), 53 - 76
- VANLEEUEWE H. et GAUTIER A. (1998) Forest elephant paths and movements at the Odzala National Park, Congo: the role of clearings and Marantaceae forest. *Afr. J. Ecol.* 36, 174-182.
- WHITE F. (1983). The vegetation of Africa. A descriptive memoir to accompany the UNESCO/AEFAFAT vegetation map of Africa UNESCO, Paris France.
- WHITE L. et OSLISLY R. (1992). A window on the history of the central African rain forests. *Proceeding Seminaire FORAFRI*, Libreville, 31p
- WHITE L. J.T. (1995). Factors affecting the duration of elephant dung-pile in rain forest in the Lopé Reserve. Gabon. *Afr. J. Ecol.* 33, 142 - 150
- WILLIAMSON L. et USUNGO B. (1998). Résumé des inventaires biologiques: zoom sur le recensement de gorilles, chimpanzés, éléphants et singe diurnes du Dja. *Canopée* 12 , 4 - 5

L'archipel calaminaire entre Liège et Aix-la Chapelle

Par J.-F. Hermanns / jfhermanns@ulg.ac.be

Les terrains métallifères sont ceux qui recèlent de fortes concentrations en métaux comme le plomb, le zinc, le cadmium, le cuivre, le nickel, le fer, etc. Un cas particulier est celui des terrains calaminaires. Cet adjectif est dérivé du nom d'un minerai riche en zinc, la calamine.

Entre Liège et Aix-la Chapelle on trouve des sites calaminaires sur des affleurements de gisements métallifères et sur des dépôts d'origine minière ou métallurgique. Dans ces gisements, le minerai primaire est la blende zonaire qui se compose de sulfures de plomb, de zinc et de fer. Ces minéralisations sont d'origine hydrothermale et se sont déposées dans des failles en terrain carbonaté. Les filons se sont mis en place lors de phénomènes tectoniques en relation avec la formation du graben du Rhin il y a environ 250 millions d'années. Vers la surface du sol les sulfures subissent une série d'altérations par oxydation, hydroxylation, échanges de cations..., ce qui aboutit à la formation des minerais secondaires

(Fig. 1). Il s'agit de limonite, constituée d'un mélange d'oxydes et d'hydroxydes de fer, de cérusite, un carbonate de plomb et de calamine qui est un mélange de carbonates et de silicates de zinc (DEBLOND, 1988).

Jusqu'au début du dix-neuvième siècle, le seul minerai exploité a été la calamine. Ceci est dû à des raisons technologiques: à la différence d'autres métaux le zinc ne peut être produit par seule fusion thermique du minerai. Par contre la fusion dans des creusets où la calamine était mélangée à du cuivre natif en atmosphère réductrice (charbon de bois) permettait d'obtenir le laiton, amalgame de cuivre (65%) et de zinc (35%) (HOLTZ, 1994).

Une véritable innovation métallurgique se produisit au début du dix-neuvième siècle lorsque le liégeois DONY (1759-1819) parvint à obtenir du zinc pur en utilisant comme matière première de l'oxyde de zinc. L'oxyde de zinc provenait de la calcination de la calamine ou du grillage de la blende. Le succès du nouveau métal provoqua une ruée pour exploiter la blende qui se trouvait en profondeur dans les anciennes minières et qui n'avait jamais été extraite auparavant, faute de procédé pour la valoriser. Parallèlement à l'activité minière, plusieurs sites majeurs pour la métallurgie du zinc se développèrent dans la région au dix-neuvième et au vingtième siècle (HERMANN, 1999). Actuellement la «métho-



Le Rocheux : sols rouges.

© J.F. HERMANN



Le Rocheux: coulée de schlamme, vestige du site de lavage de la blende au 19^{ème} siècle.

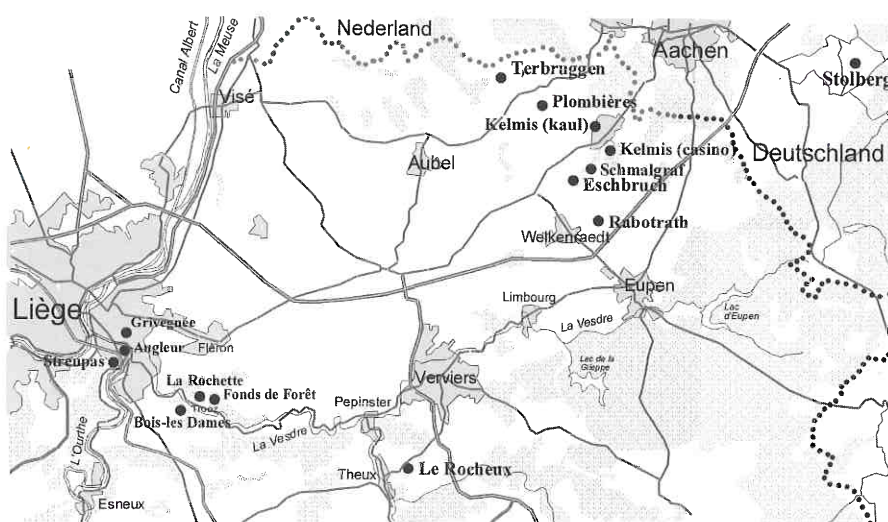
de liégeoise» d'élaboration du zinc est remplacée par la technologie par électrolyse et les gisements sont épuisés. L'industrie du zinc s'est déplacée vers d'autres contrées du monde.

Les sites calaminaires actuels de la partie nord-est de la province de Liège sont soit des affleurements métallifères en place, soit le résultat des activités minières et métallurgiques (voir la carte). Le Streupas, le Rocheux, Koul constituent des exemples d'affleurements de filons métallifères. Comme exemples de dépôts par sédimentation après transport aérien de poussières industrielles, la savane de Prayon, le piton de la Rochette et le Bois-les-Dames à Chaudfontaine ou les coteaux de Grivegnée et d'Embourg. Au Rocheux on trouve des traces de bures d'extraction, d'exhaure et de recherches, des haldes et une coulée de schlamme, vestige du lavage du minéral. Le site de Plombières est riche en déblais d'extraction et en terrils de scories. L'île aux Corsaires à Angleur est constitué par des remblais d'origine métallurgique. Le site du Casino à Kelmis est occupé par des dépôts d'extraction de la mine de Schmalgraf et par des remblais de scories. Le Lontzenerbach présente une série de sites d'extraction et une voirie dont l'assiette est constituée de remblais calaminaires. Chacun de ces sites constitue une trace de l'histoire industrielle de notre région. Les terrains calaminaires sont hostiles à la colonisation végétale car ils sont ri-

ches en métaux lourds. Les espèces végétales capables de tolérer la présence de métaux lourds dans le sol sont classées en métallophytes et en pseudométallophytes. Les métallophytes sont le plus souvent des espèces hyperaccumulatrices de métaux lourds. Elles sont typiquement inféodées aux sols calaminaires. Ce sont les endémiques calaminaires. Il est vrai qu'elles pourraient pousser aussi sur d'autres substrats, mais dans ce cas elles vont être rapidement supplantées par les autres éléments du tapis végétal dont elles ne supporteront pas la concurrence. Les pseudométallophytes sont des espèces répandues dans des milieux variés, mais caractérisées par le fait qu'elles possèdent des particularités biologiques leur permettant de résister aux

conditions toxiques locales. Métallophytes et pseudométallophytes sont donc capables de coloniser les substrats calaminaires (DUVIGNEAUD, 1983). Habituellement les pseudométallophytes tendent à former sur les sites calaminaires des associations végétales calcicoles, silicicoles, nitrophiles, etc..., mais ce sont des associations végétales incomplètes et où certaines des compagnes sont sur-représentées: la campanule à feuilles rondes, l'agrostis, le polygala, le genêt des teinturiers... (HERMANN, 2004). Une autre particularité du tapis végétal calaminaire est la présence de certaines espèces parasites (p. ex. la cuscute). Il est possible que le parasitisme permette à ces plantes de prospérer sans être affectées par la toxicité du sol. Enfin, il faut noter qu'aucun arbre n'est tolérant aux métaux lourds. Les sites calaminaires sont donc spontanément des milieux ouverts.

Sur les terrains calaminaires, le développement de la couche d'humus est très réduit, voire inexistant; il n'existe pas d'horizon pédologique (PAHAUT, 1968). En effet les métaux lourds réduisent l'activité de la microfaune du sol. L'humification étant réduite, la litière, peu dégradée s'accumule en surface. En conséquence, les propriétés physico-chimiques des terrains calaminaires sont directement liées à celles du substrat minéral local. La structure du substrat rocheux, la teneur en métaux lourds, les propriétés acides ou basiques,... sont donc les facteurs primordiaux du développement de la couverture végétale. Il faut aussi considérer le microrelief, la pro-





Prayon: les dépôts éoliens de poussières métallurgiques ont entraîné une altération du couvert végétal. Les pâturages et la forêt sont remplacés par une lande à *Agrostis* et à espèces calaminaires.

ximité de la nappe aquifère, le drainage de l'eau de pluie, les particularités de l'absorption thermique des sols rouges, gris ou noirs, etc. Il est donc possible sur les terrains calaminaires de décrire une typologie du couvert végétal dont les faciès les plus caractéristiques sont le sol nu, la steppe, la pelouse calaminaire, la pelouse calcaire à espèces calaminaires, la lande silicicole à espèces calaminaire, la friche à fromental, la savane, le marécage... Ces différents faciès sont d'une remarquable stabilité. Par exemple au Rocheux, on trouve encore des aires où le sol reste nu en 2005, alors que l'exploitation minière du site a été définitivement arrêtée en 1880.

Le processus évolutif ayant permis l'apparition de la végétation calaminaire était probablement en cours au pléistocène, époque où dans nos régions régnaient les conditions climatiques d'une steppe froide périglaciaire. Sur les affleurements calaminaires naturels la pression de sélection darwinienne a favorisé l'apparition de populations végétales ayant développé divers mécanismes de tolérance aux métaux lourds. Lors du réchauffement

climatique qui a suivi les glaciations, la forêt s'est installée partout sauf sur certains sites hostiles au développement forestier, comme les prés salés, les tourbières, les alpages, les sites métallifères, etc. La végétation en place a donc pu y poursuivre sa différenciation spécifique. Par la suite, la végétation calaminaire a investi de proche en proche des sites artificialisés par l'activité minière et métallurgique. La végétation calaminaire est donc installée dans ses localités depuis une époque plus ancienne que celle de l'installation de la forêt dans nos régions. Un autre point important est le fait que les différents sites calaminaires actuels sont isolés les uns des autres, ce qui est un facteur de dérive génétique des populations locales. L'étude génétique des différentes populations reste à faire, mais on est frappé de constater certaines différences morphologiques évidentes. J'ai noté par exemple que à Plombières le pourcentage de violettes calaminaires à pétales bleus est plus élevé qu'au Rocheux.

Les zoocénoses inféodées aux biotopes calaminaires sont en cours d'exploration. A ce jour le cas qui a été élucidé avec le plus de détail est celui du

papillon *Issoria lathonia*, le Petit Nacré. Il a été prouvé que cet insecte, réputé migrateur en Wallonie, pouvait accomplir la totalité de son cycle vital dans l'archipel calaminaire de l'Est de la Belgique, où il a établi une métapopulation. L'activité générale du papillon, dont l'accouplement, bénéficie de la thermophilie du sol. La ponte est déposée sur les feuilles de la violette calaminaire ou du tabouret calaminaire, rarement sur *Agrostis capillaris*. Quelle que soit la plante choisie, les pontes s'effectuent toujours au ras du sol. Les chenilles se nourrissent des feuilles de la violette calaminaire. La reproduction du papillon exige donc une couverture végétale clairsemée. D'autres papillons sont liés au tapis végétal calaminaire pour la ponte et/ou la nutrition des chenilles, dont *Clossiana selene* et *Argynnis aglaja* (ERTZ, 2001). La larve de la coccinelle *Subcoccinella vigintiquatuorpuntata* se nourrit sur le silène calaminaire (BAUGNEE, 2000). Ces insectes doivent être métallorésistants, puisqu'ils se nourrissent de plantes hyperaccumulatrices de métaux lourds (MAQUINAY & RAMAUT, 1960). La sélection des caractères génétiques responsable



Faciès steppique du couvert végétal calaminair.

des mécanismes de métallorésistance (excrétion de toxiques, production d'agents chélateurs,...) est certainement favorisée chez certaines espèces d'insectes par l'isolement des populations et par la fréquence des générations. Ce dernier point est à considérer chez *Issoria lathonia* qui réalise trois générations par an.

Un écosystème résulte de l'interaction entre un milieu physique et des biocénoses. Dans les écosystèmes terrestres, les composants abiotique de l'écosystème sont le substrat géologique et le (micro)climat. Les composants biotiques sont la couche d'humus, le couvert végétal et les zoocénoses. Les interactions entre le milieu et les biocénoses (dont les chaînes trophiques) doivent être équilibrées pour que fonctionne l'écosystème. A la lumière de toutes les recherches biologiques effectuées, il est clair que l'archipel calaminaires entre Liège et Aix-la-Chapelle constitue un véritable écosystème. Du fait du développement réduit de la couche d'humus, les contraintes abiotiques, dont la toxicité du sol imposent des conditions extrêmement sélectives au développement de la végétation. La sélection est qualitative (espèces rares ou endémiques) mais aussi quantitative (faciès désertique, steppe, pelouses

rases). Des zoocénoses sont inféodées à ces biotopes calaminaires. L'écosystème calaminair est stable, puisqu'il a persisté dans nos régions depuis l'époque des glaciations.

Conclusion:

Les sites calaminaires ont d'abord été explorés par les botanistes et les phytosociologues qui les ont vus comme le milieu de plantes rares et d'associations végétales inédites (HERMANNNS & RENARD, 1988).

Des recherches ont été effectuées par

les physiologistes et les toxicologues pour élucider les mécanismes de tolérance aux métaux lourds qui caractérisent les métallophytes et les pseudo-métallophytes. Ces travaux sont à poursuivre et à élargir en étudiant les espèces animales inféodées à ces milieux.

La notion d'une sélection darwinienne des espèces calaminaires ouvre de nouveaux chantiers d'investigations en ce qui concerne la génétique des populations.

Mais au-delà de ce volet scientifique, il est démontré que l'archipel calaminair constitue un écosystème caractéristique de notre région. Cet écosystème est parfaitement naturel, même s'il a été remodelé par l'industrie. Par ailleurs cet archipel constitue un «point chaud» de l'évolution des espèces et le domaine vital d'au moins une métapopulation de lépidoptères. A ce titre, c'est un enjeu majeur pour la conservation de la nature en Belgique. Il est de notre responsabilité de mettre tout en œuvre pour protéger chacun des îlots de cet archipel. La multiplicité des niches écologiques possibles au sein des différents éléments de cet écosystème est telle que même les sites les plus restreints en superficie ou ceux qui, à première vue, ne recèlent «rien» doivent absolument être protégés !

J.F. Hermannns
Rue de Liège, 29
B - 4800 Verviers

Références

- BAUGNEE J.Y., (2000) - Le 1er mai 2000, il y avait la journée de la coccinelle... *Coccinula*, feuille de contact, 2: 23-26.
- DEBLOND A. (1988) - La géologie du site du Rocheux. *Revue Vervétoise d'Histoire Naturelle*, 45/4: 14 - 31.
- DUVIGNEAUD J. (1983) - La halde calaminair du Rocheux à Theux. Une nouvelle réserve d'Ardenne et Gaume. *Parcs Nationaux*, 37: 119 - 138.
- ERTZ D. (2001) - Les lépidoptères rhopalocères des pelouses calcaires et calaminaires de la fenêtre géologique de Theux (province de Liège, Belgique): inventaire et données écologiques nouvelles. *Natura Mosana*, 54/3: 41 - 53.
- HERMANNNS J.F. (1999) - La métallurgie du zinc dans l'Euregio Meuse-Rhin: quelques repères historiques. *Revue Vervétoise d'Histoire Naturelle*, 56/2: 35 - 41.
- HERMANNNS J.F. (2004) - Plantes tinctoriales au Rocheux. *Revue Vervétoise d'Histoire Naturelle*, 61/4: 79-91.
- HERMANNNS J.F. et RENARD L. (1988) - La flore calaminair du Rocheux «NULLIBI ALIAS IN BELGIO»: une référence prestigieuse. *Revue Vervétoise d'Histoire Naturelle*, 45/4: 44-46.
- HOLTZ F. (1994) - Vom Messing bis zur Grosschemie. Ed. Heimat- und Handwerksmuseum Stolberg.
- MAQUINAY A. & RAMAUT J.L. (1960) - La teneur en zinc des plantes du *Violetum calaminariae*. *Les Naturalistes Belges*, 41: 265-273.
- PAHAUT P. (1968) - Au sujet du Rocheux calaminair. *Revue Vervétoise d'Histoire Naturelle*, 45/4: 11-13.

ARDENNE ET GAUME A.S.B.L.

Secrétariat général: 8, rue des Croisiers - 5000 Namur - Tél./fax: 081/22 47 65 - E-mail: charles.verstraeten@skynet.be

Publicité et Trésorerie: 8, rue des Croisiers - 5000 Namur - Tél./fax: 081/22 47 65

Revue Parcs et Réserves: Willy Delvingt - Chemin de Potisseau, 124 - 5100 Wépion - Tél.: 081/46 10 59 - E-mail: willy.delvingt@natureplus.be

Siège social: 8, rue des Croisiers - 5000 Namur - Tél./fax: 081/22 47 65

COTISATION

Membre à vie, cotisation unique:	500 € minimum
Cotisations annuelles:	
Membre protecteur:	30 € minimum
Membre effectif:	16 € minimum
Cotisation familiale:	23 € minimum
Etudiant:	7 € minimum
Résident à l'étranger: la cotisation de base choisie sera augmentée d'un montant correspondant aux frais supplémentaires d'envoi de la revue.	

Les versements doivent être effectués au CCP 000-0169593-37 d'Ardenne et Gaume

PARC DE FURFOOZ

Le parc est accessible à pied, uniquement aux personnes qui se sont acquittées du droit d'entrée (voir tarifs ci-dessous). L'accès est gratuit pour tous les membres d'Ardenne et Gaume sur présentation de leur carte de membre.

Le rendez-vous pour les groupes est à prendre au moins un jour à l'avance:

- Soit par téléphone, au numéro 082/22 34 77 ou 081/22 47 65. En cas de non-réponse prolongée, s'adresser au secrétariat d'Ardenne et Gaume

- Soit par lettre, à l'adresse suivante: Parc de Furfooz, rue du Camp Romain 5500 Dinant

Tarif:

Adultes: 2,5 €

Groupes (minimum 15 personnes): 2,0 €

Retraités, étudiants (-25 ans): 2,0 €