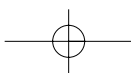


# **Conservation des forêts pluviales Africaines**

*manuel des méthodes de recherche*



# Conservation des forêts pluviales Africaines

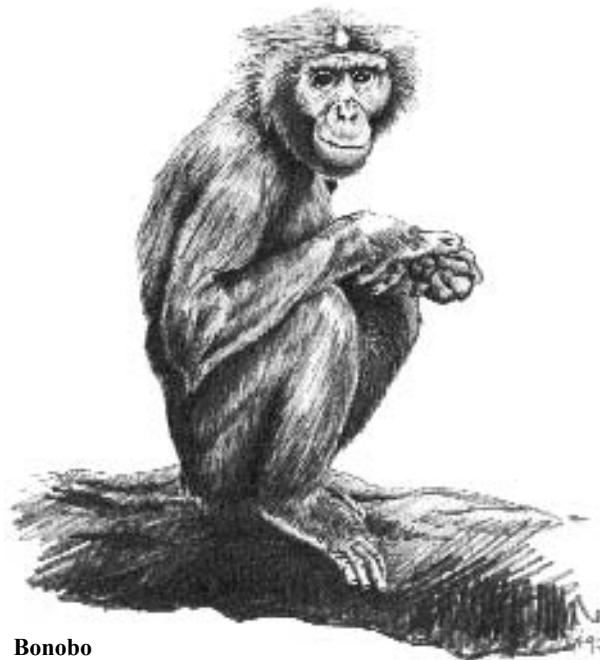
## *manuel des méthodes de recherche*

EDITÉ PAR

**Lee White & Ann Edwards**

*Illustrations de Kate Abernethy, Richard Parnell & Deborah Haines*

*Traduit de l'anglais par Benoît Fontaine*



**Bonobo**  
*Pan paniscus*

*Published by:* The Wildlife Conservation Society, New York, U. S. A.

*Copyright:* The Wildlife Conservation Society

Any section of this manual may be reproduced without prior agreement of the copyright holder for non-commercial use, provided the source is cited.

Reproduction for commercial purposes is forbidden without prior agreement of the copyright holder.

*Citation:* White, L., Edwards, A. eds.. (2000). *Conservation research in the African rain forests: a technical handbook*. Wildlife Conservation Society, New York. 444 pp., many illustrations.

*Design:* Lee White, Kate Abernethy & Serge Akagha

*Cover page:* Red river hog, *Potamochoerus porcus*. Drawing and design K. Abernethy.

*Available from:* The Wildlife Conservation Society, 185th St. & Southern Blvd., Bronx, New York, NY 10460-1099, U. S. A.



WILDLIFE CONSERVATION SOCIETY  
Imprimé par Multipress-Gabon, Libreville  
ISBN 0-9632064-5-1 FRANCAIS  
ISBN 0- 9632064-4-3 ANGLAIS  
Première Édition 2000  
D. L. B. N. #####

**La publication de ce livre a été rendue possible grâce  
au soutien financier de :**

*Projet Protected Area Conservation Strategy (PARCS), financé  
par l'United States Agency for International Development  
(USAID) et géré par le Biodiversity Support Program (BSP),  
consortium du World Wildlife Fund, du Nature Conservancy et  
du World Resources Institute.*

*Central African Regional Program for the Environment  
(CARPE), financé par l'United States Agency for International  
Development (USAID).*

*Fondation John D. and Catherine T. MacArthur*

**CITIBANK**



v



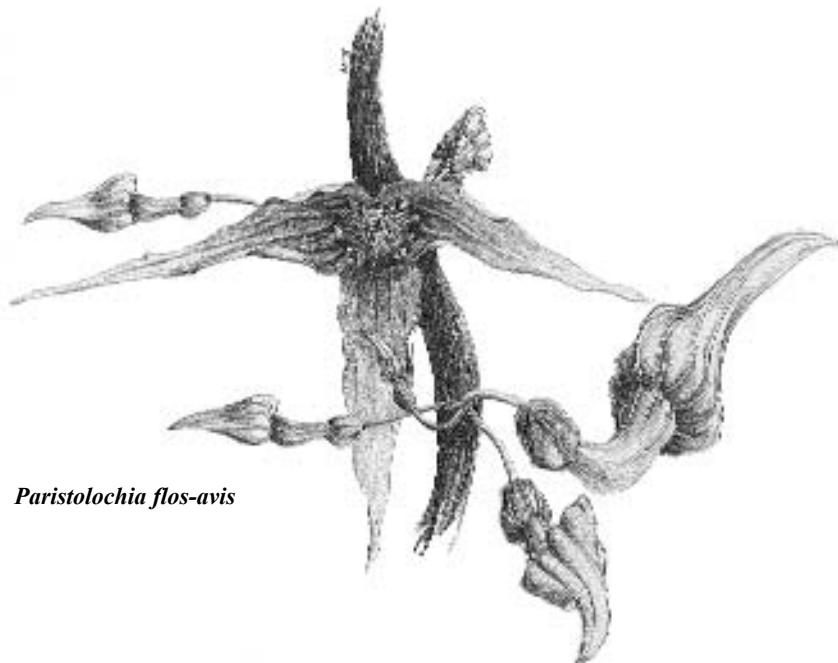
## Remerciements

L'idée de ce manuel ainsi que le début de sa réalisation datent de 1993: il constitue la suite logique des nombreuses discussions entre les équipes de terrain du Programme Afrique de la Wildlife Conservation Society (WCS) sur la standardisation des méthodes entre les sites. La première version, datée de mars 1994, a été diffusée auprès de nombreux collègues qui ont pris le temps de la lire et de la commenter. Nous voudrions remercier particulièrement Kate Abernethy, Richard Barnes, Patrice Christy, Bryan Curran, Cheryl Fimbel, Rob Fimbel, Benoît Fontaine, John Hart, Terese Hart, Richard Oslisly, Andy Plumtre, George Schaller, Hilary Simmons-Morland, Caroline Tutin, Amy Vedder et Peter Walsh, qui tous ont examiné de près une ou plusieurs des quatre versions successives de ce livre.

Ces deux dernières années, 75 participants des programmes régionaux de formation aux inventaires botaniques et zoologiques de WCS ont servi de cobayes pour ce manuel - leurs critiques constructives (et parfois leurs explications embrouillées) ont grandement amélioré le produit final. Joseph Maroga, en particulier, nous a encouragé sans cesse de terminer le manuel.

Alan Rabinowitz a donné des encouragements enthousiastes et a généreusement autorisé l'utilisation des illustrations et du texte de son *Wildlife field research and conservation training manual*. Benoît Fontaine a traduit la version anglaise et a apporté des améliorations importantes au texte. Serge Akagah, de l'ONG gabonaise *Les Amis du Pangolin*, a aidé à la conception de la mise en page. Kate Abernethy a scanné toutes les illustrations et a conseillé pour la mise en page.

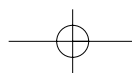
Le soutien technique et financier pour la préparation de ce manuel est venu de la Wildlife Conservation Society, de l'United States Agency for International Development (à travers le projet régional pour l'Afrique Centrale CARPE et le projet PARCS du Biodiversity Support Program), de la fondation John D. and Catherine T. MacArthur, de Citibank et du Centre International de Recherches Médicales de Franceville, dont la station de recherche à la réserve de la Lopé a apporté l'environnement serein dans lequel le manuel a trouvé sa forme finale.



*Paristolochia flos-avis*

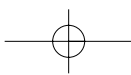
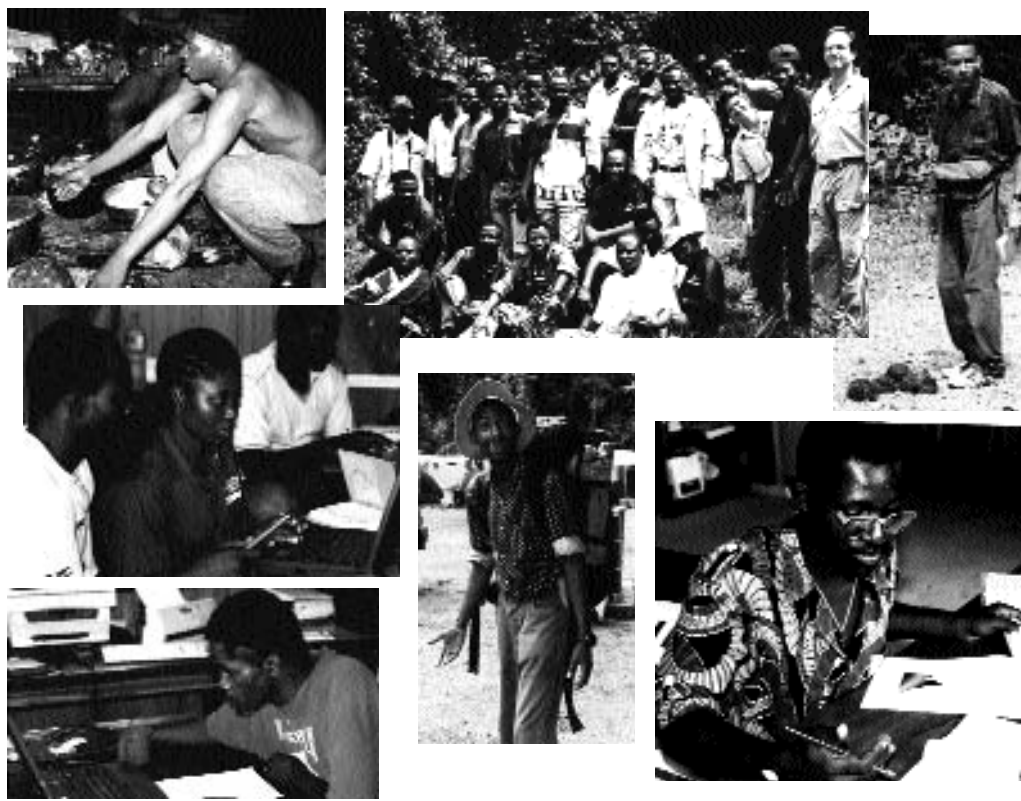


*Ce manuel est dédié aux personnes qui ont participé dans la programme régionale de formation de WCS en Afrique Centrale.*





*L'avenir de la forêt est dans vos mains.*

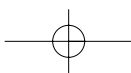




**Sitatunga male**  
*Tragelaphus spekei*

---

x





## *Table de matières*

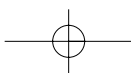
<i>Remerciements</i>	vii
<i>Liste des auteurs</i>	xiii
<i>Introduction</i>	xiv
1. La gestion des aires protégées : le rôle de la recherche ANNETTE LANJOUW, ANN EDWARDS & LEE WHITE	1
2. Etablir les priorités et concevoir des programmes de recherche LEE WHITE & ANN EDWARDS	15
3. Une introduction à l'échantillonnage LEE WHITE & ANN EDWARDS	22
4. Analyse des données et interprétation LEE WHITE & ANN EDWARDS	30
5. Faire des observations et noter les données ANN EDWARDS, ALAN RABINOWITZ & LEE WHITE	51
6. Cartes, boussole et GPS : principes de navigation ANN EDWARDS & LEE WHITE	60
7. Meteorologie ANN EDWARDS & LEE WHITE	81
8. Collecte d'échantillons botaniques ANTHONY DOLD, PETER PHILLIPSON, RICK LIESNER, PETER LOWRY & LEE WHITE	89
9. Descriptions et inventaires de végétation LEE WHITE & ANN EDWARDS	115
10. Signification et interprétation des pistes et traces RICHARD J. PARNELL	152
11. Les informations provenant d'animaux morts ALAN RABINOWITZ, JOHN HART, & LEE WHITE	185
12. Procédures d'autopsie des animaux sauvages LINDA MUNSON	196
13. Estimation du statut des populations animales LEE WHITE & ANN EDWARDS	218
14. Collecter et utiliser des données d'écologie du comportement KATE ABERNETHY	269

**Contents**

15. Données socio-économiques et leur utilité pour la gestion des aires protégées	322
BRYAN CURRAN, DAVID WILKIE & RICHARD TSHOMBE	
16. Tests statistiques	345
NEIL CHALMERS, PHIL PARKER & KEVIN MCCONWAY	
17. Présenter et conserver vos résultats	413
ANN EDWARDS & LEE WHITE	
<i>Lecture supplémentaire</i>	431
<i>Bibliographie</i>	432
<i>Liste des encarts</i>	436
<i>Index</i>	438



**Blue duiker**  
*Cephalophus monticola*



## Liste des auteurs

KATE ABERNETHY

*CIRMF, B. P. 769, Franceville, Gabon.*

NEIL CHALMERS

*The Open University, PO Box 76, Milton Keynes, MK7 6AN, UK*

BRYAN CURRAN

*WCS, 185th St. & Southern Blvd., Bronx, NY 10460-1099, USA*

ANTHONY DOLD

*Department of Botany, Rhodes University, South Africa.*

ANN EDWARDS

*Department of Zoology, University of Washington, Box 351800, Seattle, WA 98195-1800, USA.*

DEBORAH HAINES

*College of Veterinary Medicine, University of Tennessee, USA*

JOHN HART

*WCS, 185th St. & Southern Blvd., Bronx, NY 10460-1099, USA*

ANNETTE LANJOUW

*IGCP, c/o African Wildlife Foundation, P. O. Box 48177, Nairobi.*

RICK LIESNER

*Missouri Botanical Garden, P.O. Box 299, St. Louis, MO 63166, USA*

PETER LOWRY

*Missouri Botanical Garden, P.O. Box 299, St. Louis, MO 63166, USA*

KEVIN MCCONWAY

*The Open University, PO Box 76, Milton Keynes, MK7 6AN, UK*

LINDA MUNSON

*VM-PMI, University of California Davis, CA 95616, USA*

RICHARD J. PARNELL

*Department of Psychology, University of Stirling, FK9 4LA, UK*

PHIL PARKER

*The Open University, PO Box 76, Milton Keynes, MK7 6AN, UK*

PETER PHILLIPSON

*Department of Botany, Rhodes University, South Africa.*

ALAN RABINOWITZ

*WCS, 185th St. & Southern Blvd., Bronx, NY 10460-1099, USA*

JUSTINA RAY

*Faculty of Forestry, University of Toronto, 33 Willcocks St., Toronto, Canada Canada.*

RICHARD TSHOMBE

*WCS, 185th St. & Southern Blvd., Bronx, NY 10460-1099, USA*

PETER WALSH

*WCS, 185th St. & Southern Blvd., Bronx, NY 10460-1099, USA*

LEE WHITE

*SEGC, B.P. 7847, Libreville, Gabon & WCS, 185th St. & Southern Blvd., Bronx, NY 10460-1099, USA*

DAVID WILKIE

*18 Clark Lane, Waltham, MA 02451-1823, USA*

## INTRODUCTION

Les forêts pluviales d'Afrique centrale et occidentale, avec leur multitude d'espèces animales et végétales, constituent l'un des grands trésors biologiques du monde, et représentent l'un des biens les plus précieux de nombreux pays d'Afrique équatoriale. Les forêts pluviales sont précieuses car elles remplissent de nombreuses fonctions vitales pour les hommes. Elles fournissent de la nourriture, fruits, noix et viande, pour les populations qui vivent à proximité. Elles fournissent des matériaux de construction et des produits médicinaux utilisés localement, ainsi que du bois pour l'exportation. Une forêt intacte stabilise le sol et réduit l'érosion, et produit donc de l'eau potable. Elle joue également un rôle clé dans la régulation du climat, à l'échelle locale comme à l'échelle globale. La beauté, la diversité et la rareté des espèces vivant dans ces forêts attirent touristes et scientifiques du monde entier, et sont à l'origine des traditions culturelles uniques des peuples du bloc forestier africain.

Les forêts pluviales africaines couvrent encore une immense surface, de la Guinée à l'ouest aux côtes d'Afrique orientale, mais elles subissent de nombreuses pressions. Les forêts d'Afrique occidentale et orientale ont été très dégradées par les activités humaines depuis environ un siècle: aujourd'hui, il reste peu de végétation naturelle dans ces régions en dehors des réserves, des sanctuaires de faune et des parcs nationaux. Le bloc forestier d'Afrique centrale est encore majoritairement intact, mais même les régions les plus reculées pourraient être touchées dans un futur proche par les forces combinées de la déforestation et de l'exploitation du bois. Avec l'augmentation des populations humaines, l'agriculture nécessite de plus en plus de terres, et avec les progrès technologiques, l'exploitation du bois, de la viande et des autres ressources naturelles est de plus en plus intensive et dégradante.

Les aires protégées et leurs équipes de gestion ont donc un rôle crucial à jouer pour conserver la biodiversité. Cependant, de même qu'il existe une grande variété d'habitats et de végétation dans une forêt, les aires protégées sont conçues pour remplir différents rôles et répondre à différentes menaces. De façon à les gérer efficacement, le personnel doit avoir une bonne connaissance des raisons qui ont conduit à leur création, de leur statut actuel et de la situation (et particulièrement des menaces) autour et dans les aires protégées. Il doit également avoir une bonne connaissance pratique de la manière de gérer les ressources financières, matérielles et humaines.

De nombreuses aires protégées ont été établies dans toute l'Afrique forestière, avec des frontières, des restrictions sur la chasse et des objectifs de gestion, entre autres, clairement décrits dans des documents légaux. Néanmoins, ces aires protégées ne fonctionnent généralement pas de la façon qui était prévue. Les frontières ne sont pas matérialisées clairement sur le terrain. Les populations locales ne sont pas informées des activités qui y sont légales ou illégales. Personne ne connaît avec certitude les espèces présentes, notamment pour celles qui sont protégées, ni si leurs populations sont en expansion ou en déclin. Personne ne sait à quelle vitesse les terres agricoles transforment les forêts primaires en fourrés secondaires, où si la chasse de subsistance a un effet significatif sur les populations animales. Enfin, les objectifs de nombreuses aires protégées, les principes de base qui doivent guider la prise de décisions ne sont pas clairs, ou même ne sont plus d'actualité.

Bien souvent, le manque de personnel formé, de matériel et de fonds sont tenus pour responsables de la façon inefficace dont les aires protégées sont gérées en Afrique centrale et occidentale. Bien qu'importants, ces obstacles ne devraient pas pouvoir empêcher une bonne gestion. Pour prendre des décisions sensées, réalistes et efficaces, il est indispensable de les baser sur l'information. De plus, pour obtenir des soutiens extérieurs, cette information doit être présentée et disséminée. Dans toute l'Afrique centrale et occidentale, nos connaissances sont encore trop fragmentaires, et l'information qui pourrait exister est rarement facilement accessible.

## Preface

L'objectif de ce manuel est d'aider les personnes travaillant dans les forêts africaines à collecter des informations dans différents domaines et à les utiliser efficacement pour la gestion et la conservation. Il est conçu de façon à pouvoir être utilisé indépendamment, sans avoir à se référer à d'autres livres. Cependant, de nombreuses références bibliographiques y sont données, et doivent être consultées si possible. Les techniques de collecte et d'analyse des données présentées dans ce document ne demandent généralement pas un équipement technique sophistiqué. Nous espérons qu'avec ce manuel, le lecteur se sentira en confiance pour collecter et interpréter des informations biologiques et socio-économiques sur la forêt et ses habitants, que ces données servent à la prise de décisions de gestion, ou soient destinées à éveiller l'intérêt pour la protection des ressources naturelles. Il n'est pas possible de décrire des méthodes pour tous les types de recherches possibles en forêt pluviale tropicale (il faudrait que chaque chapitre de ce manuel constitue un, ou même plusieurs, livre(s) à lui seul). Nous avons donc opéré une sélection des priorités pour la recherche. Nous présentons des méthodes utilisées communément par les chercheurs et les gestionnaires d'aires protégées travaillant en Afrique forestière.

De cette manière, nous espérons:

- aider les gestionnaires d'aires protégées à établir des objectifs, déterminer des priorités et concevoir des programmes de recherche appropriés à ces objectifs;
- exposer des méthodes couramment utilisées, simples et d'actualité pour collecter des informations, en particulier sur les densités de population et l'écologie du comportement des grands animaux, la végétation, les caractéristiques physiques du paysage, la météo, le nombre de personnes qui utilisent les aires protégées et/ou y vivent, ainsi que leurs besoins et leurs désirs;
- présenter des bases pour analyser les données de terrain de façon réaliste et sûre;
- présenter des bases pour interpréter et stocker l'information, dans le but de la rendre accessible et pratique pour autant d'utilisateurs potentiels que possible.



**Yellow billed hornbill**  
*Tockus flavirostris*

Si vous avez trouvé ce manuel dans la maison d'un collègue, au siège de votre association, ou sur l'étagère d'un chercheur, et si vous pensez qu'il pourrait vous être utile, vous pouvez l'obtenir gratuitement auprès de la **Wildlife Conservation Society**. Le seul "prix" que nous demandons est que vous nous envoyiez vos commentaires pour nous aider à réviser et améliorer toute version ultérieure. Nous espérons qu'il encouragera les gestionnaires d'aires protégées et les chercheurs à connaître la forêt pluviale africaine, et à travailler ensemble pour sa conservation et sa gestion menées de manière raisonnée.

*Lee White*  
*Ann Edwards*

## Chapitre 1

### La gestion des zones protégées : le rôle de la recherche

*Annette Lanjouw, Ann Edwards et Lee White*

#### Introduction

Pour gérer les aires protégées avec un bon degré d'efficacité et de sécurité, il faut tout d'abord connaître et comprendre la façon dont les divers écosystèmes à protéger fonctionnent, et l'impact que l'homme peut avoir sur eux. Au cours d'une évaluation régionale des besoins en formation dans 14 pays africains, de nombreux gestionnaires ont exprimé le besoin de formation aux techniques d'inventaires biologiques et de collecte de données écologiques (Pitkin 1995). Ce manuel vise à aider les gestionnaires d'aires protégées (et les scientifiques de la conservation) travaillant dans les forêts pluviales africaines à estimer et à suivre les populations animales et végétales et à évaluer l'impact des humains sur ces écosystèmes. Il constitue un outil qui permettra au lecteur de mieux connaître les ressources naturelles dont il ou elle est responsable. De plus, il guidera le lecteur, non seulement dans la conception de programmes de recherche et la collecte de données, mais également dans l'analyse préliminaire des données, leur interprétation et, très important, la présentation des résultats. Ainsi, il pourra l'aider à obtenir des soutiens, aussi bien financiers que politiques pour l'utilisation des terres, que ce soit pour la protection des espèces, l'extraction des ressources, les loisirs, la protection du fonctionnement des écosystèmes ou une combinaison de ces utilisations.

Avant de considérer quels sont les types d'information nécessaires pour une gestion efficace des aires protégées dans la zone de forêt pluviale africaine, il est utile de considérer les rôles que les gestionnaires sont censés remplir, ainsi que les différentes fonctions des aires protégées.

#### Le rôle d'un gestionnaire d'aire protégée

Si vous êtes gestionnaire d'aire protégée ou si vous envisagez une carrière dans la conservation ou la recherche, vous avez sans doute déjà une bonne idée de la façon dont la recherche intervient dans la gestion des aires protégées et dans les activités quotidiennes des gestionnaires. Cependant, avant de lire ce manuel, prenez le temps de réfléchir aux questions suivantes:

- Quelles sont les responsabilités d'un gestionnaire d'aire protégée?
- Pourquoi un gestionnaire doit-il avoir une connaissance détaillée de l'aire protégée où il travaille?
- Pourquoi un gestionnaire doit-il comprendre et pouvoir influencer les recherches conduites dans une aire protégée?
- De quelles informations biologiques et socio-économiques un gestionnaire a besoin pour gérer efficacement l'aire protégée où il travaille?

Pour commencer à répondre à ces questions, voyons un exemple de description de poste pour un gestionnaire d'aire protégée. L'exemple suivant est basé sur l'Uganda Wildlife Authority (UWA), nouvellement créée.

Selon l'UWA, les principales responsabilités d'un gestionnaire d'aire protégée en Ouganda peuvent être décrites comme suit:

- Diriger la gestion de l'écosystème;
- Concevoir et mettre en oeuvre un programme de recherche et de suivi écologique, et assurer que les activités de gestion répondent aux résultats de ces programmes de recherche;
- Assurer la sécurité des personnes dans l'aire protégée;
- Assurer la protection adéquate de la faune et de la flore dans et autour de l'aire protégée;

### **La gestion des zones protégées : le rôle de la recherche**

- Assurer le développement et l'exécution d'un programme de conservation communautaire, pour obtenir des soutiens locaux et pour permettre aux communautés voisines de bénéficier de l'aire protégée d'une façon appropriée;
- Assurer le développement d'un programme touristique et commercial, si cela est intéressant, pour améliorer la satisfaction des visiteurs et maximiser la rentabilité de l'aire protégée, de façon cohérente avec la politique et les programmes de l'UWA;
- Assurer une gestion et une maintenance réelle des infrastructures, véhicules, machines et équipements de l'aire protégée;
- Appliquer les politiques de gestion de l'UWA et permettre au développement des politiques de l'UWA de profiter de l'expérience acquise;
- Superviser la planification et le suivi de la gestion de l'aire protégée;
- Faire la liaison avec les principaux organismes bailleurs de fond, avec les collaborateurs potentiels, les donateurs et les organisations non gouvernementales;
- Faciliter la formation d'une équipe compétente et motivée;
- Assurer une gestion financière appropriée.

Impressionnant, n'est-ce pas?

Imaginez que vous arrivez dans l'aire protégée où vous avez été affecté(e). Quelles sont les questions de gestion les plus fondamentales auxquelles vous devez répondre dans les premiers mois?

Par exemple...

- Pourquoi cette zone a-t-elle obtenu un statut de protection? En quoi est-elle protégée légalement, et en quoi ne l'est-elle pas? Les critères qui ont prévalu à son classement sont-ils toujours d'actualité?
- Quels sont les objectifs de gestion pour la zone? Sont-ils clairement énoncés et justifiés? Existe-t-il un plan de gestion?
- Quelles informations sont disponibles sur la zone? Quelles autres manquent totalement? Quelles nouvelles informations sont nécessaires pour mettre en place un plan réaliste pour des actions futures, afin que le gestionnaire puisse protéger efficacement les ressources placées sous sa responsabilité?

Ce chapitre vous aidera à répondre à ces questions. Il commencera par décrire différents types d'aires protégées, en soulignant le fait que toutes n'ont pas les mêmes objectifs. Réaliser que les aires protégées peuvent avoir des fonctions diverses, parfois indépendantes, peut vous aider à distinguer et à justifier vos propres priorités de gestion: développer des priorités est le premier pas dans la mise en place de stratégies de gestion. Puis vous serez guidé à travers les processus de développement de plan de gestion pour un type d'aire protégée. Ce processus est extrêmement utile, non seulement pour le document obtenu (un document qui permet à tous les acteurs impliqués de suivre un programme commun), mais aussi parce qu'il oblige à penser au paysage et à ses ressources en détail. En particulier, que savons-nous réellement de ce qui existe sur place? Quelles sont l'étendue, la quantité et l'état vierge ou dégradé de ces ressources? Qui les utilise (hommes ou animaux)? Quel impact (potentiel ou réel) ont les hommes sur ces ressources? En confrontant ces inconnues dans le processus de développement d'un plan de gestion, un gestionnaire et son équipe de conseillers, de chercheurs et de techniciens commenceront à voir l'immense valeur de la recherche pour la gestion. De plus, cela donnera la base sur laquelle les premières questions de recherche seront développées, et les premiers protocoles de recherche conçus et mis en œuvre.

## Fonctions des aires protégées

Selon l'Union Mondiale pour la Nature (UICN 1994), la définition d'une aire protégée est "une portion de terre et/ou de mer vouée spécialement à la protection et au maintien de la diversité biologique, ainsi que des ressources naturelles et culturelles associées, et gérée par des moyens efficaces, juridiques ou autres". Cela constitue un objectif de gestion utile, mais très large; cependant, des objectifs plus spécifiques sont requis.

Les aires protégées sont établies pour remplir plusieurs objectifs. Chaque aire protégée aura un objectif prioritaire, pour laquelle elle sera gérée. Elle aura également une série d'objectifs secondaires. Des objectifs typiques peuvent être:

### *1. La protection d'exemples représentatifs d'écosystèmes et d'habitats rares, menacés, fragiles ou précieux.*

Par exemple:

- des zones de forêt pluviale intactes environnées de concessions forestières ou de terres agricoles, comme c'est fréquemment le cas;
- des zones de savane ou de grandes clairières entourées de forêt pluviale, comme les savanes côtières au Petit Loango et à Iguela au Gabon, ou le réseau de clairières à Odzala au Congo, qui abritent des concentrations de grands mammifères;
- des zones de faune et de flore montagnardes fragiles qui ont également un fort potentiel touristique, telles que les forêts du Mont Cameroun ou de la chaîne du Ruwenzori en Afrique de l'est;
- des zones connues pour posséder de nombreuses espèces animales et végétales endémiques, telles que le Parc National de Korup au Cameroun - de telles zones sont appelées centres d'endémismes;
- des zones montrant une grande diversité de types d'habitats, telles que la réserve de Conkouati au Congo, qui recouvre des lagunes côtières, des mangroves, des marais d'eau douce et des forêts pluviales de terre ferme;
- des zones humides d'importance particulière pour les oiseaux migrateurs, telles que le Parc National du Delta du Saloum au Sénégal et en Gambie;
- des paysages ou des zones géophysiques de valeur scientifique ou esthétique.

### *2. Protéger des espèces rares, menacées ou ayant une valeur.*

Par exemple:

- des espèces animales et végétales rares, menacées ou endémiques et restreintes à une ou quelques aires protégées, telles que l'okapi dans la forêt d'Ituri, en RDC, ou l'hippopotame pygmée au Parc National de Tai, en Côte d'Ivoire;
- des espèces "phares", telles que l'éléphant, le gorille ou le paon du Congo, qui attirent l'attention du public et peuvent être utilisées pour générer des soutiens pour d'autres activités de conservation;
- des espèces de plantes apparentées à des plantes cultivées, telles que de nombreuses espèces de cafés sauvages *Coffea* spp. et d'ignames *Dioscorea* spp.;
- des espèces animales sauvages apparentées à des espèces domestiques, ou des espèces ayant un potentiel reconnu pour la domestication, telles que les potamochères;
- des espèces récoltées comme aliments, pharmacopée ou autres qui risquent d'être surexploitées, telles que des espèces d'arbres rares, de rotins, de crocodiles ou de gibier;
- des espèces remplissant des fonctions vitales pour d'autres espèces récoltées, telles que les abeilles de forêt qui pollinisent les cultures comme le café ou le cacao;
- des espèces qui procurent des substances médicinales connues ou potentiellement utiles;
- des espèces qui sont des modèles de recherche utiles pour des études sur le comportement ou la physiologie humaines etc., telles que les chimpanzés.



## **La gestion des zones protégées : le rôle de la recherche**

### *3. Maintenir le fonctionnement des écosystèmes.*

Par exemple en:

- réduisant l'intensité des inondations et des sécheresses fréquentes dans les zones où il y a eu une déforestation importante;
- protégeant le sol de l'érosion par le maintien du couvert végétal;
- limitant les extrêmes des climats locaux - dans les zones où il y a eu une déforestation étendue, les rivières peuvent s'assécher pendant la saison sèche et la météorologie locale peut être modifiée.

### *4. Maintenir la productivité biologique, et assurer ainsi une disponibilité constante des ressources animales et végétales.*

Par exemple:

- une des justifications majeures de la création du Cross River National Park au Nigeria était la protection d'importantes zones de pêche au large de l'estuaire de la Cross River, qui auraient été très dégradées si la déforestation avait conduit à une charge accrue en sédiments dans la rivière, à cause de l'érosion;
- les dernières forêts du Ghana (et de nombreuses autres pays africains) sont celles qui ont été protégées par des réserves forestières ou des parcs nationaux - si ces réserves n'avaient pas été créées et gérées, le Ghana ne produirait plus de bois d'œuvre, ni de plantes médicinales, de rotin ou de viande de brousse.

### *5. Conserver des régions où les populations rurales peuvent continuer à vivre de façon traditionnelle.*

Par exemple:

- à Lobeke, dans le sud-est du Cameroun, les populations locales se plaignaient du fait que les compagnies forestières et les chasseurs immigrés ne tenaient pas compte de leur régime foncier traditionnel, ce qui provoquait une surexploitation des ressources telles que la viande de brousse - une réserve communautaire dans laquelle les résidents de la région auraient le droit de pratiquer leurs activités traditionnelle a donc été proposée.

### *6. Procurer des opportunités pour la recherche et l'éducation.*

Par exemple:

- les forêts pluviales tropicales restent peu étudiées et sont donc un laboratoire naturel offrant de nombreuses opportunités pour des projets de recherche originaux en botanique, en zoologie, en écologie, en géographie, en anthropologie, en archéologie, etc.
- des recherches appliquées, qui étudient par exemple la meilleure façon de gérer les forêts tropicales pour l'utilisation durable du bois ou de la viande de brousse, sont souvent entreprises dans des réserves, où les conditions sont plus facilement contrôlées;
- pour les enfants dans les écoles, la meilleure façon d'apprendre les sciences naturelles est de voir et d'expérimenter les phénomènes naturels, par exemple en visitant une réserve, pour voir les différentes espèces animales et végétales qui y vivent.

### *7. Donner des opportunités pour une mise en valeur culturelle ou spirituelle.*

Par exemple:

- la plupart des cultures d'Afrique centrale ont évolué en association étroite avec la forêt, et il existe de nombreuses croyances et traditions associées à la forêt - les réserves assurent une continuité culturelle en permettant aux gens qui ne vivent plus dans la forêt de voir et d'expérimenter ce qu'on y voit et ce qu'on y entend;
- il existe un intérêt croissant pour le tourisme en forêt pluviale, qui dépend en grande partie des aires protégées;

### **Annette Lanjouw, Ann Edwards & Lee White**

- les forêts d'Afrique centrale abritent de riches vestiges archéologiques qui sont un témoignage de la préhistoire africaine, comme le réseau de fortifications autour de Benin City au sud-ouest du Nigeria, qui surpasse la Grande Muraille de Chine: c'est le plus long ouvrage humain jamais entrepris de façon non mécanisée. Une partie est préservée dans la réserve d'Okomu.

#### *9) Donner des opportunités pour un développement rural complémentaire et l'utilisation rationnelle des terres marginales.*

Par exemple:

- le sol de la plupart des forêts pluviales tropicales est généralement assez pauvre et peu favorable à l'agriculture. Par contre, le développement du tourisme dans une réserve peut procurer des emplois pour les personnes vivant dans la zone;
- en gérant de façon raisonnée les réserves forestières pour l'exploitation durable du bois, le développement économique à long terme peut être atteint sans détruire les ressources de base.



*Lophira alata*

### **Catégories de gestion de l'UICN**

L'UICN (1994) a développé un système de classification des aires protégées en six catégories (voir ci-dessous). Cette classification a été créée pour fournir un cadre applicable globalement permettant de faire des comparaisons et d'en tirer des conclusions sur tous les continents. Dans ce système, les six grandes catégories diffèrent principalement par l'accès au public (y compris l'étendue et le type d'extraction de ressources autorisé) et par l'intensité des manipulations actives des systèmes biologiques. Il est utile de réfléchir à ces catégories pour savoir à laquelle appartient l'aire protégée où l'on travaille, et pour estimer si les critères de sélection pour cette catégorie s'y appliquent toujours.

Les catégories sont les suivantes:

#### **Catégorie I: Réserve naturelle intégrale/zone de nature sauvage:**

Ce sont des aires protégées gérées principalement à des fins scientifiques et de protection de la nature. Il en existe deux sous-catégories:

#### **Catégorie 1a: Réserve naturelle intégrale**

Zone terrestre et/ou marine possédant des écosystèmes, des caractéristiques géologiques ou physiologiques et/ou des espèces remarquables ou représentatifs, destinée principalement à la recherche scientifique et/ou au suivi environnemental continu.

#### *Objectifs de gestion*

- Préserver les biotopes, les écosystèmes et les espèces dans un état aussi peu perturbé que possible;
- Maintenir les ressources génétiques dans un état dynamique et évolutif;
- Maintenir les processus écologiques établis;
- Préserver les éléments structurels du paysage ou les formations rocheuses;
- Préserver des milieux naturels exemplaires pour des études scientifiques, des suivis environnementaux et pour l'éducation, en incluant des zones dans lesquelles tout accès non indispensable est interdit;
- Minimiser les perturbations par une planification minutieuse de la mise en oeuvre des recherches et autres activités approuvées;
- Limiter l'accès au public.

## **La gestion des zones protégées : le rôle de la recherche**

### *Directives de sélection*

- La zone doit être suffisamment grande pour assurer l'intégrité de ses écosystèmes et pour atteindre les objectifs de gestion justifiant sa protection;
- La zone doit être relativement à l'abri de toute intervention humaine directe et en mesure de le rester;
- La conservation de la biodiversité de la zone doit être possible par la protection et ne pas exiger d'intervention substantielle au niveau de la gestion ou de l'habitat.

### **Catégorie 1b:** *Zone de nature sauvage*

Il s'agit d'une aire protégée gérée principalement pour la protection des ressources sauvages. Elle est un vaste espace terrestre et/ou marin intact ou peu modifiée, ayant conservé son caractère et ses influences naturels, sans occupation humaine permanente ou importante, protégée et gérée afin de préserver son état naturel

### *Objectifs de gestion*

- Garantir aux générations futures la possibilité de connaître et de jouir de régions peu touchées par l'homme pendant une longue période;
- Conserver à long terme les qualités et éléments naturels essentiels de l'environnement;
- Procurer des accès au public, de manière à garantir le bien-être physique et spirituel des visiteurs, tout en conservant les qualités naturelles de la zone pour les générations actuelles et futures;
- Permettre aux communautés humaines autochtones de faible densité et vivant en harmonie avec les ressources disponibles de conserver leur mode de vie.

### *Directives de sélection*

- La zone possède des qualités naturelles exceptionnelles et est soumise essentiellement aux forces de la nature, est pratiquement à l'abri de toute perturbation humaine et susceptible de conserver ces attributs si elle bénéficie de la gestion proposée;
- Elle doit posséder des éléments écologiques, géologiques, physiographiques ou autres ayant une valeur scientifique, éducative, panoramique ou historique;
- Elle doit offrir des opportunités exceptionnelles de calme et de tranquillité, et est accessible par des moyens de transport simples, non bruyants, non polluants et non intrusifs (c'est-à-dire non motorisés);
- Elle doit être d'une taille suffisante pour qu'une telle protection et une telle utilisation soient possibles.

### **Catégorie II :** *Parc national*

Aire protégée gérée principalement pour la protection de l'écosystème et à des fins récréatives. Ce sont des zones naturelles terrestres et/ou marines, créées pour:

- a) protéger l'intégrité écologique dans un ou plusieurs écosystème(s) pour les générations actuelles et futures;
- b) exclure une exploitation ou une occupation incompatibles avec les objectifs de la désignation;
- c) offrir des possibilités de visite à des fins spirituelles, scientifiques, éducatives, récréatives ou touristiques, dans le respect du milieu naturel et de la culture des communautés locales.

**Annette Lanjouw, Ann Edwards & Lee White***Objectifs de gestion*

- Protéger des zones naturelles et des paysages d'importance nationale ou internationale, à des fins spirituelles, scientifiques, éducatives, récréatives ou touristiques;
- Perpétuer, dans des conditions aussi naturelles que possible, des exemples représentatifs de régions physiographiques, de communautés biologiques, de ressources génétiques et d'espèces, pour garantir une stabilité et une diversité écologiques;
- Limiter le nombre de visiteurs aux motivations spirituelles, éducatives, culturelles ou récréatives, de façon à maintenir la zone dans un état aussi naturel que possible;
- Éliminer et ultérieurement empêcher toute exploitation ou occupation incompatibles avec les objectifs de la désignation;
- Garantir le respect des éléments écologiques, géomorphologiques, sacrés ou esthétiques justifiant la désignation;
- Tenir compte des besoins des populations autochtones, y compris l'utilisation des ressources à des fins de subsistance, tant qu'elles n'affectent pas négativement les autres objectifs de gestion.

*Directives de sélection*

- La zone doit contenir un échantillon représentatif des régions, éléments ou paysages naturels les plus marquants, où les espèces végétales et animales, biotopes et sites géomorphologiques ont une importance particulière du point de vue spirituel, scientifique, éducatif, récréatif et touristique;
- La zone doit être suffisamment grande pour contenir un ou plusieurs écosystèmes entiers, non altérés matériellement par une occupation ou exploitation humaine.

**Catégorie III : Monument naturel**

Aire protégée gérée principalement pour la préservation d'éléments naturels spécifiques. Il s'agit de zones contenant un ou plusieurs éléments naturels ou naturels/culturels particuliers, d'importance exceptionnelle ou unique, méritant d'être protégé du fait de sa rareté, de ses qualités esthétiques ou de son importance culturelle intrinsèque.

*Objectifs de gestion*

- Protéger ou préserver à perpétuité les éléments naturels particuliers et exceptionnels par leur importance naturelle, leur caractère unique ou représentatif, et/ou leur connotation spirituelle;
- De façon cohérente avec l'objectif précédent, donner des possibilités de recherche, d'éducation, d'interprétation et de loisir;
- Éliminer et par la suite empêcher toute exploitation ou occupation incompatible avec l'objectifs de la désignation;
- Attribuer à la population résidente des avantages compatibles avec les autres objectifs de gestion.

*Directives de sélection*

- La zone doit contenir un ou plusieurs éléments d'importance exceptionnelle. De tels sites naturels peuvent être des chutes d'eau spectaculaires, des grottes, des cratères, des gisements de fossiles, des dunes, des sites marins spectaculaires, ainsi qu'une faune et une flore uniques ou représentatives; les éléments culturels associés peuvent être des habitations troglodytes, des forts surplombant une falaise, des sites archéologiques ou des sites naturels à valeur patrimoniale pour les populations autochtones;
- La zone doit être suffisamment étendue pour assurer l'intégrité des éléments caractéristiques du site et de leurs environs immédiats.

## **La gestion des zones protégées : le rôle de la recherche**

### **Catégorie IV : Aire de gestion des habitats ou des espèces.**

Ce sont des zones terrestres et/ou marines faisant l'objet d'une intervention active au niveau de la gestion pour garantir le maintien des habitats et/ou satisfaire aux exigences d'espèces particulières.

#### *Objectifs de gestion*

- Garantir et maintenir les conditions d'habitat nécessaires pour protéger des espèces, des groupes d'espèces, des communautés biologiques ou des éléments physiques importants de l'environnement lorsqu'une intervention humaine s'impose pour optimiser la gestion;
- Privilégier les activités de recherche scientifique et de suivi environnemental continu en parallèle avec une gestion durable des ressources;
- Consacrer des secteurs limités à l'éducation du public pour le sensibiliser aux caractéristiques des habitats concernés et au travail de gestion des espèces sauvages;
- Eliminer et par la suite empêcher l'exploitation et l'occupation incompatibles avec les objectifs de la désignation;
- Offrir aux communautés vivant à l'intérieur de l'aire des avantages compatibles avec les autres objectifs de gestion.

#### *Directives de sélection*

- la zone doit jouer un rôle important dans la protection de la nature et la sauvegarde des espèces, en abritant, selon les cas, des sites de reproduction, des zones humides, des récifs coralliens, des estuaires, des prairies, des forêts, des frayères (y compris des herbiers marins);
- la zone doit être telle que la protection de l'habitat y soit essentielle au bon état de la flore d'importance nationale ou locale ou de la faune sédentaire ou migratrice, ;
- la conservation de ces habitats et espèces exige une intervention active de l'organe de gestion, si nécessaire au niveau de l'habitat (cf. catégorie Ia);
- la taille de la zone doit dépendre des exigences pour le biotope des espèces à protéger, et est donc très variable.

### **Catégorie V : Paysage terrestre ou marin protégé.**

Aire protégée gérée principalement pour la conservation des paysages terrestres ou marins et à des fins récréatives. Il s'agit de zones terrestres, comprenant parfois le littoral et les eaux adjacentes, où l'interaction entre l'homme et la nature au cours du temps a modelé un paysage aux qualités esthétiques, écologiques et/ou culturelles particulières et exceptionnelles, et présentant souvent une haute diversité biologique. Préserver l'intégrité de cette interaction traditionnelle est essentiel pour la protection, le maintien et l'évolution d'une telle zone.

#### *Objectifs de gestion*

- Maintenir les interactions harmonieuses entre la nature et la culture en protégeant le paysage terrestre et/ou marin et en garantissant le maintien des formes traditionnelle d'occupation du sol et de construction, ainsi que l'expression des faits socio-culturels;
- Encourager les modes de vie et les activités économiques en harmonie avec la nature, ainsi que la préservation des structures sociales et culturelles des communautés concernées;
- Maintenir la diversité du paysage et de l'habitat, ainsi que des écosystèmes et des espèces associés;
- Eliminer si nécessaire, et par la suite empêcher l'utilisation des terres et les activités incompatibles avec les objectifs visés, du fait de leur ampleur ou nature;
- Offrir au public toute une gamme de loisirs de plein air respectant les qualités essentielles de la zone;
- Encourager les activités scientifiques et pédagogiques qui contribueront au bien-être à long terme des communautés résidentes tout en sensibilisant le public à la protection de tels paysages;

**Annette Lanjouw, Ann Edwards & Lee White**

- Offrir des avantages aux communautés locales et contribuer à leur bien-être sous forme de produits naturels (tels que produits de la forêt ou de la pêche) et de service (tels qu'eau potable ou revenus issus de formes durables de tourisme).

*Directives de sélection*

- La zone doit posséder des paysages terrestres et/ou côtiers ou insulaires présentant des qualités esthétiques particulières, avec les habitats, la flore et la faune associés, ainsi que des manifestations de modes uniques ou traditionnels d'utilisation de l'espace et d'organisation sociale, reflétés dans les établissements humains, les coutumes, modes de vie et croyances des communautés locales;
- La zone doit offrir au public des possibilités de loisir et de tourisme compatibles avec le mode de vie et les activités économiques habituels de ses habitants.

**Catégorie VI : Aire protégée de ressources naturelles gérées.**

Il s'agit d'aires protégées gérées principalement à des fins d'utilisation durable des écosystèmes naturels. Ce sont des zones contenant des systèmes naturels en grande partie non modifiés, gérées pour assurer la protection et le maintien à long terme de la diversité biologique, tout en assurant la durabilité des produits naturels nécessaires au bien-être de la communauté.

*Objectifs de gestion*

- Assurer la protection et le maintien à long terme de la diversité biologique et des autres valeurs naturelles de la zone;
- Promouvoir des pratiques rationnelles de gestion dans des buts de production durable;
- Protéger le capital de ressources naturelles contre toute forme d'aliénation engendrée par d'autres formes d'utilisation du sol susceptibles de porter préjudice à la diversité biologique de la zone;
- Contribuer au développement régional et national.

*Orientations de sélection*

- La zone doit être au moins aux deux tiers à l'état naturel, mais peut contenir une zone limitée d'écosystèmes modifiés; les grandes plantations commerciales en sont exclues;
- la zone doit être suffisamment importante pour que les ressources naturelles puissent être utilisées de façon durable sans porter préjudices à long terme à sa qualité naturelle.

La majorité des aires protégées dans la zone forestière africaine sont soit des parcs nationaux (Catégorie II), soit des réserves forestières dans lesquelles les ressources naturelles sont gérées pour une utilisation durable (Catégorie VI). Cependant, de nombreuses aires protégées en forêt africaine datent de la période coloniale, et les objectifs originels peuvent avoir été oubliés ou sont périmés. De plus, la gestion des réserves pour la production de bois a provoqué une dégradation sévère de nombreuses aires protégées aux ressources gérées (réserves forestières); si elles doivent continuer à remplir leur rôle initial, de nouvelles directives de gestion devront être établies (voir encart 1a). Réfléchir sur le pourquoi de l'établissement d'une aire protégée, sur ses objectifs originels, et s'ils sont encore d'actualité, est une manière efficace de penser aux types d'informations nécessaires à la gestion informée de cette zone. S'il existe un plan de gestion pour une aire protégée, les personnes qui l'ont écrit ont probablement réfléchi à ces questions. Ce type de document est la première chose que vous devez chercher pour obtenir des informations de fond. Malheureusement, peu d'aires protégées dans la zone forestière africaine possèdent des plans de gestion à jour. Etudier celui qui existe, ou réfléchir aux éléments dont vous auriez besoin pour en écrire un, sont de bons points de départ pour la réflexion sur les besoins en recherche.

## La gestion des zones protégées : le rôle de la recherche

### Encart 1a: LA GESTION DES RESERVES FORESTIERES AU GHANA

Du milieu des années 1960 au début des années 1980, les réserves forestières du Ghana ont été extrêmement dégradées par l'exploitation forestière. Cette utilisation non durable des forêts était due aux erreurs de jugements des gestionnaires (Hawthorne & Abu-Juam, 1995; Hawthorne, sous presse). Pendant cette période, de grandes étendues de forêt gérée ont été remplacées par des terres agricoles, tandis qu'une exploitation intense a affecté les forêts restantes, les rendant plus vulnérables aux feux. En conséquence, des incendies catastrophiques ont profondément dégradé environ 30% des forêts semi-décidues du Ghana (Hawthorne, 1994).

Depuis 1983, un effort intense a été accompli pour remédier cette situation:

- un inventaire de tous les arbres d'au moins 5 cm de diamètre a été entrepris sur 0,25% de toutes les forêts productives restantes au Ghana. Cet inventaire a été entrepris pour estimer le statut de la forêt, le taux de régénération et les stocks des arbres ayant une valeur économique;
- un réseau de parcelles de recherche permanente a été mis en place pour suivre la dynamique et la croissance des forêts
- un guide de terrain des arbres a été écrit pour permettre aux gestionnaires des forêts d'identifier de manière fiable les espèces d'arbre;
- des études sur l'impact environnemental de l'exploitation, des feux et de l'utilisation des ressources autres que le bois ont été entreprises;
- un inventaire botanique des forêts restantes a aidé l'établissement de priorités pour la conservation des plantes.

Ces projets de recherche appliquée ont contribué à une série de plans de gestion et de documents généraux qui guident maintenant la gestion des forêts au Ghana. Des espèces particulières méritant une attention spéciale car elles sont rares ou menacées à un niveau national ou international ont été déterminées pour une protection partielle ou complète. Les habitats particulièrement riches, rares ou fragiles ont été cartographiés et seront attentivement gérés en plusieurs zones d'utilisation, ou totalement protégés. Des directives strictes pour l'exploitation du bois et des autres ressources ont été données.

Ce travail n'est pas terminé. En particulier, comme la pression de chasse incontrôlée a eu un grave impact, il faudrait apporter plus d'attention au statut de la faune au Ghana. Cependant, le programme de recherche long terme entrepris ce jour est un excellent exemple de la manière dont les gestionnaires de forêt tentent de formuler des options de gestion saines basées sur une bonne information scientifique. Ce processus pourrait servir de modèle d'autres États africains.

### Développer un plan de gestion

#### *Qu'est-ce qu'un plan de gestion, et à quoi cela sert-il?*

Un plan de gestion guide et contrôle la gestion des ressources des aires protégées, les utilisations de la zone et le développement d'infrastructures nécessaires à la gestion et à l'utilisation. Il détermine le développement d'activités et d'actions de gestion à effectuer dans une zone, et détaille les mécanismes permettant d'estimer le succès ou l'échec de ces activités. Partie centrale du plan, un état des *buts et objectifs mesurables* permet de diriger le travail des gestionnaires. Ces buts et objectifs forment le cadre permettant de déterminer les actions à entreprendre, quand elles seront entreprises, le budget et le personnel nécessaires. Le plan doit décrire les besoins en formation spécialisée, ce qui permet d'avoir une équipe compétente et de savoir quand faire des changements.

Un plan de gestion est écrit pour une période précise, généralement cinq ans, après laquelle il est évalué et modifié. Des plans de travail annuels sont développés pendant la phase d'exécution, en se guidant sur le plan à long terme. Le plan de gestion doit rester sujet à modification quand de nouvelles informations sont disponibles. Il doit être particulièrement sensible à l'évaluation des actions entreprises dans les plans annuels précédents.

**Annette Lanjouw, Ann Edwards & Lee White**

*Étapes du développement d'un plan de gestion*

Pour savoir si un plan de gestion existant doit être mis à jour, ou pour en écrire un, il est nécessaire de comprendre comment ils sont habituellement construits, selon les étapes suivantes:

1. Former l'équipe de planification: elle doit inclure des personnes ayant de l'expérience en planification, écologie, sociologie, économie et autres domaines scientifiques. Elle doit inclure aussi les autorités de l'aire protégée et les personnes qui la gèrent, ainsi que celles qui seront touchées par le plan. L'équipe doit consulter des scientifiques, des éducateurs, des experts en tourisme, des propriétaires de concessions et des personnes vivant dans et autour de l'aire protégée.
2. Etablir les objectifs de l'aire protégée: lister et analyser les raisons originelles de la création de l'aire protégée, et si nécessaire mettre à jour les objectifs en fonction des conditions actuelles. Autant que possible, établir des priorités entre ces objectifs.
3. Rassembler les informations existantes: cela doit inclure une liste des législations actuelles, ainsi que des données biophysiques, culturelles et socio-économiques. Commencer à compiler les informations de façon organisée afin qu'elles soient faciles à retrouver lorsqu'il faut prendre de nouvelles décisions.
4. Obtenir de nouvelles informations: après avoir recensé les informations existantes, les mettre à jour quand cela est nécessaire avec de nouvelles données en utilisant, par exemple, les techniques présentées dans ce manuel. Le chapitre 2 donne les informations à rechercher. Assurez-vous que la conception de la base de données autorise facilement l'inclusion de nouvelles informations.
5. Estimer les contraintes de gestion: les limitations de nature environnementale, économique, politique, administrative ou légale doivent être reconnues et analysées. Il faut être très réaliste.
6. Etudier les interrelations régionales: l'aire protégée doit être un élément intégré de l'utilisation des terres: le plan de gestion doit être pensé en conséquence. Considérez les effets potentiels du développement extérieur sur les ressources de l'aire protégée, ainsi que l'impact de cette aire protégée sur la région.
7. Etudier les frontières de l'aire protégée: considérez les modifications des frontières en fonction de facteurs écologiques, culturels, socio-économiques ou administratifs.
8. Déterminer des zones de gestion appropriées: déterminez les intensités de gestion dans différentes zones, en différenciant par exemple un "noyau central" strictement protégé d'une zone tampon aux utilisations multiples, etc.
9. Développer des plans d'action détaillés: après l'obtention d'un accord global sur les nouveaux objectifs pour l'aire protégée, souligner précisément les plans d'actions nécessaires à la réalisation des objectifs. Les plans d'action doivent décrire en détail qui entreprendra le travail, et comment cela sera fait. Il doit exister des plans pour chacune des catégories suivantes:
  - gestion des ressources et protection;
  - utilisation humaine;
  - recherche et suivi;
  - administration.
10. Plans d'actions intégrés pour créer des options de développement intégrés: étudiez les infrastructures et les financements nécessaires pour accomplir les divers programmes.
11. Souligner les besoins financiers: déterminez les coûts des différentes propositions de planification et identifiez des sources de financement potentielles.
12. Préparer et distribuer une ébauche de plan en vue de commentaires.
13. Analyser et évaluer le plan d'après les commentaires des parties intéressées.
14. Etablir les plans d'action et les calendriers.
15. Préparer, publier et rendre public le plan terminé.
16. Suivre et réviser le plan et les activités de gestion régulièrement, en fonction des expériences pratiques.



## **La gestion des zones protégées : le rôle de la recherche**

### **Recherche et gestion: des activités complémentaires qui entrent en compétition pour les ressources**

Au vu de la liste des responsabilités d'un gestionnaire d'aire protégée, il est évident que même si la recherche doit être une priorité, le personnel aura de nombreuses autres tâches à remplir. Les activités de recherche doivent donc être planifiées pour générer le maximum d'informations pour la gestion, avec un investissement humain et financier minimal. Cela sera plus aisément le cas si le gestionnaire peut planifier et établir des priorités sur les besoins en recherche de la zone. De plus, si les gestionnaires encouragent les recherches entreprises par des universités ou des organisations à but non lucratif, le budget de l'aire protégée ne devra pas couvrir l'ensemble des coûts. Ainsi, à moins que les recherches proposées par des "étrangers" soient en conflit avec les objectifs de gestion (par exemple, dérangement non nécessaire d'une espèce menacée), elles doivent toujours être encouragées et soutenues.

Le chapitre suivant vous permettra de savoir à quelles questions biologiques ou socio-économiques spécifiques les recherches proposées pourront répondre. Ci-dessous, nous suggérons des propositions pour la gestion des efforts de recherche, notamment en ce qui concerne les chercheurs visiteurs.

#### *Identification et établissement de priorités sur les informations nécessaires à la gestion de l'aire protégée.*

Le plan de gestion doit inclure une section "recherche et suivi" qui donnera clairement les priorités de recherche. La zonation de l'aire protégée devra attribuer des zones à la recherche. Par exemple, une étude de l'impact de la chasse sur les populations de grands mammifères devra inclure des comparaisons entre des zones chassées et des zones non chassées. Créer de telles zones est tout d'abord un problème de zonation (plus tard, cela deviendra un problème de respect de la réglementation). Enfin, chaque aire protégée devra développer une série de protocoles de suivis à long terme pour estimer les changements des populations animales et végétales clés, des types de végétation principaux, des populations humaines, de l'utilisation des ressources, de la qualité de l'eau, de la météorologie et de la fréquentation par les visiteurs. La majorité de ces suivis peut être effectuée par le personnel de l'aire protégée.

#### *Les projets de recherche proposés par des chercheurs extérieurs doivent être évalués et approuvés par les autorités de gestion de l'aire protégée avant de démarrer.*

Les autorités gestionnaires doivent s'assurer que tous les projets de recherche s'accordent avec les objectifs de la réserve. Ils peuvent demander la modification d'un projet pour le rendre plus approprié aux objectifs de gestion ou pour compléter d'autres projets de recherche.

#### *Les activités des chercheurs doivent être suivies par les autorités de gestion.*

Les autorités de l'aire protégée doivent contrôler toutes les activités dans la zone. Les chercheurs doivent soumettre des rapports écrits et des présentations orales occasionnelles au personnel de l'aire protégée pour que celui-ci soit tenu au courant de l'avancement de leurs activités.

#### *Il doit y avoir des recommandations claires pour les projets de recherche qui nécessitent la collecte de spécimens.*

La collecte de matériel animal et végétal dans l'aire protégée doit nécessiter une permission spécifique des autorités de gestion. De plus, les autorités peuvent demander que des doubles des spécimens et leur identification soient déposés dans l'aire protégée, à l'herbier national ou au musée. Le matériel destiné à sortir du pays peut nécessiter l'obtention d'un permis particulier.

**Annette Lanjouw, Ann Edwards & Lee White**

*Les chercheurs extérieurs doivent soumettre des rapports préliminaires et finaux mettant particulièrement en valeur les implications de leurs recherches sur la gestion.*

A la fin d'une étude, on peut demander aux chercheurs de soumettre un rapport préliminaire avant qu'ils ne quittent le pays, puis un rapport final quelques mois ou un an après (selon l'étendue de l'étude).

Ce rapport final doit obligatoirement comporter une section sur l'intérêt des résultats pour la gestion et la conservation de l'aire protégée. Chaque chercheur doit envoyer au siège de l'aire protégée des copies de toutes les publications, scientifiques ou autres, issues de cette recherche. Des résumés accessibles au public peuvent être utilisés comme littérature de vulgarisation sur le parc. De plus, les chercheurs doivent laisser sur place des copies de données tant qualitatives que quantitatives. Les gestionnaires doivent comprendre, cependant, que les données sont extrêmement précieuses pour les chercheurs. Ils peuvent exiger que des rapports soient rédigés, mais pas que des copies des données soient présentées dans leur intégralité.

*Une priorité adéquate devra être donnée aux programmes de recherche sociale et économique.*

Un des plus grands problèmes auxquels doivent faire face les gestionnaires d'aires protégées aujourd'hui implique l'impact des populations locales, des touristes et des utilisateurs des ressources sur l'aire protégée, et, réciproquement, la réponse des populations locales aux régulations et aux situations créées par l'aire protégée. La recherche sur les aspects humains de la gestion des aires protégées doit donc être encouragée. Il faut pouvoir quantifier les bénéfices économiques générés par les aires protégées aux niveaux local et régional, pour la conservation de la biodiversité, la protection des eaux, le tourisme etc. Il faut également pouvoir quantifier les impacts biologiques ou sociaux négatifs des activités économiques dans ou autour de la réserve.

*Promotion de l'aire protégée comme lieu d'activité de recherche.*

Les projets de recherches qui paraissent universitaires et sans valeur immédiate pour la gestion doivent néanmoins être encouragés, à moins qu'ils entrent en conflit avec les objectifs de l'aire protégée, qu'ils bloquent des ressources limitées, ou qu'ils interfèrent avec les pratiques de gestion. Des résultats apparemment pointus peuvent être d'un grand intérêt quand ils sont comparés au cours du temps ou entre les sites. La présence d'investigateurs reconnus internationalement peut accroître la protection pour la réserve ou l'espèce concernée. Des infrastructures telles que des stations de recherche et zones d'étude spéciales permettront de faciliter le développement de la recherche scientifique. Il faut encourager en permanence un dialogue libre et ouvert entre gestionnaires et chercheurs.

*Les autorités de l'aire protégée doivent envisager la nomination de personnel de recherche.*

Si les financements permettent d'avoir un chercheur à plein temps, ce poste permettra une meilleure continuité et une plus grande intégration des recherches entreprises sur place. En plus de mener ses propres recherches, qui doivent inclure le suivi à long terme ainsi que des études plus précises de court terme, le chercheur d'une aire protégée doit jouer un rôle actif dans la gestion et la coordination des chercheurs visiteurs, et s'assurer qu'ils respectent les conditions énoncées ci-dessus. Un chercheur intégré au personnel a l'avantage de la longévité, car il peut travailler avec le personnel sur une période de plusieurs années pour définir puis affiner les priorités de recherche. De plus, il peut entreprendre des recherches qui sont d'une grande importance pour la gestion, mais qui ne seraient pas d'un grand intérêt pour des chercheurs étrangers.

## **La gestion des zones protégées : le rôle de la recherche**

### **Une note finale d'encouragement**

La triste réalité montre que les ressources humaines et financières sont extrêmement limitées dans de nombreuses aires protégées africaines, et que leur fonctionnement est souvent fait de "bouts de ficelles"... Les équipes doivent réagir aux crises en utilisant leur matière grise. Très peu de gestionnaires peuvent s'offrir le luxe d'inventaires biologiques complets, de bonnes cartes de végétation, d'une connaissance poussée des besoins écologiques ou des mouvements saisonniers des espèces, ou même de l'impact de l'homme sur une aire protégée. Dans certains cas, ils n'ont même pas de véhicule, sans parler d'ordinateur, de GPS ou d'images satellites.

En passant par tout le processus d'établissement de priorités pour la gestion, puis pour la recherche, vous serez plus à même de bénéficier de la présence de chercheurs qui travaillent chez vous, et de militer pour obtenir plus de ressources financières, logistiques ou humaines. De plus les recherches ne sont pas forcément chères en temps et en argent. En vivant et en travaillant simplement dans une aire protégée, le personnel peut collecter des informations utiles au cours des activités quotidiennes. Les méthodes et les études de cas exposées dans ce manuel visent à vous ouvrir les yeux sur les nombreuses façons dont la recherche peut bénéficier à la gestion, ainsi qu'à vous encourager et à vous permettre de commencer à collecter ces informations de façon méthodique et rigoureuse. o



*Okapia johnstoni*

## Chapitre 2

### Etablir des priorités et concevoir des programmes de recherche

*Lee White et Ann Edwards*

#### Introduction

Les informations sur les processus biologiques et les activités humaines peuvent constituer des outils extrêmement précieux pour les gestionnaires d'aires protégées. Des informations mises à jour et collectées de façon rigoureuse donnent une idée des forces en présence dans un endroit donné. Elles permettent non seulement de déterminer des plans d'action appropriés pour gérer les ressources d'une zone, mais également, si elles sont bien utilisées, de générer un soutien sous forme de tourisme, de recherche scientifique, d'apport de personnel ou de financement.

Les conservacionnistes doivent prendre en compte un réseau complexe de facteurs à court et à long terme lorsqu'ils prévoient leurs programmes de recherche. On donne généralement la priorité aux problèmes immédiats, mais il ne faut pas perdre de vue le besoin de faire des suivis à long terme. Dans les zones où le braconnage, l'exploitation du bois ou l'agriculture menacent la faune, la flore et les habitats, il faut connaître l'étendue des problèmes et les effets sur les populations animales et végétales. Pour suivre les effets des efforts de conservation, il faut connaître les densités animales ou l'étendue des implantations humaines avant le début des opérations, puis suivre les changements (qui, on l'espère, devraient être une augmentation des densités animales et une diminution des implantations humaines). Si on veut protéger des grands mammifères comme les éléphants, il faut connaître leurs besoins en habitats - migrent-ils de façon saisonnière en dehors de l'aire protégée? Y aura-t-il un accroissement des densités en éléphants à cause d'un afflux de populations dans la zone protégée, ce qui provoquerait une destruction de la végétation? Lorsqu'il y a un manque de connaissances de base, ce sont souvent les inventaires qui se voient donner la priorité - mais si des inventaires sont effectués de façon à pouvoir être répétés, ils deviennent un moyen (potentiel) de suivi.

Ce chapitre aborde les questions auxquelles on pourra répondre en utilisant les méthodes présentées dans les chapitres suivants, et vous guide dans la planification d'un projet de recherche. Les questions intéressantes sont souvent étonnamment simples. Combien y en a-t-il? Où sont-ils? Quels sont les changements au cours du temps, ou lorsqu'il y a certains types de perturbations? En lisant la suite de ce manuel, vous pourrez vous sentir écrasés sous les détails des méthodes et des analyses. Pour cette raison, il est important que vous ayez une idée claire des informations dont vous avez besoin et des méthodes que vous allez utiliser pour les obtenir. Finalement, la force de vos résultats dépendra de la façon dont vous avez réfléchi à vos questions de recherche, et de l'adéquation et de la bonne exécution des méthodes utilisées pour y répondre. Ce n'est que si la recherche est bien préparée et exécutée qu'elle donnera des résultats sur lesquels vous pourrez en toute confiance développer des décisions et des actions de gestion.

Il y a deux étapes clés dans tout programme de recherche. Tout d'abord, des observations préliminaires doivent être faites, ou des travaux d'inventaire exécutés pour détecter des tendances ou des situations intéressantes. Ensuite, il faut concevoir et entreprendre des études expérimentales pour expliquer ces résultats. La première phase est essentiellement descriptive. Elle consiste à documenter la distribution et l'abondance des plantes et des animaux (ou l'intensité des activités humaines), et peut-être à détecter des tendances telles qu'une diminution des densités animales ou des changements des activités humaines. La seconde phase cherche à expliquer ces observations préliminaires - pourquoi les densités animales ont-elles décliné? pourquoi les activités humaines ont-elles changé? Pour répondre à ces questions, il faut formuler et tester des hypothèses. Par exemple, vous pouvez prédire que les densités animales ont décliné à cause de l'augmentation de la pression de chasse, ou que les hommes pénètrent plus profondément dans une aire protégée car les densités animales ont significativement diminué près des villages.

### **Etablir des priorités et concevoir des programmes de recherche**

Ces deux situations ont des implications évidentes pour la gestion, mais pour chacune d'elles plusieurs explications sont possibles. Les animaux ont peut-être été affectés par une maladie qui a provoqué une forte mortalité, et les hommes pénètrent dans la réserve car on y a trouvé de l'or, ou parce qu'une société d'exploitation forestière qui avait beaucoup d'employés a fait faillite. Pour pouvoir en tirer des conclusions fermes, votre protocole de recherche doit être conçu de façon à répondre à une question particulière.

Une grande partie de ce manuel concerne la description de situations. Cela est dû en partie au fait que les forêts pluviales africaines, et en particulier les grandes forêts du centre du continent sont mal connues. Dans de nombreuses aires protégées en zone forestière, les gestionnaires ont peu d'informations de base pour les guider. Dans la majorité des cas la distribution et l'abondance des espèces ne sont pas (correctement) documentées, et il est probable que des particularités locales passeront inaperçues. De plus, la connaissance de la situation est souvent suffisante pour guider les activités de gestion, et un approfondissement des processus est un luxe non nécessaire. Par exemple, si des gestionnaires savent qu'une espèce rare et intéressante de plante ou d'animal est restreinte à la partie sud d'une zone protégée, où elle est menacée par une exploitation illégale, ils peuvent focaliser leurs activités sur cette zone. Ils n'ont probablement pas besoin de savoir pourquoi l'espèce ne se rencontre que dans le sud. D'un autre côté, un scientifique intéressé par cette espèce ne sera pas satisfait de savoir simplement qu'elle est limitée au sud, et voudra expliquer cette situation en testant des hypothèses basées sur ces observations préliminaires.

Ce manuel est destiné en premier lieu aux gestionnaires de l'environnement et aux chercheurs dont le travail est directement lié à la gestion. Les vastes forêts d'Afrique Centrale posent un problème, car les gestionnaires doivent s'y débrouiller dans des aires protégées immenses, non cartographiées, inaccessibles et sur lesquelles très peu de choses sont connues. Considérez le challenge posé par la collecte d'informations dans le parc national de Salonga, dans le centre de la République Démocratique du Congo (ex-Zaïre), couvrant 36 000 km<sup>2</sup> de forêt pluviale dont on ne connaît que très peu de choses. Le simple fait d'étudier les grands ensembles est un travail énorme, mais sans ces informations de base, il est difficile de prendre des décisions de gestion. Les priorités de gestion dans de telles zones n'impliqueront probablement pas beaucoup de recherches très détaillées visant à expliquer les processus écologiques. On cherchera plutôt à comprendre globalement les distributions et les menaces, pour pouvoir diriger les activités de conservation d'une façon aussi efficace que possible. Cependant, les méthodes standardisées que nous recommandons seront probablement utiles aussi bien pour les gestionnaires que pour les scientifiques. Etant donné l'étendue des sujets que l'on peut aborder, un livre ne sera jamais complet: nous espérons cependant que les gestionnaires, en particulier, trouveront dans ce manuel des réponses à beaucoup de leurs questions.

### **Phase 1: description**

Les informations purement descriptives sont souvent extrêmement précieuses pour les gestionnaires tout comme pour les chercheurs. Pour les gestionnaires, elles servent généralement à diriger les activités quotidiennes, tandis que les chercheurs les utiliseront pour formuler des hypothèses qui seront testées en entreprenant d'autres recherches. Les priorités varieront selon les lieux, et dépendront de différents facteurs comme les objectifs de gestion, les communautés animales et végétales présentes, la nature des activités humaines dans la région. La liste ci-dessous donne des exemples d'informations descriptives qui peuvent être intéressantes, mais elle n'est absolument pas exhaustive.

#### **Questions biologiques**

*Présence/absence d'une espèce:*

Quels animaux et plantes se trouvent dans l'aire protégée? La diversité spécifique est-elle plus élevée dans certaines zones ou certains types d'habitats?

**Lee White & Ann Edwards**

*Espèces prioritaires pour la gestion*

Comme il est impossible d'étudier ou de suivre toutes les espèces, il est nécessaire de sélectionner des espèces prioritaires.

Celles-ci peuvent être rares, menacées ou endémiques (restreintes à une région), elles peuvent également jouer un rôle d'indicateurs des changements de l'écosystème dans son ensemble. Elles peuvent aussi être des espèces «parapluie» («umbrella species»), c'est-à-dire des espèces dont la protection implique celle de nombreuses autres espèces. Elles peuvent enfin être des espèces clés, jouant un rôle écologique indispensable (voir encart 14a), ou encore des espèces sacrées.

*Distribution des espèces:*

Où trouve-t-on ces plantes ou ces animaux, et comment leur distribution est-elle liée aux facteurs environnementaux ? Quelle est la distribution des différents types de végétation ? Y a-t-il des mouvements saisonniers des animaux entre les habitats ou en dehors de l'aire protégée ?

*Abondance spécifique:*

Combien y a-t-il de plantes ou d'animaux intéressants dans différentes zones de l'aire protégée ou différents types d'habitats ?

*Statut actuel des espèces ou des habitats:*

Comment subsistent-ils ? Sont-ils menacés de disparition ? Quelles sont l'abondance et la distribution dans l'aire protégée et ailleurs ?

*Tendances à long terme:*

Comment la distribution et l'abondance changent au cours du temps. Comment changeront-ils dans le futur ?

**Questions socio-économiques**

*Populations humaines résidentes ou avoisinantes.*

Combien de personnes vivent dans et autour de l'aire protégée ? Où vivent-elles ? Les populations sont-elles en augmentation ou en diminution ? Quelle est la composition ethnique et la structure d'âge de la population humaine ? Comment ces populations subsistent-elles ?

*Utilisation de l'aire protégée.*

Quelles sont les ressources exploitées dans et autour de l'aire protégée ? Quelles parties de l'aire protégée sont utilisées ? Les ressources sont-elles destinées à un usage domestique ou commercial ? Comment l'exploitation évolue-t-elle ? L'exploitation a-t-elle un impact négatif sur la ressource ?

*Activités saisonnières.*

Comment les activités humaines telles que l'agriculture ou la chasse varient selon les périodes de l'année ? Certaines activités sont-elles restreintes à certaines périodes de l'année ?

*Dégâts aux cultures par les animaux sauvages.*

Dans certaines régions la faune sauvage a un impact négatif sur les plantations, ou provoque une attitude négative pour d'autres raisons. Pour traiter de tels problèmes, vous aurez besoin d'information sur l'importance des dégâts. Les agriculteurs surestiment presque toujours les pertes de bétail ou de récoltes dues aux animaux sauvages: il faudra donc les quantifier avant de pouvoir agir.

### **Etablir des priorités et concevoir des programmes de recherche**

Obtenir ces informations descriptives est rarement simple et peut nécessiter un effort de recherche important. Supposons que les gestionnaires du parc national de Salonga pensent qu'il y a eu une explosion du braconnage. Ils doivent alors préparer un programme d'échantillonnage pour estimer le nombre total d'éléphants dans le parc. Ils doivent planifier l'échantillonnage pour qu'il soit représentatif de l'ensemble du parc, et obtenir une estimation précise. Il leur faut donc une bonne connaissance des méthodes d'échantillonnage, de la façon de recenser des éléphants en forêt dense, de l'analyse des données et de la manière d'extrapoler ces résultats à l'ensemble du parc.

Une bonne partie de ce manuel a pour but de donner aux gestionnaires et aux chercheurs les connaissances nécessaires pour accomplir ces types de travaux. Nous nous intéresserons en particulier à la récolte de données de bonne qualité sur les effectifs et la distribution des plantes et des animaux, ainsi que sur l'importance des activités humaines dans et autour des aires protégées. Une approche des protocoles expérimentaux et de l'analyse des données sera également proposée. Le programme Lopes, conçu par Peter Walsh, est distribué avec ce manuel, pour l'analyse des données. Un second manuel couvrant d'autres aspects de l'analyse des données est prévu.



**Genette tigrine**  
*Genetta tigrina*

### **Phase 2: conception expérimentale et test des hypothèses**

Dans certains cas, les gestionnaires voudront poursuivre les recherches descriptives, avec des études plus poussées sur des sujets particuliers (c'est l'attitude qui sera généralement suivie par les scientifiques). Par exemple, un recensement général du Gabon a montré que les densités en chimpanzés étaient plus basses dans les forêts exploitées que dans les autres (Tutin et Fernandez, 1984), sans pour autant déterminer les raisons de ce déclin. Les effectifs de chimpanzés peuvent diminuer pour de nombreuses raisons. Cela peut être dû à une pression de chasse accrue dans les zones ayant de nouvelles pistes d'exploitation forestière, à une diminution de la disponibilité en nourriture due aux dégâts causés sur les arbres fruitiers importants, au fait que les chimpanzés sont partis des zones exploitées pour éviter les humains (dans ce cas, les densités devraient croître dans les environs), à une autre raison (voir encart 14g). Ce problème est important pour la conservation des chimpanzés, car la majorité des forêts où vit cette espèce sera exploitée dans un futur proche: un gestionnaire peut donc décider de l'étudier plus en détail. Un tel projet de recherche devrait passer normalement par plusieurs étapes distinctes qui seraient les suivantes :

**Lee White & Ann Edwards**

Phase préliminaire: observation du fait que les densités de chimpanzés sont plus faibles dans les forêts exploitées.

**Etape 1 : formuler une ou plusieurs hypothèses pour expliquer ce déclin.**

Dans ce cas, les hypothèses seraient:

- Hypothèse 1 : augmentation de la pression de chasse dans la forêt exploitée, ce qui provoque une mortalité des chimpanzés;
- Hypothèse 2 : dégradation de la végétation pendant l'exploitation, ce qui provoque une diminution de la disponibilité en nourriture;
- Hypothèse 3: les chimpanzés quittent la forêt exploitée.

**Etape 2 : faire des prédictions pour évaluer la validité des hypothèses.**

Dans ce cas, ces prédictions peuvent être:

- Prédiction pour l'hypothèse 1 : l'exploitation dans des zones telles que les réserves, où il n'y a pas de chasse, ne provoquera pas une diminution des effectifs;
- Prédiction pour l'hypothèse 2 : les effectifs de chimpanzés déclineraient peu à peu après l'exploitation. Les plus jeunes et les plus vieux individus mourraient les premiers, le taux de natalité diminuerait et il y aurait une plus forte mortalité après l'exploitation pendant des périodes de stress écologique telles qu'une saison sèche particulièrement longue;
- Prédiction pour l'hypothèse 3 : les effectifs de chimpanzés diminueront brutalement après l'exploitation, mais les densités dans les zones environnantes augmenteront.

**Etape 3 : collecter des données adéquates.**

On pourra choisir de suivre les populations de chimpanzés dans une réserve où la chasse est bien contrôlée. On pourra sélectionner une zone qui doit être exploitée et suivre les densités de chimpanzés avant, pendant et après l'exploitation dans cette zone et dans les zones environnantes. Il faudra sélectionner et développer une méthode de recensement efficace et mettre en œuvre un programme d'échantillonnage conçu pour détecter des changements de densité de l'ordre attendu, d'après les données issues des observations préliminaires de Tutin et Fernandez (1984).

**Etape 4 : faire un bilan préliminaire des données.**

Compiler et analyser les données pour évaluer s'il y a eu des changements de densité dans les zones exploitées et/ou dans les zones non exploitées environnantes.

**Etape 5 : analyser les données en utilisant des tests statistiques.**

Utiliser des tests statistiques appropriés pour estimer si les différences observées entre les périodes d'échantillonnage sont statistiquement significatives (ces tests permettent de savoir quelle confiance peut être accordée aux résultats).

**Etape 6 : accepter ou rejeter les hypothèses.**

S'il n'y a pas eu de changement des densités de chimpanzés après l'exploitation, on pourra accepter la première hypothèse. Si les densités montrent un déclin graduel sans changement détectable dans les environs, on acceptera la seconde hypothèse. S'il y a un déclin immédiat dans la forêt exploitée et une augmentation dans les environs, on acceptera la troisième hypothèse.

Bien entendu, il est possible qu'aucune de nos hypothèses ne soit bonne, ou qu'une combinaison de facteurs provoque un déclin des chimpanzés. Plus nous aurons de connaissances sur la biologie des chimpanzés et sur les changements provoqués par l'exploitation sur la forêt, plus nous pourrions développer des hypothèses raisonnables et concevoir des stratégies d'échantillonnage pour les tester efficacement.



## **Etablir des priorités et concevoir des programmes de recherche**

### **Analyses ultérieures**

Etant donné le manque d'informations de fond et les problèmes logistiques inhérents au travail dans les grandes aires protégées de forêt, ce type de recherche par étapes sera un luxe inaccessible pour la majorité des gestionnaires, sauf circonstances exceptionnelles. Cependant, les méthodes de recensement décrites dans ce manuel ont été développées par des chercheurs ayant une bonne expérience du travail en forêt pluviale africaine: elles pourront vous apporter une partie des informations qu'une approche poussée vous donnerait. Par exemple, lorsque vous collectez des données de densités d'animaux, il est recommandé de collecter également des données sur les traces d'activités humaines et sur les types de végétation. Cela vous permettra d'évaluer s'il y a une relation entre les différences de densités animales et ces deux facteurs qui, par exemple, se sont montrés déterminants pour la densité en éléphants dans certaines régions d'Afrique (Barnes et al., 1991). Cela doit permettre aux chercheurs de maximiser leur efficacité quand ils travaillent dans des zones vastes et inexplorées pour lesquelles il n'existe pas d'informations de fond.

### **Considérations pratiques et pièges fréquents**

Les priorités de recherche dépendront évidemment beaucoup des objectifs spécifiques de votre programme de conservation et des buts de l'aire protégée où vous travaillez. Cependant, il existe des considérations pratiques et des pièges communs à la plupart des projets.

#### *Considérations pratiques*

##### *Temps total disponible.*

Les gestionnaires d'aires protégées ont de nombreuses responsabilités qui peuvent entrer en conflit avec les protocoles de recherche, et ont la priorité. De plus, gestionnaires et chercheurs ont de nombreux problèmes logistiques liés au travail dans des zones reculées et inaccessibles. Le temps dévolu à la recherche doit être attentivement évalué pendant la préparation de tout projet de recherche. En plus du temps passé au travail de terrain, il faut prévoir du temps pour la préparation, la logistique et l'analyse des données. Il est également vital de prévoir du temps pour des événements imprévus, tels que crise de paludisme, panne de véhicule, mauvais temps, troubles politiques etc.

##### *Périodes de travail.*

Votre programme de recherche doit prendre en compte les autres obligations que vous pouvez avoir chaque semaine, mois ou année, ainsi que l'influence des saisons sur la possibilité de faire du travail de terrain. Si par exemple des inondations saisonnières impliquent qu'une partie de votre zone d'étude devienne inaccessible, cela doit être pris en compte dans votre programme. Le temps passé à étudier de tels problèmes est toujours du temps gagné.

##### *Zones d'études disponibles.*

Dans les régions où l'accès au site peut être difficile, choisissez avec beaucoup de soin vos zones d'étude. Un site reculé qui n'est accessible que par une route entretenue par une compagnie d'exploitation forestière peut devenir inaccessible pendant votre étude si la société part, change son plan de travail ou fait faillite.

##### *Motivation personnelle*

La recherche dans les forêts pluviales africaines est exigeante physiquement et mentalement. Si les chercheurs ne sont pas intéressés et motivés pour entreprendre une étude, ils ne collecteront sans doute pas de bonnes informations, et cela sera une perte de temps, de travail et d'argent.

**Lee White & Ann Edwards**

Si vous préparez vous-même un programme de recherche, choisissez un sujet qui vous intéresse. Si votre étude implique d'avoir des assistants, réfléchissez bien à leur niveau d'études, à leur formation, leurs intérêts et leur motivation. Trop d'études ont échoué car les assistants de recherche étaient soit peu motivés, soit mal formés, ce qui donnait des données erronées, parfois même des fiches remplies pendant la sieste sous un arbre, dans un endroit tranquille et abrité.

***Pièges fréquents***

*Sous-estimer le temps nécessaire.*

De nombreux projets de recherche démarrent avec des objectifs peu réalistes et beaucoup trop ambitieux. Si le programme est basé sur des prévisions trop optimistes concernant le temps disponible, l'accessibilité, la motivation, la bonne santé des chercheurs etc., il est peu probable que l'on collectera suffisamment de données pour répondre aux questions posées. Il est facile d'ajouter de nouvelles zones d'étude, mais des fiches de données remplies à moitié sont généralement peu utiles. Tous les chercheurs, et en particulier ceux qui manquent d'expérience, veulent en faire trop!

*Compter sur le matériel qui peut tomber en panne et ne peut être ni réparé ni remplacé est une mauvaise idée.*

Utilisez la technologie, n'en devenez pas l'esclave. Si votre GPS tombe en panne, assurez-vous de pouvoir poursuivre avec une boussole et un topofil. Le matériel électronique est particulièrement sensible à l'atmosphère chaude et humide des forêts pluviales.

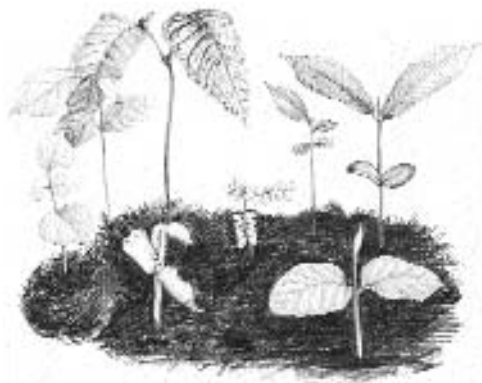
*Problèmes d'identification.*

Les recensements de quelques espèces ou groupes d'espèces facilement identifiables sont beaucoup plus faciles que les recensements de communautés entières. Choisissez bien les espèces ou les groupes d'espèces qui pourront le mieux vous permettre de répondre à des questions précises.

*Planification insuffisante de l'analyse des données.*

C'est un défaut fréquent et grave pour beaucoup de projets. Il est très important de réfléchir pendant la phase de préparation à la façon dont les données seront analysées, car cela influencera la façon dont les données seront collectées. Etudiez bien ce que le projet doit montrer et la façon dont vous utiliserez vos données pour cela.

Avant de commencer à préparer un projet de recherche, vous devez avoir une connaissance de base des théories d'échantillonnage et d'analyse de données. Les chapitres suivants vous guideront dans ces domaines.



**Plantules dans une crotte d'éléphant.**

## CHAPITRE 3 UNE INTRODUCTION A L'ECHANTILLONNAGE

Lee White & Anne Edwards

### *Introduction*

Pour toute recherche, il est fondamental de comprendre comment il faut échantillonner une zone ou un comportement. Echantillonner signifie étudier de petites parties d'un phénomène, en faisant l'hypothèse que ce que l'on observe dans les petites parties est représentatif de ce que l'on aurait trouvé s'il avait été possible d'étudier en détail le phénomène entier. Pour que cette hypothèse soit vérifiée, certaines recommandations doivent être suivies. Toutes les méthodes décrites dans ce manuel impliquent de faire un échantillonnage, car il est impossible de tout mesurer en détail dans une grande zone de forêt pluviale africaine, pas plus que l'on ne peut connaître tous les événements de la vie d'un animal.

### **Surface échantillonnée et unités d'échantillonnage**

Lors d'un échantillonnage de plantes ou d'animaux, la surface totale sur laquelle des estimations sont faites est appelée "surface échantillonnée" ("sampling area" en anglais). De même, lorsqu'on décide quels ménages seront interviewés dans un village, ou quels animaux seront pesés ou observés, l'ensemble du village ou du groupe d'animaux est appelé la "population".

La surface échantillonnée peut par exemple être l'ensemble d'une zone protégée, ou simplement un cercle de 10 km de diamètre centré sur un village. Elle peut aussi être restreinte à un seul type d'habitat, comme une forêt marécageuse ou des versants escarpés, ou au contraire inclure tous les types d'habitats. De même, la population à échantillonner peut inclure tous les villages dans et autour d'une aire protégée, ou au contraire un seul village ou groupe ethnique. En préparant une étude, un chercheur peut choisir comme il veut la surface et la population échantillonnées, à condition de les définir clairement et de garder cette définition à l'esprit au cours de la préparation et de l'exécution de la collecte de données, ainsi que de l'analyse et de l'interprétation des résultats. En effet, l'échantillon est la seule entité pour laquelle vous pouvez obtenir des conclusions fermes; tout ce qui n'était pas inclus dans l'échantillon n'a pas été étudié (mais voir "extrapolation des résultats" plus bas).

Les plus petites sections, dans lesquelles les plantes ou les animaux sont réellement comptés, sont appelées "unités d'échantillonnage" ("sampling units" en anglais). Dans ce manuel, deux types d'unités d'échantillonnage seront décrites, les parcelles et les transects. Lorsqu'on sélectionne des ménages à interviewer ou des animaux à observer, chacun d'eux constitue une unité d'échantillonnage.

### ***Parcelles et transects***

Les parcelles et les transects sont deux unités d'échantillonnage. La différence principale entre les deux tient au fait que sur une parcelle, tous les objets présents sont détectés et comptés, tandis que sur un transect, seuls les objets détectés depuis la ligne médiane sont comptés.

Une parcelle est une zone de surface connue dans laquelle chaque élément intéressant est compté. Elle peut avoir n'importe quelle forme, mais est généralement circulaire (elle inclut tous les points qui sont à moins d'une certaine distance d'un point central), carrée ou rectangulaire. Comme les parcelles couvrent en général de petites surfaces, elles sont utilisées pour étudier des éléments qui ne bougent pas, comme les plantes. Par exemple, on utilise souvent des parcelles de un hectare (100 m x 100 m) pour étudier la diversité des arbres (voir chapitre 8) au cours des recensements botaniques.

Un transect est un sentier, souvent long de plusieurs kilomètres, depuis lequel on voit et on compte les animaux (voir chapitre 11). La longueur d'un transect est connue, mais la largeur est estimée, en fonction de la distance par rapport aux animaux observés. Les transects sont bien adaptés pour compter les animaux dans la forêt car ils permettent à un chercheur de couvrir rapidement une grande surface.

Pour chaque méthodologie présentée dans ce manuel, on donnera les raisons d'utiliser des transects ou des parcelles.

### ***Représentation***

Il est important que les parcelles ou les transects soient placés dans des zones bien choisies, ou que les ménages ou les animaux soient bien choisis, car ces localisations ou ces animaux doivent être "représentatifs" de la surface échantillonnée ou de la population. De cette façon, ces zones contiendront les mêmes types d'éléments, dans les mêmes proportions (ou densités) que la surface échantillonnée. En d'autres termes, elles représenteront précisément la surface échantillonnée. Si les ménages interviewés sont représentatifs de la population, les différents points de vue seront exprimés dans les mêmes proportions que si toute la population avait été interviewée.

Bien entendu, il peut être difficile d'être certain que les parcelles et les transects sont représentatifs de la surface échantillonnée, ou que les ménages ou les individus sont représentatifs de la population, car cette zone ou cette population peut être mal connue. Dans ce cas, il faut absolument éviter d'introduire un biais dans l'échantillon. Par exemple, si vous décidez de faire un recensement de céphalophes dans un bloc forestier étendu et reculé, mais si vous n'étudiez les densités que près des pistes, parce que ce sont les seules voies d'accès à votre zone d'étude, vos échantillons ne seront pas représentatifs de l'ensemble de la zone. La pression de chasse et les dégradations de l'habitat par l'homme sont généralement centrées sur les pistes, et les densités de céphalophes risquent d'être basses près des routes: vos résultats seront biaisés car vous aurez sous-estimé la densité des céphalophes dans la zone échantillonnée.

La façon la plus simple d'éviter ces biais est de localiser les parcelles et les transects au hasard (voir plus bas) dans des blocs prédéterminés. Quand les localisations sont choisies au hasard et qu'il y a suffisamment d'unités d'échantillonnage, on peut estimer que chaque type d'habitat et chaque caractéristique ont été échantillonnés dans les bonnes proportions, et donc que les résultats sont représentatifs de la population.

### ***Echantillonnage au hasard, échantillonnage systématique***

Il existe deux façons de choisir les localisations et les unités d'échantillonnage:

L'échantillonnage au hasard est une méthode qui est basée sur le principe que si chaque partie d'une zone ou chaque entité a une chance égale d'être échantillonnée, il n'y aura pas de biais systématique sur l'échantillon, qui sera donc représentatif. Pour utiliser cette méthode, vous devez utiliser un système numéroté qui représente toutes les unités d'échantillonnage possibles (voir plus bas).

L'échantillonnage systématique est une méthode basée sur le principe que les motifs réguliers se rencontrent rarement dans la nature. Un échantillonnage systématique ou régulièrement espacé donnera souvent un échantillon représentatif, bien qu'il ne soit pas réellement au hasard. Cette méthode a l'avantage de donner des lieux plus faciles à localiser que s'ils avaient été placés au hasard.

Si au lieu d'échantillonner au hasard ou de façon systématique, les parcelles, les transects ou d'autres unités d'échantillonnage sont groupés pour faciliter le travail, il est peu probable que l'échantillon soit représentatif. Par exemple, si les parcelles ou les transects d'une étude botanique sont intentionnellement placés près des pistes et des routes, la variabilité véritable de la forêt ne sera pas échantillonnée. Les pistes et les routes existantes ne sont pas placées au hasard. Les grandes routes sont tracées de façon à éviter les marécages et les pentes fortes, et passent près des villages. Si les parcelles sont placées près des routes, elles seront dominées par des espèces qui se plaisent dans les zones sèches, plates et fortement utilisées par les populations humaines: les parcelles ne permettront pas d'échantillonner d'autres habitats où la composition spécifique est probablement très différente. Les données collectées ne seront donc pas représentatives de l'ensemble de la surface d'échantillonnage.

Quand les résultats ne sont pas représentatifs de la population qu'ils sont sensés décrire, on dit qu'ils sont biaisés. Des résultats biaisés donneront une mauvaise représentation des opinions dans une enquête socio-économique, ou une sur- ou sous-estimation des densités animales ou végétales; cela risque de pousser les gestionnaires à prendre des décisions inappropriées, et les chercheurs pourront arriver à des conclusions fausses.

### ***Choisir des localisations au hasard pour les parcelles et les transects***

Une procédure simple permettant de choisir au hasard des localisations pour les transects et les parcelles est la suivante:

#### Transects

Les transects sont généralement des droites de cap constant tracées dans la forêt avec une boussole. Dans ce manuel, ils sont surtout utilisés pour les recensements d'animaux. Comme les densités d'animaux varient généralement avec les types de végétation, il est souvent judicieux de localiser les transects de façon à croiser les éléments majeurs du relief tels que grandes rivières et crêtes, car cela donnera un échantillon plus représentatif de tous les types d'habitats (voir figure\*, p\*\*). Vous pouvez également choisir une direction au hasard, en prenant un nombre au hasard entre 0 et 360 pour orienter le transect suivant ce cap. Après avoir décidé de la direction de vos transects, au hasard ou en examinant des cartes topographiques, tracez une ligne de base perpendiculaire (90°) à cette direction dans la zone à échantillonner, puis utilisez des chiffres au hasard pour sélectionner un point de départ sur cette ligne pour chaque transect (encart 3.1).

#### Parcelles

Pour localiser au hasard des parcelles dans une zone, posez une grille dont les mailles sont de la taille des parcelles sur une carte de la zone à échantillonner. Numérotez ces mailles (parcelles) et sélectionnez le nombre de parcelles dont vous avez besoin en utilisant des nombres tirés aléatoirement (encart 3.1).

### ENCART 3.1: TABLEAUX DE NOMBRES AU HASARD

Pour choisir au hasard des parcelles sur une grille, ou des maisons dans un village, ou une distance de départ le long d'une droite, on utilise des nombres au hasard. Cela est facile si vous possédez une montre à affichage digital avec un chronomètre. Si votre chronomètre mesure les centièmes de secondes, démarrez-le, attendez environ 5 secondes, et arrêtez-le sans le regarder. Notez le dernier chiffre affiché (celui des 100<sup>e</sup> de secondes), il sera le premier de votre série de nombres au hasard, puis répétez le processus autant de fois que nécessaire. Si votre chronomètre ne mesure que les dixièmes de secondes, attendez environ 10 secondes avant d'arrêter le chronomètre. Si vous voulez sélectionner 10 nombres entre 0 et 99, vous devrez arrêter le chronomètre 20 fois et prendre chaque doublon comme un nombre au hasard entre 0 et 99. Par exemple, vous pouvez obtenir la série suivante:

4, 8, 3, 7, 7, 6, 1, 5, 7, 0, 5, 9, 5, 9, 9, 3, 0, 4, 7, 3

Les chiffres au hasard entre 0 et 99 seront:

48, 37, 76, 15, 70, 59, 59, 93, 04, 73

Notez que les chiffres entre 0 et 9 commencent tous par un zéro. Si un nombre est répété, comme c'est le cas pour 59, éliminez-en un et ajoutez un nouveau doublon plutôt que d'échantillonner deux fois la même parcelle ou la même maison. Si vous ne voulez que des nombres entre 0 et 75, éliminez tous les doublons supérieurs au maximum (75) et ajoutez-en de nouveaux (dans cet exemple, 76 et 93 seront éliminés, ainsi que 59, et trois autres nombres seront sélectionnés au hasard avec le chronomètre). Si vous voulez des nombres jusqu'à 750, vous utiliserez des combinaisons de 3 chiffres et éliminerez les combinaisons supérieures à 750 etc.

Si personne dans votre équipe ne possède de chronomètre, vous pouvez écrire les chiffres de 0 à 9 sur des morceaux de papiers. Pliez les papiers, mettez-les dans un chapeau et tirez-les sans regarder, après avoir secoué le chapeau pour les mélanger. Quand vous avez noté le chiffre, remettez chaque bout de papier dans le chapeau avant d'en retirer un nouveau.

Vous pouvez sélectionner au hasard de cette façon dans n'importe quelle population, si les éléments peuvent être numérotés. Par exemple, si vous voulez savoir la quantité de poisson dans l'alimentation des habitants d'une ville de 145 maisons, vous assignerez tout d'abord un numéro à chacune des maisons, puis vous en sélectionnerez 25 au hasard (ou tout autre nombre approprié à la taille de l'échantillon - voir plus bas) pour faire votre enquête (voir chapitre 15).

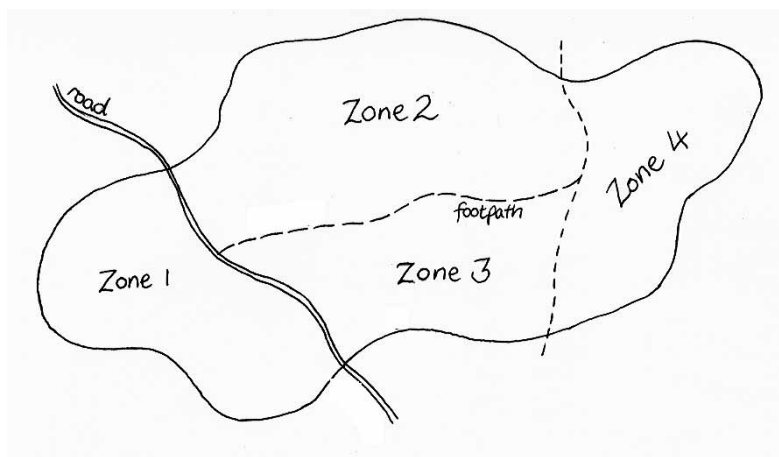
En utilisant un raisonnement similaire, les transects peuvent être placés systématiquement à des distances données le long d'une droite. On peut aussi sélectionner sur une grille une parcelle sur cinq (ou sur dix, ou sur trois).

Le chercheur doit dire clairement dans le rapport final quels choix ont été basés sur des informations préexistantes (par exemple, échantillonner toute la zone en utilisant trois blocs), et quels choix ont été faits au hasard (par exemple, choix des points de départ et des directions au hasard dans chaque bloc, puis localisation des parcelles tous les 100m le long d'une ligne de base).

#### ***Diviser la zone échantillonnée en blocs ou en sections***

Pour s'assurer qu'on a échantillonné une grande surface dans son ensemble, sans oublier de zone importante, la zone ou l'entité échantillonnée peut être divisée en sections ou blocs (figure 3.1), puis les unités d'échantillonnage (transects, parcelles, ménages etc.) choisies au hasard dans ces blocs. Par exemple, une grande surface peut être divisée en parties nord, centre et sud, chaque partie étant échantillonnée en utilisant 50 km de transects de 5 km placés au hasard. La couverture que vous obtiendrez de cette façon vous permettra de savoir si la densité est homogène sur l'ensemble de la surface échantillonnée. Si cela n'est pas le cas, il est possible de "post-stratifier" l'échantillon (voir ci-dessous). Une couverture étendue améliore vos chances d'obtenir une précision valable à partir d'un échantillon, car la variation entre deux échantillons très éloignés est supposée être plus forte que s'ils sont rapprochés.

**Figure 3.1: diviser une grande surface en blocs**



### **Stratification**

Stratifier signifie séparer quelque chose en catégories distinctes ou strates. L'échantillonnage doit être stratifié quand vous pensez qu'un facteur environnemental ou humain a une influence non négligeable sur la valeur de la variable qui est échantillonnée (voir encart 3.2). Par exemple, si vous voulez faire un comptage d'éléphants dans une zone protégée, vous pouvez supposer que les densités sont différentes en forêt primaire, en forêt secondaire et en forêt marécageuse. Stratifier la zone à échantillonner en trois strates basées sur ces types de forêt, puis échantillonner séparément dans chaque strate a deux avantages. Tout d'abord, les résultats pour chaque strate permettront de prédire la densité (ou l'abondance) pour ce type de forêt dans l'ensemble de la réserve. La possibilité de faire des estimations de densités spécifiques pour chaque habitat peut être importante pour pouvoir prendre des mesures de gestion ou de protection. D'autre part, si les densités diffèrent réellement selon les types de forêts, les résultats pour chaque type de forêt seront plus groupés autour de la moyenne de chaque strate qu'ils le seraient autour d'une moyenne globale pour tous les types de forêts. Des estimations de densités séparées pour chaque strate doivent donner une estimation plus précise de l'abondance d'éléphants pour toute la réserve qu'une estimation globale pour tous les types de forêts.

Tout facteur environnemental peut être utilisé pour définir des strates: localisation spatiale, type d'habitat, proximité par rapport aux points de forte activité humaine. La stratification peut également être temporelle. Par exemple, les échantillons collectés pendant la saison sèche peuvent constituer une strate, ceux de saison humide une autre strate.

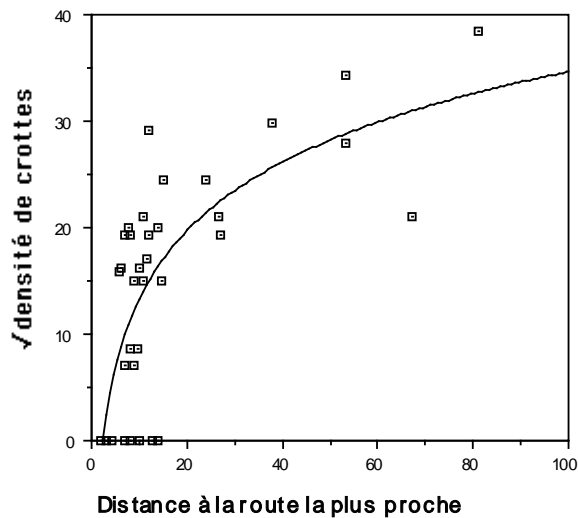
### **Post-stratification**

Il arrive parfois au cours d'une étude qu'on se rende compte qu'un facteur environnemental que l'on n'avait pas suspecté auparavant a une influence sur les densités. Dans ce cas vous devez essayer de stratifier les échantillons d'après ce facteur, une fois que la collecte de données est terminée (on parle alors de post-stratification). Cependant, vous ne pouvez faire des estimations de densités séparées pour chaque strate que si un test statistique approprié montre que les échantillons de cette strate diffèrent de façon significative de ceux des autres strates. Un test statistique permettant de mesurer la validité de la différence est nécessaire car de petits échantillons tirés de la même population peuvent être très différents. Ne stratifiez que si un test statistique montre que la différence entre les strates est tellement importante qu'elle ne peut pas être due uniquement à une erreur d'échantillonnage. De même, il faut tester les strates décidées avant le début de la collecte de données. Si elles ne sont pas significativement différentes, leurs données doivent être regroupées.

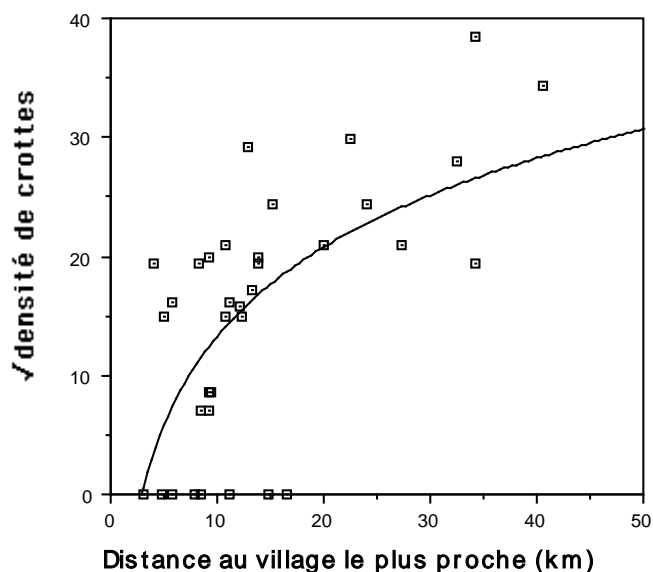
### ENCART 3.2: STRATIFICATION : UNE ETUDE DE CAS SUR LES ELEPHANTS ET LES DERANGEMENTS HUMAINS

Entre 1985 et 1988 Richard Barnes et ses collègues ont entrepris un recensement national des éléphants au Gabon en utilisant des comptages de crottes (voir Barnes et al., 1995). Ils avaient prévu de stratifier le pays par types de végétation en utilisant une carte de la végétation à grande échelle. Ils ont fait une étude pilote et ont découvert que les densités humaines avaient probablement un plus grand effet sur les densités d'éléphants que les types de végétation, et ont donc décidé de stratifier le pays selon les densités humaines. Pendant leur recensement global, ils ont découvert que les densités d'éléphants étaient significativement plus hautes dans les parties du pays à faible densité de population humaine, suivant ce qu'ils avaient prédit après leur étude pilote. Ils ont également découvert qu'il y avait une forte relation entre les densités d'éléphants et la distance au village ou à la route la plus proche, et qu'il y avait une relation plus faible entre les densités d'éléphants et les proportions de végétation secondaire (figures B3.1-B3.3).

**Figure B3.1: relation entre densité d'éléphants et distance à la route la plus proche.**



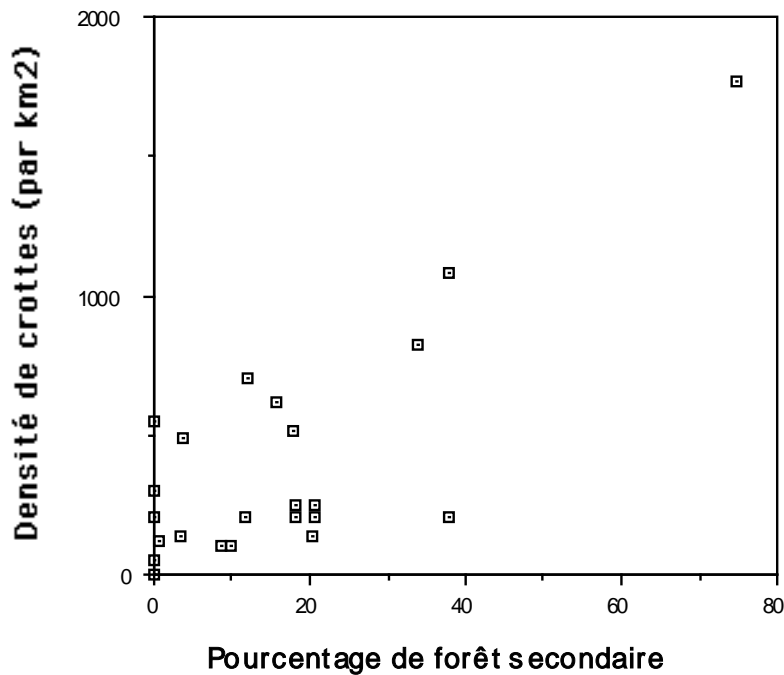
**Figure B3.2: relation entre densité d'éléphants et distance au village le plus proche**



Les figures B3.1 et B3.2 montrent bien que les densités d'éléphants augmentent beaucoup sur les dix premiers kilomètres à partir des routes ou des villages, un peu moins dans les 10 km qui suivent, encore moins ensuite, puis la courbe se stabilise. Ainsi, si vous préparez un recensement d'éléphants et si vous avez une carte des pistes et des villages de votre zone d'étude, vous pouvez baser votre méthode d'échantillonnage sur les résultats de Barnes et stratifier vos transects en fonction des routes ou des villages. Vous y parviendrez en figurant ainsi les strates sur votre carte: 0-10 km, 10-20 km et plus de 20 km de la piste. Puis vous échantillonnerez dans chaque strate proportionnellement à sa surface.

Etant donnée la relation entre densités d'éléphants et végétation secondaire (figure B3.3), si vous avez une carte de la végétation avec les forêts secondaires, ou si vous pouvez cartographier la végétation secondaire grâce à des photographies aériennes ou des images satellites, vous pouvez également stratifier en fonction de la végétation dans chaque bande de 10 km. Si vous échantillonnez alors ces différentes strates, vous pourrez extrapoler vos résultats avec un bon degré de confiance pour l'ensemble de votre zone d'étude (voir plus bas).

**Figure B3.3: relation entre le pourcentage de forêt secondaire et les densités d'éléphants sur des transects éloignés d'au moins 7 km de la route la plus proche**





La figure B3.4 montre un exemple de la stratification au Gabon en utilisant des bandes de 4 km de large de chaque côté des routes et des rivières principales. Une bande de 7,5 km de large a été délimitée de chaque côté de ces routes d'accès, là où les densités d'éléphants sont supposées négligeables. Les zones de savane et de fortes densités d'habitations humaines, où on suppose qu'il n'y a pas d'éléphants, sont incluses dans ces bandes de densités faibles. Il n'y a pas de carte de végétation à l'échelle nationale incluant la végétation secondaire: il n'a donc pas été possible de faire la stratification en fonction de la végétation.

**Figure B3.4 d'après Michelmore et al. 1994**



### ***Taille de l'échantillon***

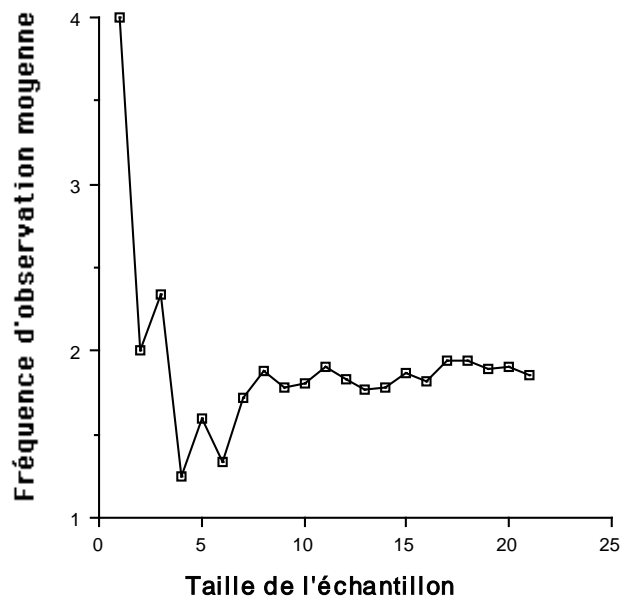
La taille de l'échantillon est le nombre de transects et de parcelles échantillonnés. Par exemple, si vous comptez des arbres dans 50 parcelles, la taille de votre échantillon est 50.

La taille de l'échantillon est importante car quand elle augmente, la précision de l'estimation s'accroît (figure 3.2), du fait de la diminution de la variance (voir p. \*). En d'autres termes, la règle à suivre est d'essayer d'avoir la plus grande taille d'échantillon possible. Cependant, cela doit être équilibré par la quantité de temps, d'argent et de personnel disponible.

Par exemple, si vous êtes dans une zone où la densité réelle d'un animal est de 10 par km<sup>2</sup>, au premier passage vous pouvez estimer la densité à 30 animaux/km<sup>2</sup>, ou à 0 animal/km<sup>2</sup>. Si vous faites de nombreux passages dans la zone, la valeur moyenne de tous les passages doit donner une meilleure estimation que la valeur de n'importe lequel des passages. De fait, lorsque le nombre de passages augmente, la moyenne doit converger vers la densité réelle.

La seule façon de savoir si la taille de l'échantillon est suffisante est d'utiliser un modèle statistique du processus d'échantillonnage pour déterminer si la variance des estimations est suffisamment faible (voir plus bas). Pour la figure 3.2, on voit qu'après 20 recensements environ, il y a peu de changement dans la fréquence d'observation moyenne: c'est une bonne indication du fait que la taille de l'échantillon est suffisante.

Figure 3.2: fréquence d'observation moyenne de groupes de cercopithèques à ventre rouge (*Cercopithecus erythrogaster*) sur un transect à l'Okomu Wildlife Sanctuary au Nigeria. Remarquez que quand la taille de l'échantillon augmente, l'estimation moyenne devient plus stable.



## CHAPITRE 4 ANALYSE DES DONNEES ET INTERPRETATION

Lee White & Anne Edwards

La collecte de données n'est pas une fin en soi: les données ne sont pas destinées à être classées pour une utilisation potentielle future. Après avoir été collectées, elles doivent être analysées et interprétées, puis mises à la disposition des chercheurs et des gestionnaires sous forme de rapports et de publications. Si vous ne passez pas par toutes ces étapes, vous aurez perdu votre temps.

L'analyse des données est l'arrangement des chiffres obtenus sur le terrain sous une forme numérique ou graphique aisée à interpréter. Cet arrangement est appelé le "résultat". Mais les résultats seuls n'ont pas de signification biologique tant qu'ils ne sont pas placés dans un contexte biologique. L'interprétation des données est le travail destiné à donner une signification biologique aux résultats. Il se fait en évaluant les résultats en fonction d'une part des résultats de recherches antérieures, d'autre part de vos propres connaissances du système que vous étudiez.

Le fait de déterminer "qu'est-ce que les données me disent?", et, tout aussi important, "qu'est-ce que les données ne me disent pas?", rend l'analyse et l'interprétation des données difficiles mais intéressantes.

### **Les résultats fiables ne viennent que de données fiables**

La valeur des résultats ne peut pas dépasser celle des données dont ils sont issus. Avant toute analyse, il faut donc examiner les méthodes utilisées pour collecter les données, et les conditions de collecte. Les données représentent-elles des estimations rapides, ou sont-elles le résultat d'un travail attentif? Les mesures ont-elles été prises avec précision? Les observations ont-elles été faites par des assistants bien formés? Les méthodes utilisées étaient-elles appropriées à l'espèce étudiée? Quelles étaient les hypothèses des méthodes utilisées (voir plus bas)? Pour chaque espèce étudiée, les données ont-elles été collectées au meilleur moment de la journée, et à la meilleure période de l'année? A-t-on pris suffisamment d'échantillons aux bons endroits pour qu'ils soient représentatifs? La taille de l'échantillon est-elle suffisamment grande pour donner des intervalles de confiance étroits (voir plus bas)?

Il n'y a ni méthode parfaite, ni données parfaites. Cependant, les erreurs de collecte de données doivent être minimisées autant que possible.

### **Conditions**

Quelles que soient les méthodes utilisées, on suppose que certaines conditions sont remplies pendant la collecte et l'analyse.

Par exemple, quand on utilise des parcelles pour estimer les densités d'arbres dans une forêt primaire, on suppose que tous les arbres à l'intérieur des parcelles sont comptés, qu'aucun arbre à l'extérieur n'est compté, et qu'aucun arbre n'est compté deux fois. Dans ce cas, ces conditions (ou hypothèses) sont celles d'une collecte de données méticuleuse. Dans d'autres situations, par exemple pendant un recensement d'animaux (qui se déplacent), on ne peut pas être sûr qu'aucun animal ne sera jamais compté deux fois, même si la prise de données est très bien faite. Mais dans les deux cas, on suppose que les parcelles ou les transects échantillonnés sont représentatifs de la forêt dans son ensemble.

Des méthodes différentes demandent des hypothèses différentes. Quand vous avez le choix entre deux méthodes, vous devez choisir celle pour laquelle le plus d'hypothèses seront vérifiées. Par exemple, vous pouvez théoriquement utiliser les transects linéaires ou les parcelles pour estimer les densités animales. La méthode de recensement des animaux par transect ne suppose pas que vous verrez tous les animaux à moins d'une distance donnée du transect, mais que vous verrez la plupart des animaux près du transect, puis de moins en moins au fur et à mesure que la distance au transect augmente. Quand on marche dans la forêt pour chercher des animaux, cette supposition est réaliste. Par contre, l'échantillonnage par parcelles suppose que tout animal situé à l'intérieur de la parcelle sera vu. On n'utilise donc pas les parcelles pour estimer les densités en forêt, car les animaux quitteront souvent la parcelle avant d'être détectés.

### **Types de mesures**

Différents types de mesures sont décrits dans ce manuel, et il est utile de bien comprendre dès le début à quoi ils correspondent. Techniquement, on parle de niveaux de mesures. Trois niveaux de mesure seront couverts dans ce manuel:

*Mesures d'intervalles ("interval level measurements" en anglais)*

Elles constituent ce que la plupart des gens pensent être les "vraies" mesures, obtenues en mesurant physiquement, en pesant ou en comptant quelque chose, afin que l'importance de la différence entre les mesures puisse être évaluée. Les mesures d'intervalles peuvent être continues ou discrètes. Une variable est dite continue si elle peut prendre une infinité de valeurs sur un intervalle de nombres réels (les nombres réels sont ceux qui peuvent être exprimés en fractions, comme des longueurs ou des masses). Les variables discrètes ne peuvent prendre qu'un nombre entier de valeurs: entre deux nombres réels il y a toujours un nombre fini (mais qui peut être grand) de valeurs discrètes (tel que le nombre d'arbres dans une parcelle ou d'habitants dans un village).

*Mesures ordinales ("ordinal level measurements" en anglais)*

Pour certaines mesures, il est possible de dire que l'une est plus grande ou plus importante que l'autre, ce qui permet de les classer les unes par rapport aux autres, mais il est impossible d'estimer précisément cette différence. Par exemple, les fragments de feuilles dans une crotte d'éléphant peuvent être notée "zéro", "très peu", "peu", "communs" ou "abondants". Des échelles similaires peuvent être utilisées pour mesurer des grandeurs comme l'ouverture du sous-bois d'une forêt, les classes d'âges de mandrills (pour lesquels on peut distinguer les très jeunes, juvéniles, subadultes et adultes, sans pouvoir donner un âge en années et mois), ou le degré avec lequel des populations humaines vivant près d'une réserve ont une attitude négative envers certains animaux.

*Mesures de catégories (ou nominales) ("Categorical (or nominal) level measurements" en anglais)*

Dans ce cas, un objet ou une opinion peut être attribué(e) à une catégorie, sans qu'on puisse classer ces catégories les unes par rapport aux autres. Par exemple, un nid de gorilles peut être classé comme "zéro", "herbacé", "mixte", ou "arbre" (voir chapitre 12), ou un enfant peut être un garçon ou une fille: ces mesures ne peuvent être classées les unes par rapport aux autres.

**Propriétés des mesures ordinales**

De nombreuses méthodes décrites dans ce manuel produisent des mesures ordinales: il est donc particulièrement important de comprendre les propriétés des données de ce type. Elles seront presque toujours constituées d'une série de valeurs (très occasionnellement, et en particulier si la taille de l'échantillon est faible, toutes les valeurs peuvent être identiques, même si un grand nombre de valeurs est théoriquement possible). La meilleure façon de se familiariser avec les propriétés de ce type de données est de faire une analyse simple en arrangeant les mesures en catégories qui couvrent toutes les valeurs possibles, puis en observant la répartition des valeurs. Cela s'appelle la distribution des effectifs. Les distributions de fréquence pour différentes séries de données sont illustrées dans les figures 4.1-4.4. Par la suite, on parlera de distribution des fréquences au lieu de distribution des effectifs: ces deux notions sont équivalentes, la fréquence étant l'effectif relatif (effectif d'une catégorie/effectif total).

**Figure 4.1: masse de fruits mûrs de *Pseudospondias longifolia* échantillonnés sur un arbre dans la réserve de la Lopé (Parnell, données non publiées).**

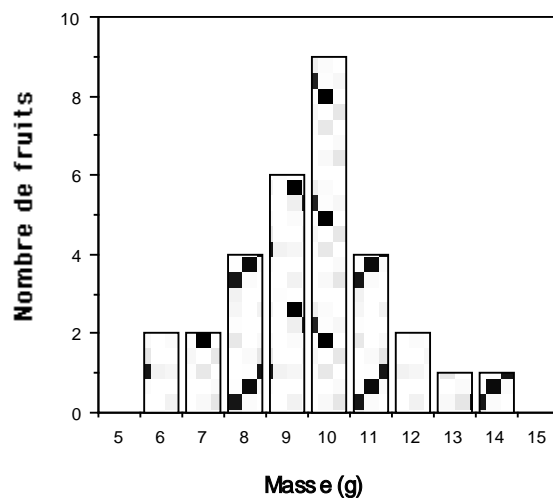


Figure 4.2: Nombre de groupes de colobes noirs vus au cours de 43 répétitions d'un transect permanent de 5 km (d'après White, 1992)

Nombre de recensements

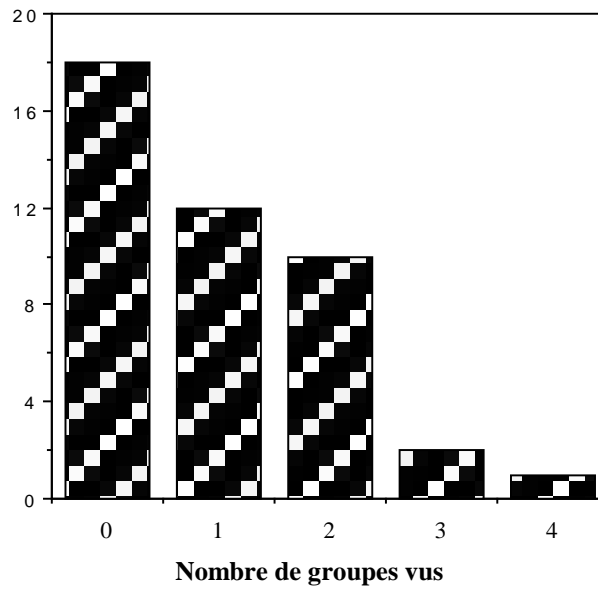
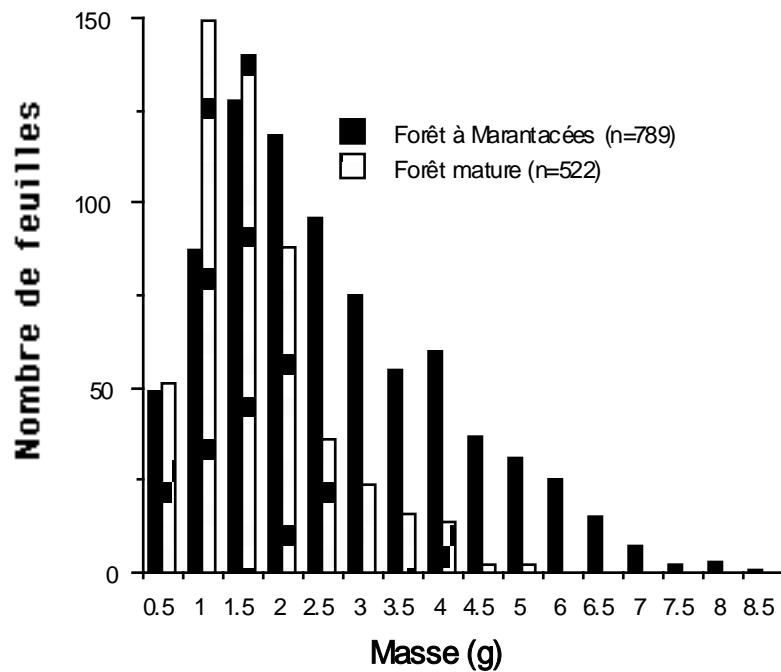
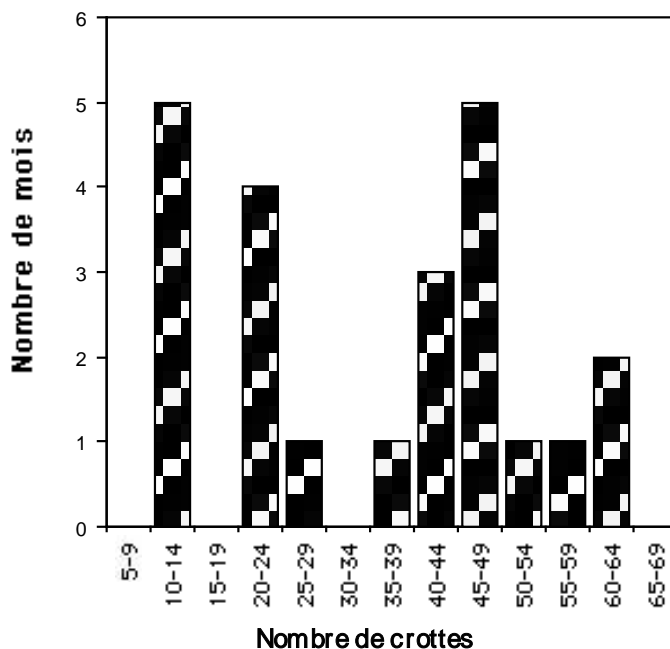


Figure 4.3: masse de toutes les feuilles de 50 tiges de *Haumania liebrechtsiana* dans deux types de forêt dans la réserve de la Lopé (Gabon) (données de White et al., 1995).



**Figure 4.4: Nombre de nouvelles crottes d'éléphants trouvées chaque mois sur un transect linéaire de 5 km suivi pendant 24 mois dans la réserve de la Lopé, Gabon (d'après White, 1992).**



Si vous prenez le temps d'étudier ces histogrammes, vous verrez que la distribution des variables change selon les exemples. Savez-vous pourquoi? Vous devez comprendre pourquoi et comment ces exemples diffèrent, pour faire des comparaisons valides entre vos propres échantillons.

### Diverses distributions de fréquence

Une distribution de fréquence, comme son nom l'indique, est simplement une représentation de la distribution des valeurs d'une série de données particulières. Prenons la série de données de masses de fruits de *Pseudospondias longifolia* (figure 4.1). Ces données peuvent être représentées de différentes manières.

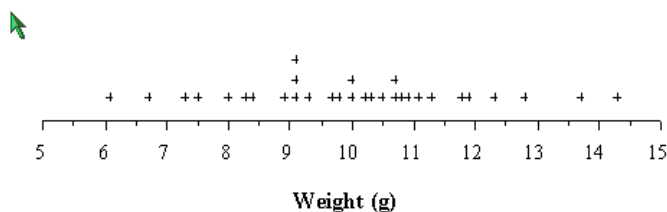
- données brutes
- graphique linéaire des données brutes
- données groupées en catégories

figure 4.1: représentation graphique des catégories.

- masse des fruits (g)

6,1; 14,3; 9,8; 10,7; 10,5; 9,1; 9,3; 11,3; 10,8; 8,3; 7,5; 10,0; 13,7; 10,9; 9,1; 12,3; 10,2; 11,9; 8,9; 7,3; 11,8; 12,8; 8,0; 6,7; 10,0; 11,1; 10,7; 9,7; 9,1; 10,3; 8,4

- 



- 

classe de poids (g)	6-6,9	7-7,9	8-8,9	9-9,9	10-10,9	11-11,9	12-12,9	13-13,9	14-14,9
nombre de fruits	2	2	4	6	9	4	2	1	1

La distribution de fréquence décrit l'amplitude de la dispersion des données, et la répartition de ces données. Dans cet exemple, les données sont distribuées plus ou moins symétriquement de chaque côté d'un ensemble de valeurs centrales. Dans les figures 4.2 et 4.3 la distribution est asymétrique, dans la figure 4.4 rien d'évident n'apparaît. La nature de la distribution de fréquence peut apporter beaucoup d'informations sur un échantillon, et les changements dans la distribution de fréquence au cours du temps peuvent permettre de mettre en évidence certaines situations. Par exemple, si la distribution de fréquence montre que le poids des défenses d'éléphants

confisquées aux braconniers tend à diminuer au cours des années, cela peut indiquer que tous les mâles à grandes défenses (âgés) ont été tués et que les braconniers ont commencé à tuer les jeunes mâles et les femelles. De même, si la distribution de fréquence montre que les distances parcourues par les chasseurs depuis les villages ou les camps tendent à s'allonger, cela peut suggérer que les zones proches des villages ont été trop chassées.

Dans de nombreux cas, les données biologiques doivent se conformer à des types de distribution qui ont des propriétés bien connues. Certaines sont décrites ci-dessous.

#### *La distribution normale*

La figure 4.1 montre une distribution de fréquence d'une variable continue qui a été divisée en catégories discrètes. Si l'occurrence de chaque événement est indépendante des occurrences précédentes dans l'échantillon (les mesures ne sont pas influencées les unes par les autres), alors les données doivent suivre une distribution normale. La distribution normale est symétrique autour de la valeur moyenne (voir plus bas), et peut être décrite par une équation mathématique. La forme d'une distribution de fréquence normale est déterminée par la moyenne et l'écart-type (mesure de la dispersion des valeurs (voir plus bas)). Des données comme la masse ou la longueur du corps d'un échantillon d'animaux de mêmes espèce, sexe et âge, ou de fruits mûrs d'une espèce donnée ont généralement une distribution normale, de même que les distances entre chaque maison d'un village et la place de ce village, ou les distances parcourues pour chasser ou récolter des produits dans la forêt, ou encore les tailles des parcelles défrichées pour l'agriculture.

Dans certains cas des variables continues ne suivent pas une distribution normale: le graphique n'est alors pas symétrique mais déformé. De telles déviations par rapport aux distributions normales peuvent donner des informations intéressantes pour un gestionnaire ou un chercheur. Par exemple, la taille des défenses des éléphants mâles dans une partie de leur aire de distribution doit être distribuée normalement. Si les braconniers ont tué la plupart des mâles à grandes défenses, la distribution sera asymétrique.

#### *La distribution de Poisson*

La figure 4.2 montre la distribution de fréquence d'une variable discrète. Quand des données discrètes sont indépendantes les unes des autres et ont une amplitude qui est, en théorie, illimitée, elles doivent suivre une distribution de Poisson. Comme pour la distribution normale, la forme de cette distribution peut être décrite par une équation mathématique, mais dans ce cas, les données ne sont pas distribuées symétriquement par rapport à la moyenne. Elles sont groupées d'un côté de la moyenne, et il y a une longue "queue" de l'autre côté. La distribution de Poisson a une signification précise. Elle s'applique à un processus dans lequel la probabilité d'un événement est constante dans l'espace et dans le temps. En d'autres termes, elle s'applique à un processus dans lequel le taux d'occurrence par unité de temps, de surface ou de distance est constant. C'est pourquoi la distribution de Poisson apparaît si fréquemment dans les situations d'échantillonnage aléatoire: si des événements sont distribués aléatoirement, ils ont une probabilité d'occurrence constante (dans le temps ou dans l'espace). Par exemple, si vous ouvrez un transect de 10 km sur lequel il y a 40 tas de crottes d'éléphants distribués aléatoirement, il y a une moyenne de 4 tas de crottes/km. Supposez que vous avez 50% de chances de détecter un tas de crotte quelconque, donc que vous détectez en moyenne 20 tas de crottes sur les dix kilomètres du transect. Quelle est la probabilité que sur un passage donné vous ne détectiez que 12 tas de crottes? La distribution de Poisson décrit cette probabilité.

La distribution de Poisson peut également s'appliquer à des événements qui ont une probabilité constante au cours du temps. Par exemple, si les nids de gorilles ont une probabilité constante de devenir indétectables au cours du temps et sont visibles pendant 65 jours en moyenne, alors la probabilité qu'un nid soit indétectable après 50 jours peut être calculée avec une distribution de Poisson pour une moyenne de 65.

Quand le taux d'occurrence moyen devient plus important, la forme de la courbe de la distribution de Poisson devient de plus en plus similaire à celle d'une distribution normale. Si on utilise autant la distribution normale dans les tests statistiques, c'est parce qu'elle est une bonne approximation de la distribution de Poisson, qui est la distribution de probabilité pour des événements distribués aléatoirement, et qu'elle possède des propriétés mathématiques utiles que ne possède pas la distribution de Poisson.

Pour se conformer à une distribution de Poisson, une variable doit avoir une moyenne qui est relativement faible comparée au nombre maximum d'événements dans une unité échantillonnée (c'est-à-dire que l'événement doit être rare), et l'occurrence de chaque événement doit être indépendante des occurrences antérieures dans l'unité échantillonnée. Si l'occurrence d'un événement augmente la probabilité de réalisation d'un autre événement similaire, vous obtiendrez une distribution groupée. Si l'occurrence d'un événement diminue la probabilité d'un autre événement dans l'échantillon, vous obtiendrez une distribution "repoussée", uniforme dans le temps ou dans l'espace.

Les données qui suivent une distribution de Poisson sont par exemple le nombre de groupes de primates ou de sites de nids rencontrés sur un transect, le nombre de crottes se dégradant par unité de temps dans une étude de dégradation, la fréquence avec laquelle un animal rare comme un gorille ou une panthère est tué par des

chasseurs, ou le nombre de fois où les plantations proches d'un village sont dévastées par des éléphants chaque année.

#### *Autres distributions*

La figure 4.4 montre le nombre de crottes d'éléphants trouvées sur un transect à la Lopé au cours de comptages mensuels entrepris pendant deux ans. Aucune distribution de fréquence claire n'apparaît sur le graphique, alors qu'on aurait pu s'attendre à une distribution de Poisson. Il est possible que la taille de l'échantillon, 23 comptages, ait été trop faible et que cela soit la cause du problème. Cependant, un examen de la figure ferait penser que cela n'est pas le cas. Des données issues d'observations à la Lopé montrent que le nombre d'éléphants vus dans la forêt est corrélé avec le nombre de crottes trouvées (White, 1994c), et qu'il y a une diminution nette des densités d'éléphants pendant la grande saison sèche, quand les éléphants sont probablement partis vers des zones marécageuses le long de grands fleuves. Cette distribution reflète donc le fait que le nombre d'éléphants varie de mois en mois, ainsi que la variation inhérente à l'échantillon. Si on avait entrepris 23 recensements pendant la saison sèche, on aurait pu avoir une distribution de Poisson correspondant au premier pic de la figure, et 23 recensements pendant la saison des pluies auraient donné une distribution similaire centrée sur le second pic. Le résultat final est une distribution bimodale, avec deux pics distincts. Les distributions bimodales sont assez fréquentes en biologie, particulièrement avec les données temporelles dans les environnements influencés par les saisons. Un autre exemple serait la masse des éléphants adultes mâles dans les collections des musées. Dans ce cas, il y aurait deux pics distincts correspondants aux distributions de fréquence des éléphants de savane et de forêt, car les éléphants de forêt sont significativement plus petits que les éléphants de savane.

Une autre distribution présentée dans de nombreux livres de statistiques pour la biologie est la distribution binomiale, quand il y a deux possibilités qui s'excluent mutuellement, ce qui est fréquent avec les caractères génétiques comme l'albinisme. Certaines données issues de questionnaires peuvent s'y conformer, ainsi que les données de présence/absence sur des parcelles.

#### **Effet de la taille de l'échantillon**

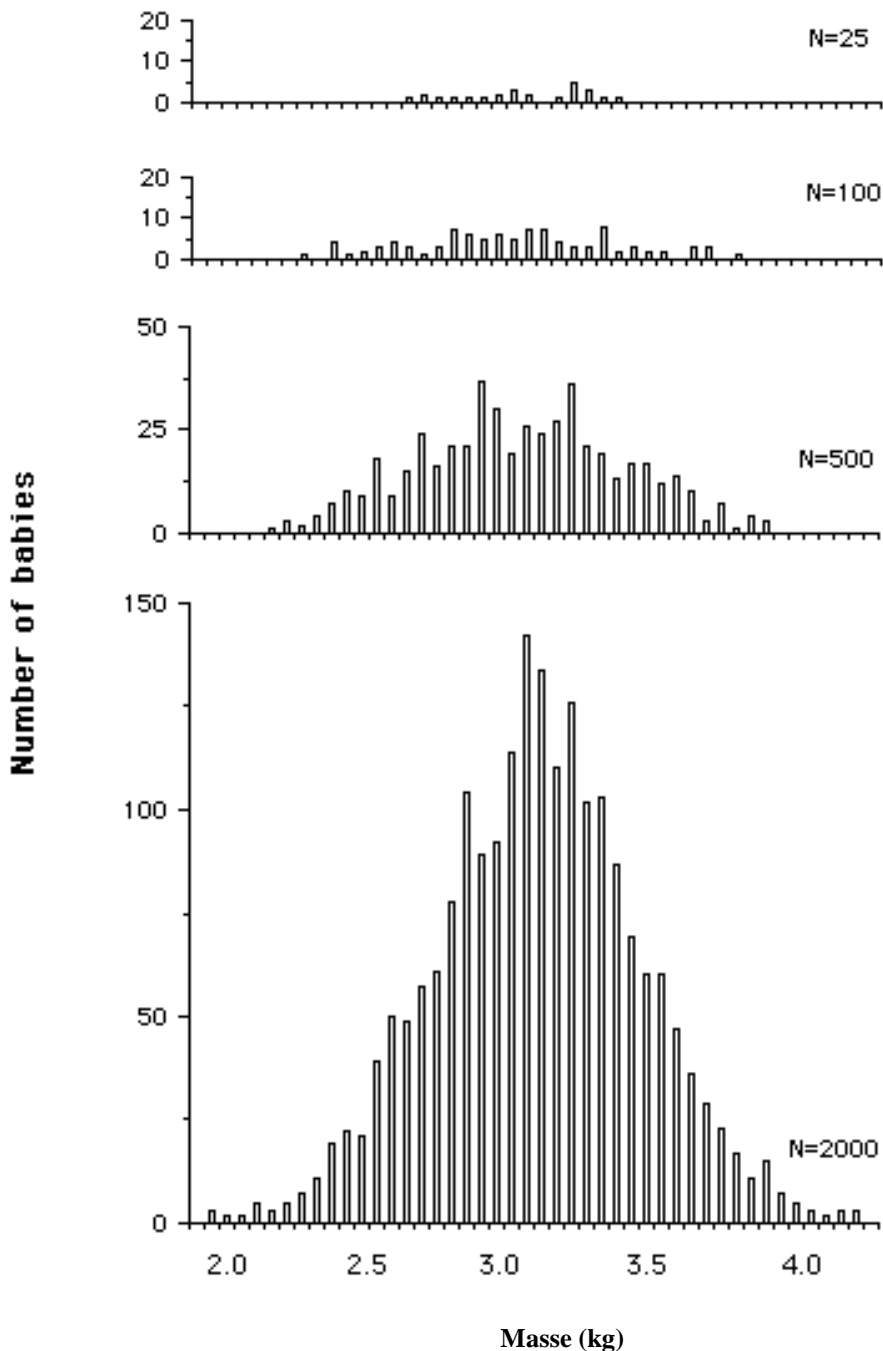
Si votre échantillon est petit (voir chapitre 3), il sera difficile d'estimer la distribution de fréquence de vos données, comme on le voit sur la figure 4.5 (notez que sur cette figure les échelles sont les mêmes pour chaque taille d'échantillon; on pourrait améliorer la distribution de fréquence pour les plus petits échantillons en groupant plusieurs catégories de masses).





**Figure 4.5: masses à la naissance d'une population d'enfants montrant comment la taille de l'échantillon affecte la distribution de fréquence (d'après Sokal & Rohlf, 1995).**

Number of babies: Nombre de bébés



### Manières de quantifier les distributions de fréquence de vos données

Plusieurs grandeurs de statistiques descriptives peuvent être utilisées pour décrire une distribution de fréquence. Elles peuvent être calculées simplement:

#### Moyenne arithmétique

La moyenne arithmétique (généralement appelée "moyenne") est la statistique la plus couramment utilisée. Quand on parle d'une densité ou d'un autre résultat dans un rapport, le nombre donné est probablement une moyenne, sauf indication contraire. La moyenne est calculée en faisant la somme de tous les objets ou observations individuels d'un échantillon, puis en divisant cette somme par le nombre d'objets ou d'observations dans l'échantillon. Pour l'exemple de la figure 4.2, il y avait 31 fruits:

Masse des fruits (g)

6,1	14,3	9,8	10,7	10,5	9,1	9,3	11,3	10,8	8,3	7,5	10,0
13,7	10,9	9,1	12,3	10,2	11,9	8,9	7,3	11,8	12,8	8,0	6,7
10,0	11,1	10,7	9,7	9,1	10,3	8,4					

La somme des masses est 310,6 g

La masse moyenne est  $310,6 / 31 = 10,0$  g (en réalité, 10,019 g, arrondi à 10,0 g)

### Médiane

La médiane est une grandeur statistique qui est particulièrement utile pour décrire des fréquences non symétriques par rapport à la moyenne. Quand les données sont classées par ordre croissant, la médiane correspond à la valeur de la variable qui a un nombre égal d'objets de chaque côté. La médiane divise donc la distribution de fréquence en deux moitiés.

Si nous classons les masses de fruits, la médiane est la seizième valeur, qui correspond à 10,0 (le carré dans la figure)

Si les données ne sont disponibles que par classes de taille, la médiane est le point central de la classe dans laquelle la valeur du milieu apparaît.

### Mode

Le mode est la valeur la plus fréquente dans un échantillon. Sur la distribution de fréquence, c'est la valeur correspondant au pic, bien que parfois, deux valeurs ou plus soient aussi fréquentes, la distribution étant alors qualifiée de bimodale ou multimodale respectivement. Dans l'exemple des fruits, le mode est 9,1 g.

Quand la distribution est normale, les valeurs théoriques de la moyenne, de la médiane et du mode sont les mêmes (dans un petit échantillon, elles peuvent différer du fait des erreurs d'échantillonnage), tandis que pour des distributions atypiques elles peuvent être significativement différentes. Cela est illustré dans la figure 4.6. Les figures 4.6a et b sont symétriques et la moyenne, la médiane et le mode sont les mêmes. La figure 4.6c est asymétrique, la moyenne, la médiane et le mode ont des valeurs différentes. Supposons que la figure 4.6c représente des données de nombre de défécations par jour d'un éléphant. Si un jour on vous demande de deviner combien de fois un éléphant va déféquer, vous avez intérêt à choisir le mode. Si vous voulez utiliser ces données pour calculer des densités d'éléphants (voir chapitre 11), la valeur la plus appropriée sera la moyenne.

### Amplitude

La moyenne est un moyen pratique de décrire une série de données, mais vous avez besoin de plus d'information pour décrire les variations de votre échantillon. Le moyen le plus simple est de donner l'amplitude et la moyenne des valeurs. Par exemple, la figure 4.6a & b montre des distributions ayant la même moyenne mais des amplitudes différentes, ce qui illustre bien le besoin de données autres que la moyenne pour résumer des données.

### ENCART 4.1: CALCUL DE PARAMETRES STATISTIQUES COURANTS

#### Données à distribution normale

Les calculs statistiques suivants peuvent être effectués rapidement en utilisant une calculatrice possédant des fonctions statistiques. Sans calculatrice, ces calculs sont facile mais demandent du temps. Travaillez lentement et attentivement. Gardez toutes les feuilles sur lesquelles vous avez fait vos calculs au cas où vous auriez besoin de contrôler votre travail.

Dix transects de 5 km ont été parcourus pour observer des groupes de petits singes. Les nombres suivants de groupes ont été vus sur chaque transect.

<u>Transect</u>	<u>Nombre de groupes</u>
1	8
2	0
3	3
4	1
5	6
6	7
7	3
8	5
9	3
10	4

#### Moyenne

Le nombre moyen de groupes vus par transect est calculé en

1) additionnant tous les groupes vus sur tous les transects

2) divisant ce nombre par le nombre de transects parcourus (notez que tous les transects doivent être de la même longueur)

$$\text{Moyenne} = \frac{8+0+3+1+6+7+3+5+3+4}{10}$$

$$= \frac{40}{10}$$

$$= 4 \text{ groupes/transect}$$

#### Variance

Nous utiliserons le terme "valeur" et la taille de l'échantillon, définis ci-dessous, pour calculer la variance

Valeur: nombre de groupes vus par transect

Taille de l'échantillon: nombre de transects (10)

On appelle "somme des carrés" la somme de (chaque valeur - valeur moyenne)<sup>2</sup>

$$\text{Variance} = \frac{\text{somme de (chaque valeur - valeur moyenne)}^2}{\text{Taille de l'échantillon} - 1}$$

Pour calculer la variance, faites un tableau de vos données et calculs comme suit:

<u>Transect</u>	<u>Valeur</u>	<u>Valeur - Valeur moyenne</u>	<u>(Valeur - valeur moyenne)<sup>2</sup></u>
1	8	4	16
2	0	-4	16
3	3	-1	1
4	1	-3	9
5	6	2	4
6	7	3	9
7	3	-1	1
8	5	1	1
9	3	-1	1
10	4	0	0
			<u>58</u>

$$\text{Variance} = \frac{\text{Somme des carrés}}{\text{Taille de l'échantillon} - 1}$$

$$= \frac{58}{9}$$

$$= 6,44$$

### Ecart-type

L'écart-type est la racine carrée de la variance.

$$\begin{aligned} \text{Ecart-type} &= \sqrt{\text{Variance}} \\ &= \sqrt{6,44} \\ &= 2,53 \end{aligned}$$

### Coefficient de variation

Le coefficient of variation donne l'écart-type en pourcentage de la moyenne.

$$\text{Coefficient de variation} = \frac{\text{Ecart-type}}{\text{moyenne}} \times 100$$

$$= \frac{4,0}{2,53} \times 100$$

$$= 1,58 \times 100$$

$$= 158\%$$

### Erreur standard

L'erreur standard de la moyenne estimée combine deux sources de variation, la variabilité des valeurs autour de la moyenne et la variabilité due à la taille de l'échantillon.

$$\text{Erreur standard} = \frac{\text{Ecart-type}}{\sqrt{\text{taille d'échantillon}}}$$

$$= \frac{2,53}{\sqrt{10}}$$

$$= 0,80$$

### Intervalle de confiance

L'intervalle de confiance combine l'erreur standard avec un facteur de probabilité. Ce facteur vous permet de dire avec un degré de confiance connu (par exemple, 95%) que la vraie valeur doit se trouver dans un intervalle donné (c'est-à-dire entre les limites de confiance inférieure et supérieure incluses).

L'intervalle de confiance est l'intervalle entre les limites de confiance inférieure et supérieure.

Pour des tailles d'échantillon de 30 ou plus, calculez l'intervalle de confiance en utilisant le facteur de probabilité Z.

$$\sqrt{\text{Intervalle de confiance}} = \text{erreur standard} \times Z$$

<u>Probabilité</u>	<u>Valeur de Z</u>
90%	1,645
95%	1,960
99%	2,76
99,9%	3,291

Pour des tailles d'échantillon inférieures à 30, calculez l'intervalle de confiance en utilisant une valeur t donnée par une table statistique (tableau B4.1) comme facteur de probabilité. Notez que la valeur t est déterminée à la fois par la taille de l'échantillon et le niveau de confiance spécifié.

$$\sqrt{\text{Intervalle de confiance}} = \text{Erreur standard} \times t$$

La valeur de t recherchée est à l'intersection de la colonne représentant le degré de confiance voulu et de la ligne correspondant au degré de liberté (ddl) approprié (les degrés de liberté sont habituellement obtenus en soustrayant 1 à la taille de l'échantillon, qui était de 10 dans cet exemple). Si vous désirez des limites de confiance de 95% pour l'exemple ci-dessus, la valeur de t correspondante est à l'intersection de la colonne 95% et de la ligne correspondant à 9 degrés de liberté. Cela donne une valeur t de 2,262. Donc,

$$\begin{aligned}\sqrt{\text{Intervalle de confiance}} &= \text{Erreur standard} \times t \\ &= 0,80 \times 2,262 \\ &= 1,81\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Limite de confiance supérieure} &= \text{Moyenne} + \sqrt{\text{Intervalle de confiance}} \\ &= 4,0 + 1,81 \\ &= 5,81\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Limite de confiance inférieure} &= \text{Moyenne} - \sqrt{\text{Intervalle de confiance}} \\ &= 4,0 - 1,81 \\ &= 2,19\end{aligned}$$

Ces limites signifient que vous pouvez affirmer que dans 95% des cas les valeurs 2,19 et 5,81 encadrent la moyenne réelle.

Tableau B4.1. Valeurs t de Student  
(ddl = degrés de liberté = taille de l'échantillon - 1)

ddl	90%	95%	99%	99,9%
1	6,314	12,70	63,65	636,620
2	2,920	4,303	9,925	31,598
3	2,353	3,182	5,841	12,941
4	2,132	2,776	4,604	8,610
5	2,015	2,571	4,032	6,859
6	1,943	2,447	3,707	5,959
7	1,895	2,365	3,499	5,405
8	1,860	2,306	3,355	5,041
9	1,833	2,262	3,250	4,781
10	1,812	2,228	3,169	4,587
11	1,796	2,201	3,106	4,437
12	1,782	2,179	3,055	4,318
13	1,771	2,160	3,012	4,221
14	1,761	2,145	2,977	4,140
15	1,753	2,131	2,947	4,073
16	1,746	2,120	2,921	4,015
17	1,740	2,110	2,898	3,965
18	1,734	2,101	2,878	3,922
19	1,729	2,093	2,861	3,883
20	1,725	2,086	2,845	3,850
21	1,721	2,080	2,831	3,819
22	1,717	2,074	2,819	3,792
23	1,714	2,069	2,807	3,767
24	1,711	2,064	2,797	3,745
25	1,708	2,060	2,787	3,725
26	1,706	2,056	2,779	3,707
27	1,703	2,052	2,771	3,690
28	1,701	2,048	2,763	3,674

**Séries de données conformes à une distribution de Poisson**

Si les rencontres de petits singes se conforment à une distribution de Poisson, comme la variance pour une telle distribution est égale à la moyenne arithmétique, on a

$$\text{variance} = 4 \text{ groupes / recensement.}$$

Quand la moyenne est grande, la distribution de Poisson se rapproche fortement d'une distribution normale, et les méthodes décrites ci-dessus pour les distributions normales peuvent être appliquées. Si la moyenne est petite mais le produit de la taille de l'échantillon par la moyenne est supérieur à 30, l'erreur standard se calcule ainsi:

$$\begin{aligned} \text{ES} &= \sqrt{(\text{moyenne de l'échantillon} / \text{taille de l'échantillon})} \\ &= \sqrt{(4/10)} \\ &= 0,63 \end{aligned}$$

Donc le nombre de groupe que l'on s'attend à rencontrer par transect est:  
4 groupes  $\pm$  0,63

Si le produit de la taille de l'échantillon par la moyenne est inférieur à 30 il existe des tables donnant les limites de confiance pour des échantillons ayant des moyennes diverses (tableau B14.2)

Tableau B4.2: limites de confiance de 95% pour les distributions de Poisson.

Moyenne:	Limite	Limite	Moyenne:	Limite	Limite
	inférieure	supérieure		inférieure	supérieure
0	0.0000	3.69	16	9.15	25.98
1	0.0253	5.57	17	9.90	27.22
2	0.242	7.22	18	10.67	28.45
3	0.619	8.77	19	11.44	29.67
4	1.09	10.24	20	12.22	30.89
5	1.62	11.67	21	13.00	32.10
6	2.20	13.06	22	13.79	33.31
7	2.81	14.42	23	14.58	34.51
8	3.45	15.76	24	15.38	35.71
9	4.12	17.08	25	16.18	36.90
10	4.80	18.39	26	16.98	38.10
11	5.49	19.68	27	17.79	39.28
12	6.20	20.96	28	18.61	40.47
13	6.92	22.23	29	19.42	41.65
14	7.65	23.49	30	20.24	42.83
15	8.40	24.74	35	24.38	48.68

**Séries de données différentes des distributions normales et de Poisson**

Les séries de données qui ne se conforment ni à des distributions normales, ni à des distributions de Poisson sont assez fréquentes pour de nombreux types d'études décrits dans ce manuel. Cela rend difficile le calcul des limites de confiance. Un moyen de les obtenir est appelé la méthode "bootstrap" en anglais.

Supposons que vous avez effectué 32 recensements de primates et que la moyenne des rencontres était de 3,3 groupes de colobes bais par recensement. Rentrez les 32 données dans un ordinateur. L'ordinateur tirera 32 échantillons au hasard de vos données et calculera une nouvelle moyenne (n'importe quel point peut être tiré plusieurs fois - ils ne sont pas écartés après avoir été tirés). Il répétera ce processus 999 autres fois, puis classera les moyennes par ordre croissant. Les 25<sup>ème</sup> et 976<sup>ème</sup> plus petites valeurs seront les limites de confiance inférieures et supérieures respectivement.

Pour entreprendre une telle analyse, vous devez avoir un ordinateur, car cela serait beaucoup trop long à calculer à la main.

### **Exactitude et précision**

L'exactitude est la proximité d'une valeur mesurée ou calculée par rapport à la valeur réelle. La précision est la proximité de mesures répétées les unes par rapport aux autres: la variance est une mesure de la précision. Des échantillons peuvent être exacts sans être précis (avec une moyenne proche de la moyenne réelle mais une forte variance), précis sans être exacts (faible variance mais moyenne éloignée de la valeur réelle), exacts et précis, ou inexacts et imprécis. Quand vous échantillonnez, votre but est de produire une estimation qui soit à la fois exacte et précise.

L'exactitude peut être améliorée en s'assurant que les méthodes utilisées sont adaptées aux espèces étudiées. Par exemple, si vous comptez le nombre de singe de chaque groupe que vous observez, mais si les femelles ont tendance à partir furtivement tandis que les mâles restent pour défendre bruyamment le groupe, vous compterez constamment moins d'individus qu'il y en a en réalité. Ainsi, votre estimation de densité aura un biais négatif (voir plus bas), ce qui donnera une moindre exactitude.

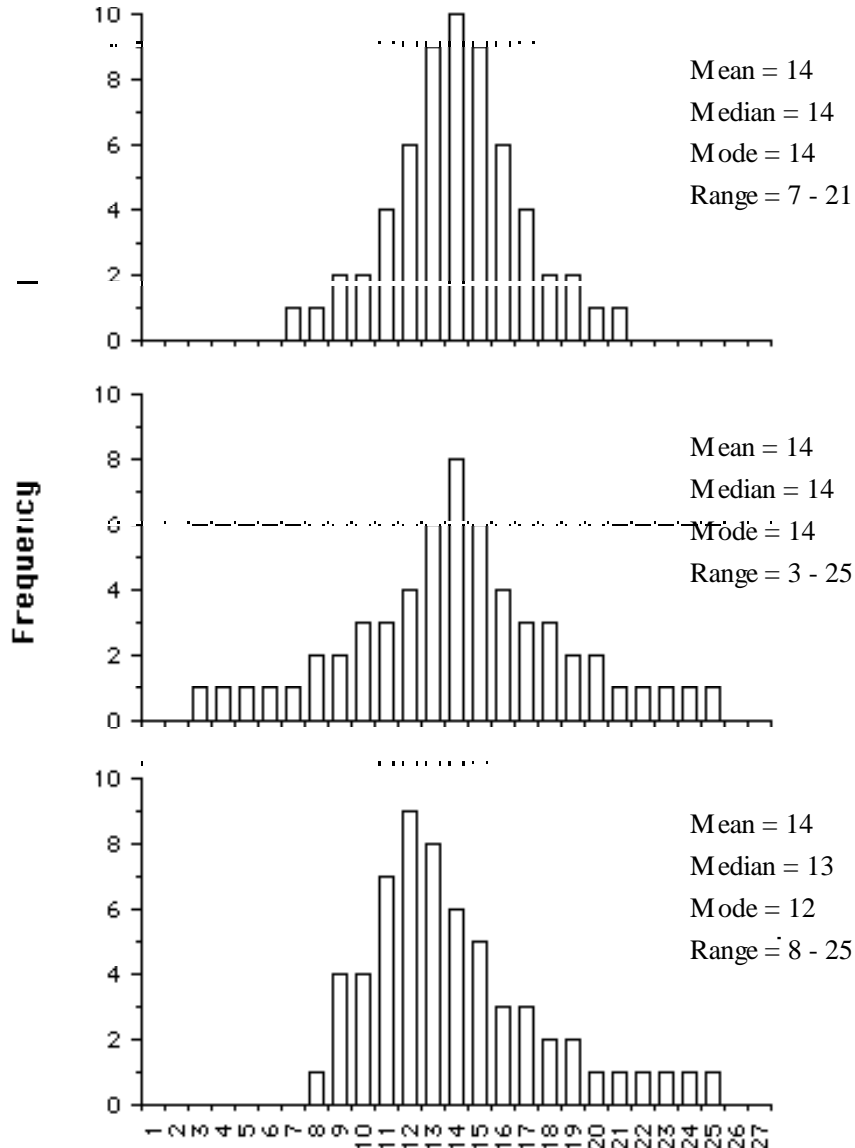
L'exactitude peut également être améliorée en réduisant les erreurs dans la manière dont l'information est collectée, grâce à une formation attentive des assistants de terrain. Par exemple, un observateur mal formé peut n'identifier correctement que 70% des animaux, tandis qu'un observateur bien formé fera toutes les identifications correctement (ou notera les cas litigieux).

La précision peut être améliorée en augmentant la taille de l'échantillon, et en répétant toujours la même technique (par exemple, en employant à chaque fois le même assistant bien formé).

Une grande exactitude est nécessaire pour estimer les tailles de populations entières, et pour que les gestionnaires puissent décider combien d'individus peuvent être prélevés de façon durable au sein de la population. Une grande précision est nécessaire lorsqu'on s'intéresse aux tendances, car cela permet de détecter les différences entre deux estimations. Un gestionnaire doit posséder des données précises collectées sur de nombreuses années avant de pouvoir dire avec confiance qu'une densité de population croît, décroît ou reste la même.

**Figure 4.6: trois distributions ayant la même moyenne.**

Frequency: fréquence  
 Mean: moyenne  
 Median: médiane  
 Mode: mode  
 Range: amplitude



#### **Erreur aléatoire et erreur systématique (biais)**

L'erreur aléatoire décrit la variabilité inexplicée des résultats d'une étude. Les recherches de terrain, en particulier, connaissent de nombreuses erreurs aléatoires. Ces erreurs affectent la précision (c'est-à-dire la variance) mais non l'exactitude d'une estimation. Cela est dû au fait que si les erreurs sont réellement aléatoires, il doit y en avoir un nombre égal au-dessus et en dessous de la valeur réelle.

L'erreur systématique est une diminution ou une augmentation systématique d'un résultat par rapport à la valeur réelle. Cette erreur systématique est appelée un **biais**. Si un résultat est uniformément trop élevé, on parle d'un résultat à biais positif. S'il est trop bas, le biais est dit négatif. Un biais affecte l'exactitude des résultats, mais pas forcément leur précision.



## **Tests statistiques**

Il est bien au-delà de l'objectif de ce manuel de vous expliquer les tests statistiques que vous pouvez appliquer à des données pour contrôler des différences entre différentes zones ou époques. Cela demanderait, littéralement, un second volume. Cependant, nous décrirons à chaque fois que cela est possible comment analyser les données que vous aurez récoltées. Les analyses les plus complexes que nous rencontrerons seront celles qui sont impliquées dans les transects linéaires et les estimations de densités obtenues au cours de marches de reconnaissance (voir chapitre 11). Le logiciel Lopes, écrit par Peter Walsh, utilisable sur un ordinateur doté de Windows 95, est fourni avec ce manuel pour vous permettre d'entreprendre ces analyses.

Ce chapitre a été écrit pour vous familiariser avec certaines caractéristiques des données que vous collecterez, ainsi qu'à certains des paramètres statistiques que vous calculerez. Il existe de nombreux livres de statistique pour les biologistes, qui décrivent les concepts et les procédures sous-tendant les tests statistiques. Ce chapitre devrait vous donner suffisamment d'information de fond pour vous permettre de comprendre les concepts dont il est question dans ces manuels.

Les tests statistiques sont un moyen d'analyser deux séries de données ou plus et de décider s'il y a suffisamment de matière pour pouvoir dire qu'elles sont différentes. Par exemple, vous pouvez recenser les calaos vus le long de transects linéaires dans une zone avant et après exploitation. Le taux de rencontre moyen différera probablement dans les deux séries de données. Cependant, vous avez besoin d'un moyen de savoir si la différence est due à une variation aléatoire dans les échantillons, ou si le taux de rencontre (et la densité) ont changé pendant l'exploitation. Un concept fondamental en statistiques est la distribution de fréquence des erreurs dans vos données. Si les erreurs se conforment à une distribution normale, il y a une grande variété de tests applicables, appelés tests paramétriques. Si elles s'écartent nettement d'une distribution normale, vous ne pouvez pas utiliser les tests paramétriques: vous devez utiliser une autre série de tests, appelés tests non paramétriques. Parfois, vos données suivront une distribution qui peut facilement être transformée en distribution normale par une transformation mathématique. Par exemple, les rencontres de primates le long d'un transect, ou la dégradation d'un échantillon de crottes d'éléphants suivront une distribution de Poisson (voir plus haut). En prenant la racine carrée de chaque observation, ces données pourront être transformées pour suivre une distribution normale. Les tests paramétriques standards pourront alors être utilisés pour analyser les différences. Si vous n'êtes pas sûr que vos données suivent une distribution normale, il est plus prudent d'utiliser des tests statistiques non paramétriques.

Les statistiques donnent rarement une réponse absolue. Elles permettent de faire une série de suppositions et de dire la probabilité que deux échantillons (ou plus) proviennent de la même population étant données ces suppositions. Pour rapporter une différence statistiquement significative (vous devez éviter d'utiliser le terme "significatif" dans vos articles et rapports s'il ne réfère pas à un test statistique), la convention habituelle est qu'il y ait au moins 95% de probabilité que les deux séries de données soient différentes. S'il y a plus de 5% de chances qu'elles proviennent de la même population (c'est-à-dire qu'elles soient identiques), toute différence dans les valeurs moyennes ne peut pas être considérée statistiquement significative.

La résolution d'un test statistique varie en fonction de la taille de votre échantillon et de la variance des données. Cela est expliqué à l'encart 4.2 pour les données de recensements de primates. En règle générale, vous ne pouvez pas utiliser les tests statistiques si votre taille d'échantillon est inférieure à 5 (parcelles, parcours de transects, masses etc.). Pour des tailles d'échantillon aussi basses, vous ne pourrez détecter que des différences très visibles, comme la différence entre une zone sans singe et une autre avec une forte densité. Des tailles d'échantillon minimum pour les diverses méthodologies de ce manuel sont proposées dans les chapitres concernés.

#### ENCART 4.2: CALCULER LA RESOLUTION D'UN RECENSEMENT

Quand vous recensez des crottes, des nids ou des animaux, votre unité de base est le "nombre de rencontres par espèce par recensement". Pour chaque espèce sur un transect donné, les données doivent se conformer à une distribution de Poisson. Si vous voulez utiliser des tests paramétriques, vérifiez tout d'abord que les données ne diffèrent pas significativement de ce qui est prédit par une distribution de Poisson, et si c'est le cas, utilisez la racine carrée de vos données pour effectuer des tests paramétriques. Si vous testez des différences entre les transects, regardez tout d'abord si la visibilité différerait entre les sites. Si cela est le cas, corrigez les fréquences de rencontre pour le transect ayant la meilleure visibilité d'un facteur égal au rapport entre les deux moyennes de distance de détection. Pour certaines espèces, les fréquences de rencontres seront basses et la résolution statistique faible. La résolution d'échantillonnage peut être déterminée en utilisant une formule paramétrique (Anon, 1981; Janson & Terborgh, 1980; Skorupa, 1988):

$$D = 4 (C. V. ) / (N)^{0.5}$$

où,

D= % minimum de différence dans la moyenne de l'échantillon qui indique une différence statistique.

C. V. = coefficient de variation.

N = nombre d'échantillons répliqués.

Grâce à cette formule, la différence du taux moyen de rencontre qui indique une différence statistique (c'est-à-dire la résolution) peut être calculée pour chaque espèce dans chaque zone échantillonnée.

### Test des hypothèses

Il existe un mode de raisonnement standardisé, par étapes, qui est toujours suivi lorsque l'on effectue un test statistique. Supposons par exemple que nous avons décidé de recenser des colobes bais dans une concession forestière avant et après l'exploitation, pour savoir si l'exploitation a un effet sur les densités de colobes bais. La procédure que nous suivrons est la suivante:

1) Emettre une hypothèse nulle et une hypothèse alternative

Une hypothèse nulle est l'hypothèse "d'absence de différence". Dans ce cas, elle serait "il n'y a pas de différence dans la population échantillonnée avant et après l'exploitation". On la note généralement  $H_0$ . L'autre hypothèse,  $H_1$ , stipule qu'il y a une différence.

2) Observer les mesures obtenues

Pour distinguer entre les échantillons de deux populations, il faut pouvoir montrer que la moyenne (ou la médiane, ou la variance) de l'une est différente de celle de l'autre. S'il y a une grande différence entre les moyennes et si les données sont très groupées autour des deux moyennes, il est plus probable que nous détecterons une différence que si les moyennes étaient les mêmes et les données très éparpillées. Pour cette étape, vous devez présenter les données sous la forme d'une distribution de fréquence. Observez tout d'abord la distribution des deux séries de données, puis leur distribution de fréquence pour savoir si elles semblent avoir une distribution normale (on peut faire des tests statistiques si les données ont une distribution normale). D'autres tests statistiques sont utilisés si les données n'ont pas une distribution normale.

3) Trouvez la probabilité d'obtenir des résultats au moins aussi extrêmes que ceux que l'on aurait si l'hypothèse nulle était vérifiée.

Utilisez un test statistique pour estimer la probabilité d'obtenir deux moyennes (ou médianes, ou variances) aussi différentes que ce que vous avez obtenu au cours de votre étude.

4) Si la probabilité est trop faible, rejetez l'hypothèse nulle et acceptez l'hypothèse alternative.

En général, si la probabilité d'obtenir une différence de l'ordre de ce que vous avez obtenu dans votre étude est 5% ou moins, la différence est considérée statistiquement significative, et on rejette l'hypothèse nulle. Ainsi, on conclurait qu'il y avait une différence statistique entre les densités de colobes bais avant et après l'exploitation. Remarquez que cela ne signifie pas qu'on est certain qu'il y avait une différence. Un niveau de probabilité de 5% signifie qu'il y a une chance sur vingt que les populations échantillonnées soient identiques et que la différence soit due à une erreur aléatoire dans l'échantillon. Si la probabilité était beaucoup plus faible, par exemple 1% ou 0,1%, elle serait beaucoup plus convaincante. Il existe plusieurs méthodes classiques pour donner les niveaux de probabilités dans les rapports et les articles, ainsi que le montre le tableau 4.1.

Tableau 4.1: Conventions de notations des niveaux de probabilité

Moins de 1 chance sur 20	Moins de 1 chance sur 100	Moins de 1 chance sur 1000
5%	1%	0,1%
$p < 0,05$	$p < 0,01$	$p < 0,001$
$0,01 < p < 0,05$	$0,001 < p < 0,01$	$0,0001 < p < 0,001$
*	**	***

### Tests statistiques classiques et tests de vraisemblance

Les tests de vraisemblance sont de plus en plus utilisés par rapport aux tests statistiques classiques. Ils impliquent de ré-échantillonner les données de nombreuses fois pour comparer des hypothèses alternatives. Cette méthode est permise en grande partie par les progrès accomplis en informatique, qui rendent relativement aisée la réalisation de très grands nombres de calculs. Bien que les procédures générales de tests des hypothèses soient similaires pour ces deux types de tests, il y a des différences subtiles:

- Dans les tests classiques, l'hypothèse nulle veut que les échantillons sont tirés de la même population. Dans les tests de vraisemblance, l'hypothèse nulle veut que les échantillons sont tirés de populations ayant des moyennes différentes;

- Les tests classiques évaluent la fréquence à laquelle on observerait une variance aussi élevée autour de moyennes poolées si les échantillons provenaient réellement de la même population. Les tests de vraisemblance évaluent la fréquence à laquelle on observerait un rapport de vraisemblance aussi important pour les hypothèses nulles et alternatives si l'hypothèse nulle était vérifiée.

Quand est-il important d'utiliser des tests statistiques?

Dans de nombreux cas, l'utilisation de tests statistiques améliorera la gestion ou les résultats de recherche. Par exemple, on peut estimer qu'il est important de suivre l'évolution des populations de bongos dans une

concession de chasse. Vos données peuvent suggérer que la population décline, mais pour en être sûr et convaincre les chasseurs sportifs et les politiciens qu'il est nécessaire de modifier la gestion, vous devez savoir à quel point vous pouvez vous appuyer sur vos résultats. De même, vous pouvez utiliser des tests statistiques si vous voulez évaluer les mérites relatifs de deux aires protégées potentielles pour la conservation d'espèces rares de primates. Vous entreprendrez des recensements dans chaque zone, mais vous n'en choisirez qu'une si vous pouvez vraiment vous appuyer sur les données qui suggèrent qu'une des zones abrite une population plus importante que l'autre. Dans cette situation, vous pourrez avoir stratifié la zone d'échantillonnage par types d'habitats, mais avant d'extrapoler à l'ensemble de chaque zone vous devez tester si les densités sont vraiment différentes dans les divers types d'habitats que vous avez échantillonnés. Les tests statistiques sont un outil rigoureux et non biaisé avec lequel on peut démontrer la qualité des informations collectées aux personnes qui ne connaissent pas un site d'étude et n'ont jamais appliqué les méthodes utilisées.

### Quelques grandeurs statistiques simples utilisées pour décrire un échantillon

#### Variance

La figure 4.6 montre comment deux séries de données ayant la même moyenne peuvent avoir des amplitudes et des distributions de fréquence différentes. La variance d'un échantillon quantifie le groupement ou la dispersion des individus autour de la moyenne dans un échantillon. Elle décrit si les valeurs sont étroitement groupées autour de la moyenne, ou au contraire dispersées. Dans la figure 4.6, les deux graphiques supérieurs montrent des données ayant une distribution normale et une moyenne identique, mais dont les variances sont différentes. Si les valeurs tombent généralement près de la moyenne, alors la variance est faible, comme dans le premier graphique de la figure 4.6. Si les valeurs sont plus éloignées de la moyenne, la variance est élevée. **Vous devez avoir plus de confiance dans une estimation si la variance est faible.**

Pour une distribution normale, la variance est égale à:

$$\text{Variance} = \frac{\text{somme de (chaque valeur} - \text{valeur moyenne)}^2}{\text{Taille de l'échantillon} - 1}$$

La variance donne une mesure de "groupement" des données autour de la moyenne de l'échantillon. La différence entre chaque valeur et la moyenne est élevée au carré pour que les différences de chaque côté de la moyenne ne s'annulent pas mutuellement. La somme des carrés des valeurs est divisée par la taille de l'échantillon moins un pour tenir compte du fait qu'on travaille sur un échantillon et non sur la population totale. La méthode de calcul des variances est différente pour chaque distribution de fréquence (voir encart 4.1).

#### Ecart-type

L'écart-type a une signification très intuitive: c'est la déviation moyenne autour de la moyenne. Pour une distribution normale, il est la racine carrée de la variance. Quand on rapporte la moyenne et la variance d'une population, on l'écrit habituellement sous la forme de la moyenne plus ou moins l'écart-type, par exemple  $30 \pm 7,8$  (notez que l'écart-type à la même unité que la moyenne, par exemple éléphants/km<sup>2</sup>, ou *Ceiba*/ha etc.).

#### Coefficient de variation

Le coefficient de variation donne l'écart-type en pourcentage de la moyenne. Cette grandeur seule indique le groupement plus ou moins important des données autour de la moyenne, que la moyenne soit grande ou petite. Le coefficient de variation est un moyen de décrire numériquement ce que les deux graphiques supérieurs illustrent dans la figure 4.6, et vous permet de comparer la variation pour des échantillons ayant des moyennes différentes.

#### Erreur standard

Si on prend plusieurs fois des échantillons de taille donnée dans la même population, comment les moyennes de ces échantillons seront-elles groupées autour de la moyenne de la population? Intuitivement, on s'attend à ce que la proximité entre ces moyennes dépende de la taille des échantillons. De très grands échantillons donneront une bonne estimation de la moyenne de la population, donc les moyennes de tous les échantillons seront bien groupées. Cependant, la moyenne pour un petit échantillon pourra, par hasard, dévier fortement de la moyenne de la population: les moyennes d'échantillons répétés seront alors moins groupées. L'erreur standard est simplement un moyen mathématique d'exprimer cette idée intuitive. Elle est la moyenne des déviations des échantillons par rapport à la moyenne de la population. L'erreur standard se calcule en utilisant l'écart type de chaque échantillon comme estimation de la variation de la distribution de la population. Cette estimation de la variabilité de la population est alors pondérée en la divisant par la racine carrée de la taille de l'échantillon (si la racine carrée est une notion confuse, pensez-y en terme de variance divisée par la taille de l'échantillon, ce qui est mathématiquement équivalent). Ainsi, pour un écart type donné, l'erreur standard est inversement proportionnelle à la racine carrée de la taille de l'échantillon.



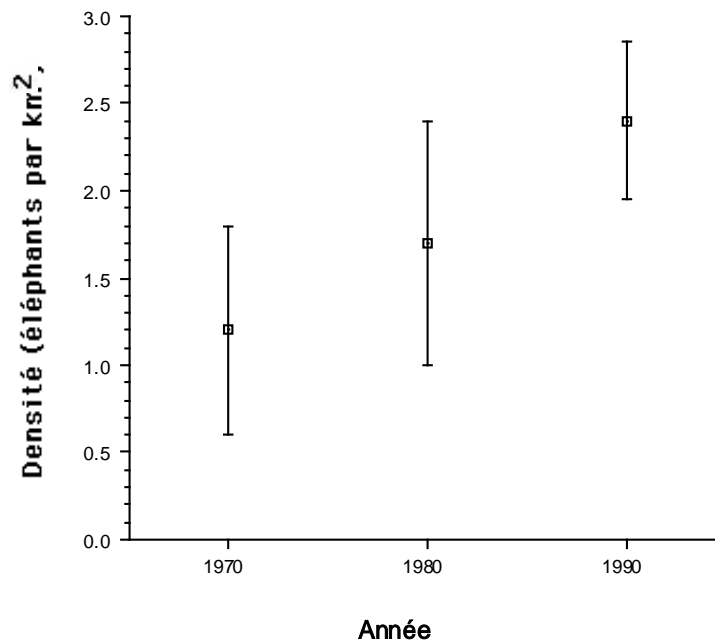
### Intervalle de confiance

Les limites de confiance sont les valeurs inférieure et supérieure en dehors desquelles la valeur réelle qu'on veut estimer ne risque pas de tomber, étant donnée la variabilité inhérente aux données. L'intervalle de confiance est délimité par les limites de confiance. Les limites de confiance sont toujours choisies en fonction d'un niveau de confiance. En biologie, le niveau de confiance standard utilisé est 95%. Cela signifie que si on répétait 100 fois les observations (avec les mêmes tailles d'échantillon), les limites de confiance calculées encadreraient 95 fois la vraie moyenne.

Les intervalles de confiance sont importants car ils donnent une mesure de la précision des estimations. Ils permettent de savoir à quel point les données empiriques appuient une estimation donnée. Si les données appuient fortement une estimation, l'intervalle de confiance est étroit, sinon, il est large.

Il existe de nombreuses façons de calculer les intervalles de confiance. Une approche simple consiste à supposer que les moyennes d'échantillons répétés de notre système empirique sont distribuées normalement, avec un écart type égal à l'erreur standard pour notre estimation. La variable  $z$  est la distance par rapport à la moyenne (mesurée par l'écart-type) de la distribution normale standard dans laquelle se trouve un pourcentage critique (par exemple 95%) de l'échantillon. La distribution normale standard a alors un écart-type de 1. Si on multiplie  $z$  par l'écart-type de la distribution normale (l'erreur standard de nos données), on obtient l'intervalle dans lequel se trouve le pourcentage critique de notre distribution normale. Prenons par exemple une valeur de  $z$  de 1,96 pour un niveau de confiance de 95%. Si notre estimation est  $x$  avec une erreur standard  $y$ , alors la limite de confiance inférieure de 95% est  $x-1,96y$ , la limite de confiance supérieure de 95% est  $x+1,96y$ , et l'intervalle de confiance est  $(x-1,96y \leq X \leq x+1,96y)$ , avec  $X$  la valeur réelle. D'autres approches similaires mais plus sophistiquées utilisent l'erreur standard de votre paramètre d'estimation pour établir les intervalles de confiance. On peut également utiliser les méthodes de ré-échantillonnage comme le "bootstrapping" non paramétrique pour placer les limites de confiance. Dans le "bootstrapping" non paramétrique, on estime que la variabilité dans un échantillon est une bonne approximation de la variabilité de la population d'où a été tiré l'échantillon. On simule alors le processus de tirer des échantillons répétés de la population réelle en tirant des "pseudo-échantillons" dans l'échantillon de départ. Chaque nouveau pseudo-échantillon a la même taille que l'échantillon de départ et est construit en choisissant des valeurs au hasard dans l'échantillon de départ. Les valeurs sont tirées avec remise: cela signifie qu'une valeur qui a été tirée est "remise" dans l'échantillon et peut être retirée de nouveau dans le même pseudo-échantillon. Le paramètre d'estimation (généralement la moyenne) est calculé pour chaque pseudo-échantillon, et la distribution de ces paramètres est utilisée comme approximation de la distribution des paramètres que vous obtiendriez en échantillonnant plusieurs fois dans la population totale. 250 à 1000 pseudo-échantillons sont généralement considérés comme suffisants pour obtenir une bonne estimation des limites de confiance. Si vous faites 1000 pseudo-échantillons, alors la limite de confiance inférieure de 95% de votre estimation est la valeur de la vingt-sixième plus basse estimation de pseudo-échantillon. La limite de confiance supérieure est la 975<sup>ème</sup> valeur la plus haute des estimations de pseudo-échantillon. Généralement, les limites de confiance inférieure et supérieure sont respectivement  $n(1-a)/2+1$  et  $n-n(1-a)/2$ , avec  $a$  le niveau de confiance attendu (représenté par une proportion, par exemple 0,95) et  $n$  le nombre de pseudo-échantillons. Les intervalles de confiance peuvent être présentés sous forme graphique.

**Figure 14.7: estimations de densités moyennes, avec limites de confiance supérieures et inférieures, pour trois périodes.**



#### **Extrapolation des résultats: ce que vous pouvez dire, ce que vous ne pouvez pas dire**

##### Ce que vous pouvez dire, ce que vous ne pouvez pas dire à partir de vos résultats

Il est très important que vous fassiez une distinction claire entre ce que vos résultats vous permettent de dire et ce qu'ils ne vous permettent pas de dire. Vous pouvez dire "étant données les méthodes utilisées", les résultats "dans cette zone", "collectés à ce moment", "dans ces conditions" sont les suivants etc. Vous ne pouvez rien dire de plus avec certitude.

Si vous avez étudié des animaux dans une zone limitée, ou un seul type d'habitat, vous ne pouvez pas prétendre avoir des résultats pour des zones plus étendues ou plus diversifiées. Par exemple, si vous avez estimé les densités d'éléphants en forêt primaire dans 50 hectares d'un parc de 200 000 hectares, vous ne pouvez pas prétendre connaître les densités d'éléphants dans l'ensemble du parc qui contient des forêts marécageuses, des forêts secondaires et des zones de savane.

Les résultats de votre étude ne sont précis que pour la période pendant laquelle vous l'avez entreprise. Par exemple, si vous n'avez estimé les densités de primates que pendant la saison sèche, quand les fruits sont généralement moins abondants dans la forêt primaire que dans la forêt secondaire, vous pouvez avoir trouvé que les densités de primates étaient plus élevées en forêt secondaire qu'en forêt primaire. Etant données ces résultats, vous ne pouvez pas affirmer que les primates sont toujours plus nombreux en forêt secondaire qu'en forêt primaire, car durant la saison humide, cette conclusion peut ne pas être vraie.

Il est important d'être très clair sur l'emplacement et la période de votre étude, car les résultats sont parfois affectés par des facteurs qui ne seront pas évidents avant plusieurs années. Par exemple, si vous estimez les densités de potamochères dans la partie occidentale, plus sèche, d'un parc, vous pouvez ne pas vous rendre compte avant plusieurs années que vous les avez recensés pendant une année inhabituellement sèche, au cours de laquelle ils ont passé beaucoup plus de temps que d'habitude dans la partie orientale du parc, plus humide. Quand la pluviométrie aura été relevée pendant plusieurs années, la découverte de faibles densités de potamochères dans la partie orientale du parc pendant l'année du recensement se révélera d'un grand intérêt si elle donne suffisamment d'informations pour faire des comparaisons détaillées avec d'autres études.

Le point important dont il faut se souvenir est de rapporter les conditions de votre étude (période de la journée, époque de l'année, localisation, types d'habitats, température et pluviométries moyennes etc.) aussi précisément que possible, et de ne donner vos résultats qu'en relation avec ces conditions particulières.

##### Comment extrapoler correctement à partir de vos résultats

Vous pouvez spéculer et discuter des implications de vos résultats (ce que les résultats suggèrent mais ne montrent pas de façon concluante), et les extrapoler à des zones plus étendues (donner des conclusions, basées sur les données, sur des zones pour lesquelles vous n'avez pas de données), **du moment que vous expliquez clairement les étapes qui vous ont amené à ces conclusions.**

Ce type d'interprétation des données n'est pas la même chose que les résultats, et ne doit pas être présenté dans la partie "Résultats" d'un rapport. Les résultats sont basés sur les données de terrain et doivent être présentés dans la partie "Résultats" sans interprétation. Une discussion de leurs significations **possibles** et des estimations extrapolées est présentée dans la partie "Interprétation et discussion", dans laquelle le lecteur est libre d'approuver ou non vos idées.

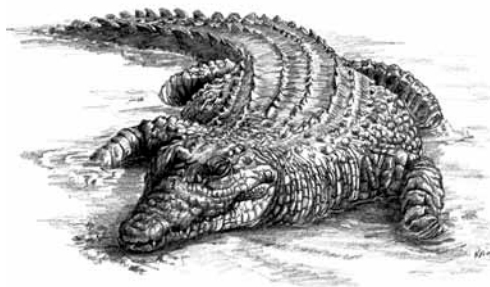
Dans l'exemple sur les primates donné plus haut, vous pouvez suggérer qu'une des raisons possibles de la plus forte densité de primates en forêt secondaire est le fait que durant la saison sèche, plus de fruits sont disponibles en forêt secondaire qu'en forêt primaire. Précisez bien que vous n'avez pas de données sur les densités de fruit et de primates pendant la saison humide. Cependant, la relation que vous suggérez entre densités de fruits et de primates est possible, et intéressante à étudier. Tant que vous dites clairement que vous ne faites que suggérer cette relation et que vous ne l'avez pas documentée, il est acceptable de la mettre dans la section "Interprétation et discussion".

Pour l'exemple des éléphants donné plus haut, on peut vous demander d'estimer les densités d'éléphants dans l'ensemble du parc. Vous pouvez y parvenir en extrapolant à partir de vos données, en faisant des estimations pour l'ensemble du parc. Cela est acceptable tant que vous dites que vos suppositions sont des "estimations étayées" et non des faits bien établis par la recherche.

Par exemple, vous savez que la densité d'éléphants dans votre zone d'étude était de 0,4 éléphants/km<sup>2</sup>. Votre première supposition peut être que les densités d'éléphants dans **toutes les forêts primaires du parc** sont de 0,4 éléphants/km<sup>2</sup>. Puis, grâce à des observations opportunistes notées dans vos carnets ou vos "log books", vous pouvez estimer que la densité d'éléphants en forêt secondaire est la moitié de celle observée en forêt primaire (soit 0,2 éléphants/km<sup>2</sup>), celle des forêts marécageuses est un quart de celle des forêts primaires (soit 0,1 éléphants/km<sup>2</sup>), et qu'il n'y a pas d'éléphants dans les savanes (soit 0 éléphants/km<sup>2</sup>). Si les habitats du parc existent dans les proportions suivantes: primaire: 75%; secondaire: 10%, marécageux: 10%; savane: 5%, vous pouvez estimer que la densité en éléphants pour l'ensemble du parc est:

$$\begin{aligned} & (0,4)(0,75) + (0,2)(0,10) + (0,1)(0,10) + (0)(0,05) \\ & = 0,3 + 0,02 + 0,01 + 0,0 \\ & = 0,33 \text{ éléphants/km}^2 \end{aligned}$$

Donner des estimations d'après des données incomplètes peut être dangereux car les "résultats" extrapolés peuvent être mal utilisés. Même si dans votre rapport vous distinguez bien ce qui est clairement établi de ce qui n'est que spéculation, votre "estimation" des densités d'éléphants pour l'ensemble du parc peut constituer une information précieuse. Mais elle peut aussi être utilisée sans précaution par les personnes qui ne tiennent pas compte du fait que ce nombre n'est qu'une "estimation", et non le résultat d'une étude approfondie de l'ensemble du parc.



## CHAPITRE 5 NOTER LES OBSERVATIONS

Ann Edwards, Alan Rabinowitz & Lee White

### *Introduction*

Quand les objectifs de recherche ont été définis, faire des observations (c'est-à-dire collecter des données) est l'étape suivante pour un chercheur. Les observations de plantes, d'animaux, d'événements, de paysages, de dégradations etc. fournissent des données grâce auxquelles les problèmes de gestion peuvent être résolus. Cependant, il y a un grand pas à franchir entre l'observation et la résolution en confiance des problèmes de gestion. Si vous voulez y parvenir, vous devez noter précisément et complètement les observations pertinentes. Vous devez réfléchir attentivement à la façon de noter les observations et faire l'effort d'être rigoureux. Faire des observations et prendre des notes de façon consciencieuse et rigoureuse est une chose qui doit être apprise et pratiquée, car des observations mal rapportées peuvent être inutiles ou même induire en erreur.

Tous les gestionnaires et les chercheurs travaillant dans des réserves doivent avoir l'habitude de noter systématiquement certaines observations dans un carnet de terrain, afin de documenter des événements intéressants ou inhabituels, dont les détails risqueraient d'être oubliés, ou pour générer des informations permettant d'estimer le succès ou l'échec des activités de gestion. Il n'est pas possible de noter chaque observation, il faut donc décider des observations qui seront notées systématiquement. Dans certains cas, des directives données aux gestionnaires de réserve auront défini les informations qui doivent être incluses dans leurs rapports d'activité mensuels. S'il n'y a pas de directives claires, ou si celles qui existent doivent être modifiées, vous devez y réfléchir et discuter des informations qui peuvent être obtenues et qui aideront à répondre à des questions de gestion (ou de recherche) spécifiques.

Une fois que les priorités ont été déterminées, tous les chercheurs et les gestionnaires doivent noter les informations d'une manière standardisée et organisée. Cependant, la collecte d'informations additionnelles doit être encouragée. Par exemple, toute observation inhabituelle qui ne correspond pas à la liste des priorités prédéterminées doit être notée (par exemple, une otarie à fourrure d'Afrique du Sud *Arctocephalus pusillus* a été observée en 1996 au large du Gabon, par des conservationnistes du complexe d'aires protégées de Gamba; c'était l'observation la plus septentrionale de l'espèce qui, n'étant pas connue de la région, n'était pas sur la liste des espèces clés de la réserve); si certains membres du personnel montrent un intérêt particulier, par exemple pour les oiseaux ou les papillons, ils peuvent apporter des informations importantes pour la gestion si les observations sont faites de façon systématique et sont disponibles.

### *Faire des observations et noter les informations*

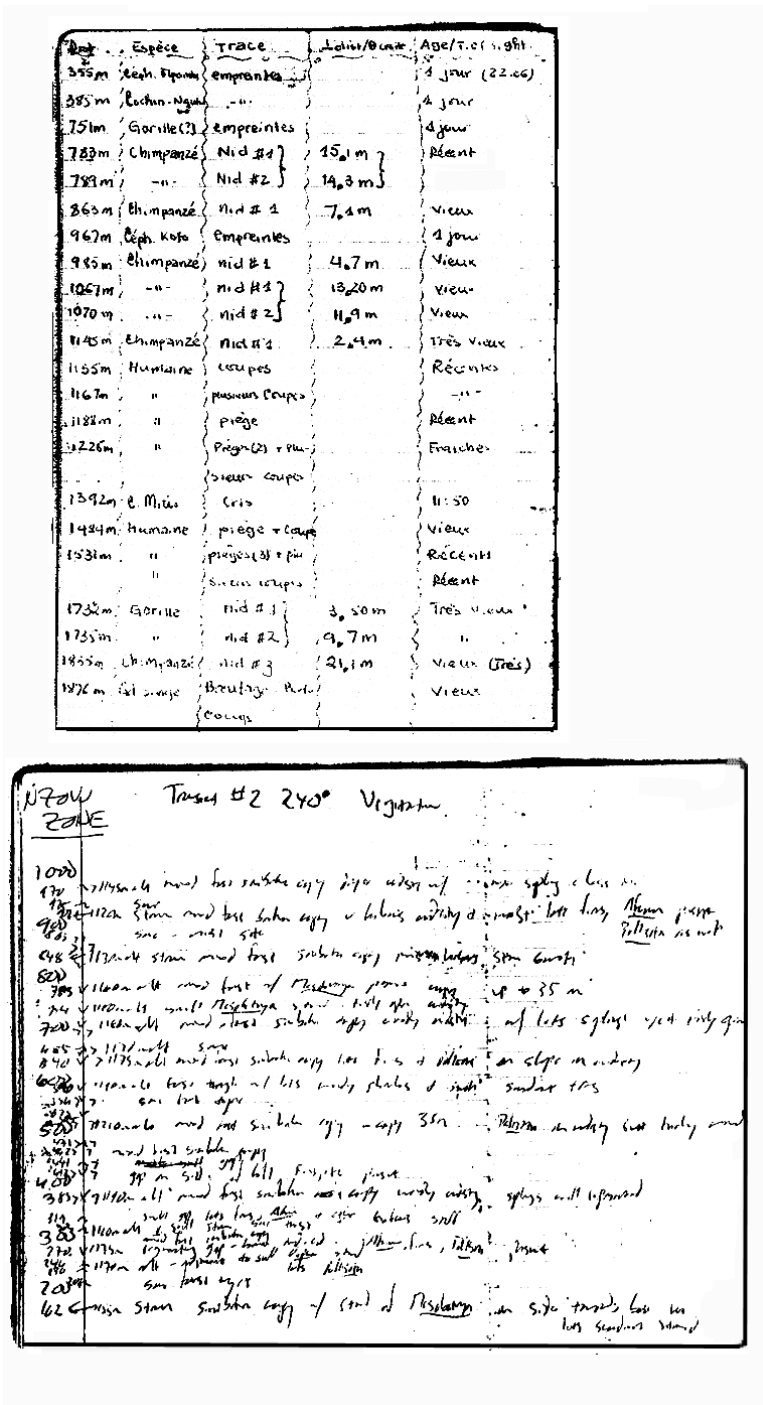
La plupart des données (dont les chiffres) sont interprétées dans l'esprit de l'observateur, avant même d'être écrites et que d'autres personnes les voient et les interprètent. La manière dont des événements sont vus, interprétés et notés doit être soigneusement réfléchi, pour que quiconque utilise ces informations ensuite n'ait aucun doute sur leur signification. Gardez à l'esprit le fait que les carnets de scientifiques comme Charles Darwin sont conservés et référencés dans des bibliothèques et peuvent être consultés encore aujourd'hui: vous devez essayer d'écrire des notes dont vous seriez fier que des gens les consultent dans le futur. Ayant cela à l'esprit, il est d'une importance extrême que vos notes soient claires et lisibles, ordonnées logiquement, non seulement pour les générations futures, mais aussi pour vous. Il n'y a rien de pire que de rechercher dans un vieux carnet un événement particulier dont vous vous souvenez mal, avant de vous rendre compte que vous ne pouvez pas déchiffrer vos propres notes! (voir figure 5.1).

La première étape pour prendre de bonnes notes est d'être un bon observateur. Vous devez exprimer clairement ce que vous avez vu ou entendu, et, aussi important, ce que vous n'avez pas vu ou entendu. Soyez aussi précis que possible en collectant des informations. Séparez mentalement ce que vous avez réellement vu (ou entendu, senti etc.) des implications probables de ce que vous avez vu. Par exemple, si vous voyez un singe manger un oiseau, ne dites pas qu'il a tué l'oiseau. Il a pu trouver l'oiseau mort. Notez les choses exactement de la façon dont vous les voyez (le singe a mangé l'oiseau). Ne supposez pas que vous savez ce qui s'est passé avant (le singe a tué l'oiseau), ou ce qui se passera après.

Il est cependant acceptable, et même utile, de noter ce que vous pensez, tant que vous le séparez clairement de ce que vous avez vu. Par exemple, vous pouvez dire qu'un fruit semblait plus gros que ce à quoi vous vous attendiez, ou qu'un animal était dans un habitat inhabituel. Mais cela ne doit être noté que comme un commentaire, clairement séparé des mesures ou de la localisation réelles. Plus tard, en comparant avec d'autres données, vous saurez si le fruit était réellement plus gros, ou si l'animal était effectivement dans un habitat inhabituel. Notez ce que vous voyez, et non ce que vous pensez comprendre. Cela est particulièrement important pour les données de comportement animal (voir chapitre 14).



Figure 5.1 Notes sur les changements de végétation le long de deux transects, prises par deux chercheurs. Ils ont tous deux utilisé les mêmes formats de données, mais les notes de deuxième chercheur sont impossibles à déchiffrer (probablement même par lui).



Il est aussi très important, quand on fait des observations en forêt, de se focaliser en premier lieu sur les détails importants. Comme les animaux s'enfuient généralement quand on les approche, essayez de voir les éléments d'identification importants comme la coloration, la taille, l'habitat et le type de déplacement. Pour les oiseaux, regardez la coloration, la forme de la queue, des ailes et du bec, les marques autour des yeux et de la gorge, mais, également très important, le comportement, l'habitat et les vocalisations. Regardez des guides d'identification pour apprendre à distinguer plus facilement les espèces. Les comportements inhabituels doivent être soigneusement notés. Ecrivez tout d'abord les informations importantes. Quand vous utilisez des fiches de données (voir plus bas), remplissez autant de cases que vous le pouvez. Puis ajoutez si nécessaire des commentaires pour permettre aux informations notées dans les cases d'être correctement interprétées.

N'essayez jamais de deviner la "bonne réponse". Il vaut mieux dire "je ne sais pas" et ne rien noter que de noter des informations incorrectes. De nombreux rapports de synthèse contiennent des informations sur des animaux non identifiés, ou des observations non concluantes. Mais aucun rapport de synthèse ne doit contenir des informations incorrectes. Les données fausses sont inexcusables.

Lorsque vous notez l'information systématiquement, il peut être aussi important de noter ce que vous n'avez pas vu que ce que vous avez vu. Dire qu'aucun animal n'a été trouvé dans une zone particulière, ou qu'aucun arbre n'avait de fruit, peut être important. De telles remarques peuvent soulever des questions: pourquoi cette zone n'a pas d'animaux ou pas de fruits?

Quand vous faites des mesures, décidez à l'avance quelle sera la précision que vous désirez pour chaque type de mesure. Par exemple, si vous mesurez le diamètre des arbres au centimètre près, 25,3 cm doit être noté 25 cm. Si vous mesurez au millimètre près, 29 cm doit être noté 29,0 cm.

### ***Fiches de données, carnets de terrain et croquis***

#### Carnet de terrain

Les carnets de terrain sont de petite taille, et ont des pages blanches ou quadrillées, détachables ou non. Si possible, le papier et la reliure doivent être de bonne qualité: on peut acheter des carnets au papier résistant à l'eau, qui sont très bien adaptés aux conditions de terrain. Il est préférable d'écrire avec un crayon bien taillé (le crayon est timent bien et ne part pas à l'eau, alors que la majorité des encres se fanent et sont solubles dans l'eau). Les erreurs doivent être barrées, et non gommées: une page gommée est sale, et des informations importantes peuvent y être oubliées.

Les carnets constituent le meilleur moyen pour décrire des observations difficilement rendues par des listes de chiffres ou de catégories, telles que les comportements, les descriptions d'empreintes, les événements inhabituels, les activités quotidiennes etc, car on peut y inclure des croquis ou des cartes en plus du texte.

Comme un seul carnet peut contenir différents types d'informations, vous devez apporter un soin particulier à l'organisation et à la standardisation du contenu. Chaque carnet de terrain doit avoir un titre et le nom de l'observateur sur la couverture. Plus tard, les dates couvertes par le carnet peuvent aussi être marquées sur la couverture. Chaque page doit être numérotée. Les premières pages doivent être laissées telles quelles pour recevoir plus tard un index du contenu du carnet (par exemple, "carte du réseau de pistes, p.8"). Aucune page ne doit être arrachée. Si quelque chose est faux, un grand "X" doit recouvrir la section ou la page.

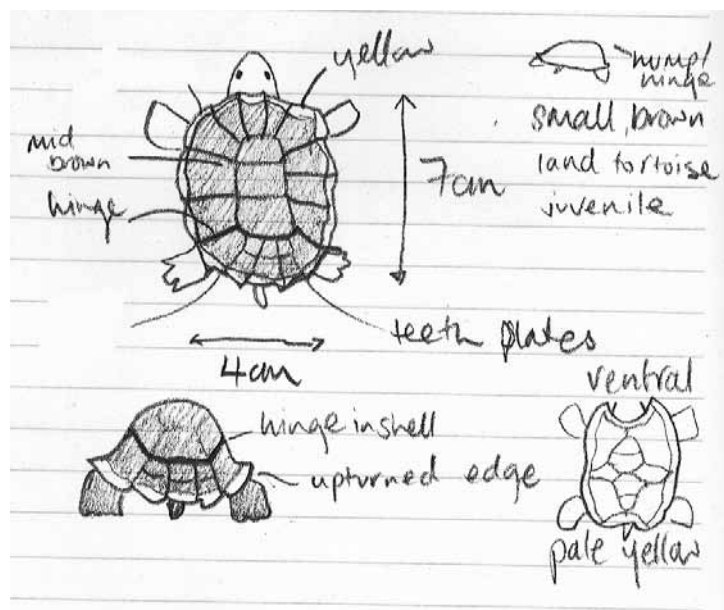
Chaque assistant de terrain doit avoir un carnet, même s'il remplit également des fiches de données. Chaque garde en patrouille doit aussi en avoir un. Ils doivent y noter leurs activités journalières (lieu et heure des déplacements), ainsi que les observations intéressantes (traces, comportements, arbres ayant des fruits, arbres abattus illégalement, lignes de collets, carcasses etc.). La date et la localisation doivent accompagner toute observation notée.

Il est parfois utile d'avoir plus d'un carnet de terrain, chacun couvrant un sujet particulier. Le premier doit contenir des notes quotidiennes sur les mouvements et les activités, ainsi que des cartes, des croquis et des notes sur des observations ou des activités rares. Les autres doivent être réservés à des sujets d'études, tels que l'identification des arbres ou les comptages d'animaux.

#### Croquis

Les croquis peuvent être utilisés avec les carnets de terrain: ils s'ajoutent aux informations écrites. Ils donnent des informations qui peuvent être difficiles à décrire rapidement et précisément. Des espèces animales et végétales non identifiées peuvent être dessinées et décrites pour une identification ultérieure d'après des guides. Il est important de faire ressortir les facteurs d'identification clés, tels que couleur et forme, et des mesures précises doivent accompagner le croquis (voir figure 5.2).

**Figure 5.2: exemple de croquis accompagné de mesures.**



Les empreintes doivent être dessinées, avec des mesures de leur longueur et de leur largeur. La distance entre les empreintes individuelles doit également être notée, et leur disposition dessinée. Toutes ces informations peuvent permettre d'aider à déterminer l'espèce à laquelle appartient l'animal qui a fait ces empreintes. On peut également savoir parfois l'âge, le sexe et l'état de santé général de l'animal (voir chapitre 10).

N'hésitez pas à faire un croquis pour ajouter des informations à un rapport. Par exemple, dessinez la disposition des os d'un animal tué par une panthère, avant de les déranger, le réseau de pièges d'un camp de braconniers, ou une carte des cours d'eau.

#### Fiches de données

Ces fiches sont destinées à aider un chercheur à collecter des informations d'une façon standardisée (pour des exemples, voir l'appendice A). Cela permet de comparer des informations récoltées à différentes époques ou par différents observateurs, ce qui est indispensable pour les études qui emploient plusieurs assistants de terrain.

De plus, les fiches de données permettent de compiler rapidement un grand nombre d'informations. Comme les informations notées habituellement sont limitées à quelques possibilités seulement dans chaque catégorie (par exemple, "espèce", "nombre vu", "hauteur"), les compiler et les analyser est relativement simple. Par exemple, les moyennes, les fréquences et les tendances sont aisées à déterminer, et les événements inhabituels ou les données manquantes faciles à détecter. Comme la structure de la fiche limite le type d'informations pouvant être notées, chaque fiche doit comprendre une section pour les commentaires. Cela permet d'expliquer les données inhabituelles ou peu claires, ou de noter des observations non prévues.

Le haut de chaque fiche doit comprendre les données suivantes, qui se réfèrent à toutes les informations de la fiche: type de données (par exemple recensement de primates, météo ou observations depuis un véhicule), nom du ou des observateur(s), date, lieu des observations (par exemple, "transect B3"). On ajoute généralement les informations suivantes en haut de la fiche: heures de début et de fin d'observation, météo, type d'habitat.

Classées par sujet et par date dans un bureau, les fiches sont un moyen efficace et organisé de conserver et de retrouver l'information (voir chapitre 17).

#### Log books

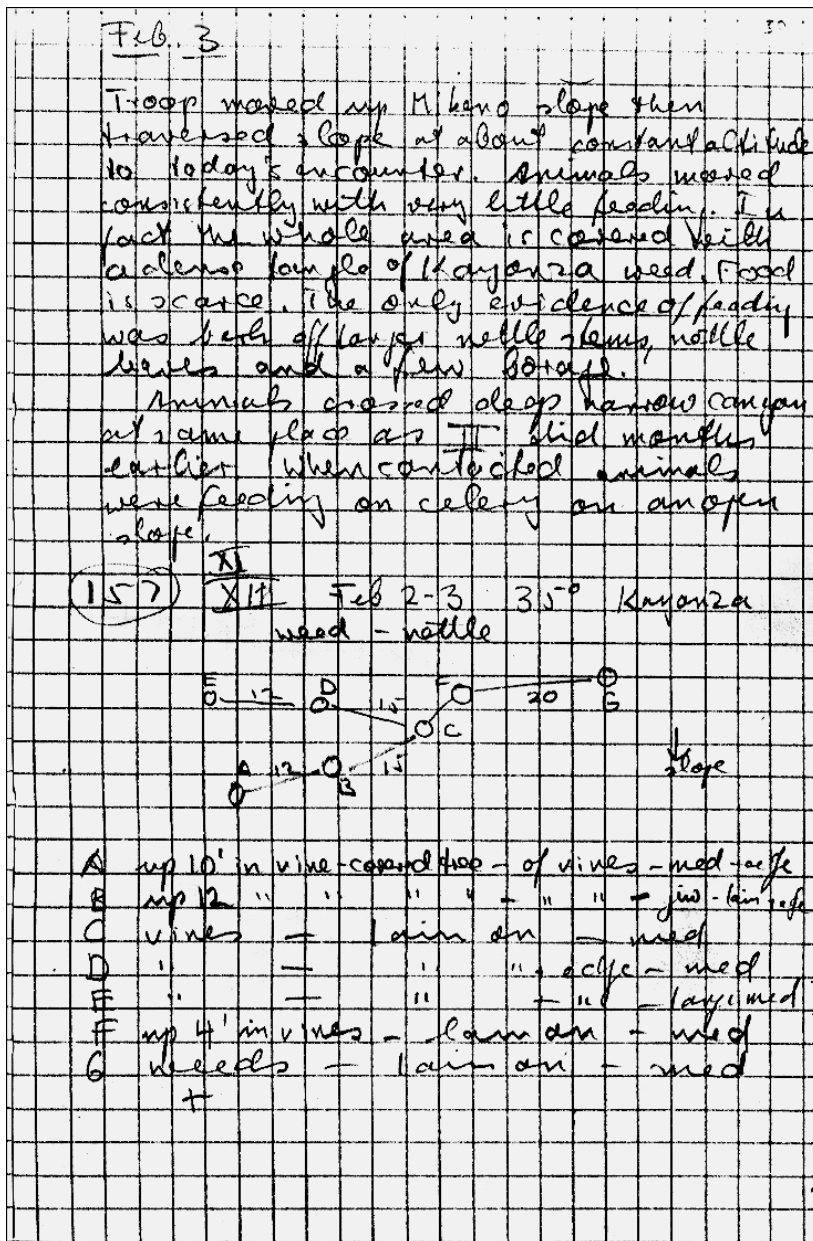
Pour des espèces rares ou peu connues, pour des événements ou des observations inhabituelles, chaque information est potentiellement précieuse. Si une personne la note dans son carnet de terrain mais change ensuite de poste ou est mutée autre part, cette information sera perdue pour les personnes qui travaillent encore sur le site. Une façon d'éviter cela est de demander aux gens de classer les notes de terrain dans un fichier central, mais au cours du temps ces notes vont s'accumuler: tout passer patiemment en revue pour en tirer les renseignements désirés sera alors une perspective plutôt rébarbative. Il est recommandé que le personnel des aires protégées et les chercheurs utilisent des cahiers (log books) dans lesquels toutes les observations d'espèces ou d'événements

rare sont notées. Si nécessaire, ces informations peuvent être combinées avec des références pour retrouver des descriptions plus détaillées dans les notes de terrain. Par exemple, dans le parc national de la Cross River au Nigeria, toutes les observations de gorilles, chimpanzés, drills et colobes bairds sont notées dans un cahier "primates" (observations, comptages de groupes, jeunes portés sous le ventre, nourriture, braconnage etc.), celles de potamochère, de buffles et d'éléphants dans un cahier "ongulés", celles de prédateurs, panthères notamment, dans un cahier "carnivores", et celles du rare picatharte et de ses sites de nidification dans un cahier "oiseaux". D'autres log books peuvent servir à noter les informations historiques obtenues auprès des populations locales, les plantes médicinales et autres produits collectés localement dans la forêt, ou les découvertes de poteries ou de charbon de bois dans des zones actuellement inhabitées dans la forêt.

#### Notes de terrain

Si tous les chercheurs et gestionnaires qui travaillent dans une aire protégée prennent des notes bien organisées à chaque fois qu'ils sont sur le terrain, cela permet d'obtenir une base de données permanente sur les informations utiles (ainsi qu'un compte-rendu de leurs activités quotidiennes). Par exemple, on peut faire une liste des espèces clés pour lesquelles des données doivent être prises à chaque observation, ou pour lesquelles il faut prendre des données opportunistes pendant les patrouilles à pied en forêt (voir chapitre 14). Si chaque personne prend des notes à chaque sortie en forêt, en décrivant toutes les observations d'espèces de la liste, ces notes pourront être conservées dans un endroit accessible et central, et servir de source d'information pour tous les futurs chercheurs sur le site (voir tableau 3.1). Elles devront être classées par date dans un lieu sûr. De plus, pour certaines espèces clés, toutes les observations peuvent être notées dans un log book central, avec des références croisées aux notes. De cette façon, vous pourrez trouver les informations de façon efficace, sans avoir à rechercher dans toutes les notes.

Figure 3.3: exemple de notes de terrain prises au cours d'une marche dans la forêt à la réserve de la Lopé



<b>Encart 5.1. Une exemple des notes de terrain, prise pendant chaque visite dans la forêt à la station d'études des gorilles et chimpanzés , Lopé, Gabon.</b>	<u>Notes</u>
	1
	2
	3
<b>Lundi 18 juillet 1994</b>	4
L. White & J. Dibakou	5
Cartographie de l'est, mandrills, nids de chimp	6
SEGC-Forêt de l'aéroport-Est bosquet Caillet-Pont Gellardo-SEGC	
Ensoleillé	
08:50 - 09:10 - Grand groupe de mandrills traversant dans FdA près de Pipta - compté 457	
dont 47 jeunes sous le ventre et 12 grands mâles. Deux femelles tumescente, une avec un	
très beau mâle l'escortant à 1,5m. JD a vu 2 grands mâles traverser quand nous arrivions, je	
ne les ai pas vus, et un bon nombre avait déjà traversé avant notre arrivée, avec des mâles	
criant assez loin. 500 au minimum, plus de 600 ne m'étonnerait pas du tout.	
09:20 - Dans le bosquet Caillet (Sacoglottis) - cartographie.	
09:30 - Groupe de <i>C. cephus</i> vu dedans.	
09:50 - Nids de chimps et crottes récentes - probablement vieux de 3 jours au max. 9 nids	
proches les uns des autres: 5 m dans un <i>Diospyros zenkeri</i> ; 10 m <i>Diospyros dendo</i> ; 7 m	
<i>Dichapetalum barteri</i> ; 5 m <i>D. zenkeri</i> ; 6 m <i>D. zenkeri</i> ; - tous à moins de 5 m les uns des	
autres - auraient pu être pris pour des nids de gorilles si étaient plus vieux; 6 m <i>D. zenkeri</i> &	
8 m <i>D. barteri</i> - deux à environ 20m ; 7 m <i>D. zenkeri</i> & 10 m <i>D. dendo</i> .	
10:10 - buffles, cinq ou plus, grognent et s'enfuient, <i>C. cephus</i> alarme à proximité.	
10:20 - Nids de chimp à la fin de la galerie - un vieux, 2.5 m <i>D. zenkeri</i> ; trois frais: 4 m <i>D.</i>	
<i>zenkeri</i> ; 5 m <i>D. zenkeri</i> ; 8 m <i>D. zenkeri</i> .	
10:30 - CN dans <i>D. barteri</i> à 6 m.	
10:51 - <i>C. monticola</i> s'enfuit.	
11:20 - Groupe mixte de <i>C. nictitans</i> , <i>C. cephus</i> et <i>C. albigena</i> au début de la galerie, où les	
densités de palmiers doivent être autour de 20-30 ha <sup>-1</sup> / 2-3000 km <sup>-2</sup> . L'un des singes a	
mangé des jeunes feuilles d'iroko.	
13:10 - Dans la galerie Gellardo, coupe à gauche depuis l'ancienne piste BP, <i>C. nictitans</i> et	
<i>C. cephus</i> .	
13:41 - Bosquet Vitex, groupe de <i>C. cephus</i> vu et entendu alarmer.	
14:55 - Sortie à la voiture	
TT 335 mins.	
	7

(1: Date; 2: Observateurs; 3: Objectif de la journée, mots clés et résumé des observations; 4: Itinéraire; 5: Météo; 6: Heure et localisation de chaque observation; 7: Temps total sur le terrain).

### Informations collectées pendant les activités quotidiennes

Les gestionnaires d'aires protégées ont de nombreuses responsabilités, et rares sont ceux qui peuvent s'offrir le luxe de consacrer une grande partie de leur temps à la recherche. Cependant, ils peuvent fréquemment faire des observations utiles sur la faune et la flore, ou sur les pressions autour des limites d'une réserve. En suivant les suggestions données dans ce chapitre, il devrait être possible de concevoir un système de notation des observations faites de façon opportuniste, de façon à générer des informations utiles à la conservation, sans augmenter beaucoup la charge de travail du personnel. De plus, ce système de notes systématiques permet de suivre et d'évaluer les capacités du personnel de terrain.

Une bonne source de données, souvent négligée, est fournie par les observations faites pendant des déplacements en voiture ou en bateau. Beaucoup de chercheurs et de gestionnaires d'aires protégées passent une bonne partie de leur temps dans des véhicules. Pendant ces trajets, on voit souvent des animaux, ainsi que des cadavres écrasés par des voitures ou des animaux tués à vendre. La fréquence de ces rencontres est souvent corrélée aux densités d'animaux, et tout changement au cours du temps peut vous donner une indication des tendances en cours dans la région.

Quand on dirige une équipe de protection ou un projet de recherche, il est très important de savoir où sont les véhicules, pour être certain qu'ils ne sont pas mal utilisés. Une façon d'y arriver est de garder dans chaque voiture un cahier qui doit être rempli à chaque fois qu'elle est utilisée. Si le personnel fait cela de façon routinière, il peut sans beaucoup d'effort supplémentaire noter certaines informations simples. La qualité et l'efficacité de ces observations varient en fonction de plusieurs facteurs, par exemple:

- certaines personnes font de meilleures observations que d'autres;
- s'il y a plusieurs personnes dans une voiture (plus d'observateurs), plus d'observations seront probablement faites, car ceux qui ne conduisent pas n'ont pas l'attention fixée sur la route;
- l'efficacité des observateurs varie avec la vitesse de la voiture;
- le nombre d'observations varie avec l'heure de la journée.

Les fiches de données doivent donc être conçues pour que ces facteurs puissent être pris en compte dans toute analyse. Gardez à l'esprit le fait que pour pouvoir analyser ces données vous devez pouvoir placer les observations sur une carte, et que les données négatives (pas d'observation) sont aussi importantes que les observations elles-mêmes. Une pratique courante est de demander au personnel de noter chaque animal observé, mais on omet souvent de demander de garder une trace de toutes les opportunités d'observation. Cela peut fausser l'analyse des données. Par exemple, pendant la saison sèche à la réserve de la Lopé, quand le personnel passe beaucoup de temps dans la réserve pour travailler au programme de brûlage des savanes, il y a beaucoup d'observations d'éléphants, alors qu'en décembre, quand la majorité du travail est constituée de patrouilles anti-braconnage le long des pistes importantes, avec peu de sorties dans les savanes bien protégées, il y a beaucoup moins d'observations d'éléphants. Or, pendant la saison sèche, la plupart des éléphants quittent la réserve pour aller dans les marais le long des grandes rivières du centre du Gabon, tandis qu'en décembre, les densités d'éléphants dans les savanes sont fortes car le manguier sauvage *Irvingia gabonensis*, commun près des lisières, est en pleine fructification. Ainsi, en 5 missions en savane en décembre, le personnel peut voir 12 groupes d'éléphants, et 17 en 25 missions pendant la saison sèche. Le taux de rencontre en décembre est alors de 2,4 groupes par mission, celui de saison sèche est de 0,7 groupe par mission, mais si on n'a aucune trace du nombre de missions, les données semblent montrer qu'il y a plus d'éléphant en saison sèche!

Les données prises depuis des véhicules doivent comporter les informations suivantes:

- nom du conducteur;
- noms des passagers;
- kilométrage au compteur au début du trajet;
- heure de départ;
- itinéraire;
- heure et distance de tous les arrêts;
- kilométrage au compteur à l'arrivée;
- heure d'arrivée.

Ces données doivent être notées de façon routinière pour suivre l'utilisation du véhicule. Pour chaque observation, il faut noter:

- l'heure;
- le kilométrage;
- la localisation, avec description en quelques mots;
- l'espèce;

- le nombre vu (nombre de mâles adultes, de femelles adultes, de sub-adultes, juvéniles et très jeunes si possible);
- le nombre estimé;
- toute observation intéressante, telle que nourriture, comportement ou espèces entendues mais non vues (voir scanning, chapitre 14);
- le type d'habitat où l'animal a été observé (voir chapitre 9).

Cette information peut être sommarisé dans une fiche:

**FICHE D'OBSERVATION DES ANIMAUX SUR LA ROUTE NDOKI**

Date	Chauff	Meteo	De :	A :	Heure Depart	Heure Arrivée	Heure vu	Km de Bom.	Espèce	No.	Age/Sexe	Obser vateur s	Info.

On peut également prendre des informations sur les animaux morts. Par exemple, tous les animaux tués par des véhicules peuvent être notés et si possible collectés, mesurés et préservés dans votre collection de terrain (voir chapitre 10). S'il y a beaucoup plus de tortues tuées à une certaine période de l'année, cela peut indiquer un changement saisonnier de rythme d'activité ou de domaine vital. Notez aussi les animaux à vendre dans les villages le long des routes, car cela peut permettre d'estimer les changements de pression de chasse au cours du temps, et les changements de l'efficacité de la chasse selon les saisons ou au cours de l'année. Par exemple, vous pouvez remarquer qu'au cours des années le nombre d'animaux vendus près d'une ville diminue, ce qui peut indiquer que les populations ont diminué à cause de la chasse. Il faut également noter l'apparition de nouveaux villages et les changements démographiques.





## CHAPITRE 6

### CARTES, BOUSSOLE ET GPS: PRINCIPES DE NAVIGATION

Ann Edwards & Lee White

Aucun conservationniste ou chercheur de terrain ne peut faire son travail efficacement s'il ne comprend pas les principes de la navigation. Cela est particulièrement vrai pour les personnes travaillant dans la forêt tropicale, où la visibilité est restreinte, et les reliefs qui pourraient aider à l'orientation, comme les crêtes, sont généralement cachés par la végétation. Même si vous suivez un sentier que vous connaissez bien, si vous devez faire un détour pour éviter un éléphant en colère, ou si vous quittez simplement la piste pour aller "aux toilettes", vous pouvez très vite être complètement désorienté. Si vous perdez votre chemin, mais possédez une boussole et connaissez bien la zone où vous vous trouvez (vous savez par exemple qu'il y a une piste d'exploitation orientée nord-sud à l'ouest, ou que toutes les rivières coulent vers l'est, vers la Cross), vous ne pourrez jamais vous perdre. Il vous suffit de suivre un cap compas (une direction donnée par la boussole) vers un sentier, une piste ou une rivière que vous connaissez. Si vous vous retrouvez complètement perdu dans une forêt africaine reculée, suivez n'importe quel cours d'eau vers l'aval, et vous finirez par arriver dans une zone occupée par des humains.

En 1985, Michel Fernandez pistait un groupe de gorilles à environ 4 km au sud de la Station d'Etudes des Gorilles et des Chimpanzés de la réserve de la Lopé. Sans qu'il le sache, un dos-argenté solitaire suivait aussi le groupe, peut-être dans l'intention de persuader une jeune femelle de le rejoindre. Ce gorille, qui arrivait dans une éclaircie, pensait probablement qu'il était proche du dos-argenté dominant et de son groupe. Au lieu de cela, il se retrouva face à face avec Michel. Sous la tension du moment, il chargea, prit la jambe de Michel dans ses mains et lui mordit profondément le mollet. Ajoutant l'insulte à la blessure, il tira la cordelette rouge qui sortait de la poche de sa chemise et arracha sa boussole.

Le gorille enfui, Michel commença à chercher sa boussole. Il était dans une partie de la forêt qu'il ne connaissait pas, et savait qu'il rentrerait beaucoup plus vite avec sa boussole. Ce n'est pas avant que le sang ait rempli sa botte qu'il abandonna et entreprit de retrouver son chemin. Etant donnée la gravité de sa blessure, pourquoi s'est-il attardé dans un endroit où le gorille pouvait attaquer de nouveau, pour une recherche sans espoir d'un objet? Parce que Michel est un chercheur de terrain expérimenté qui connaît la vraie valeur d'une boussole. Si vous trouvez le comportement de Michel étrange, vous avez probablement besoin de lire ce chapitre.

#### **Boussoles**

##### Qu'est-ce qu'une boussole?

Une boussole est un instrument qui donne une direction. Elle comprend une aiguille magnétique flottant librement (souvent dans un liquide). L'aiguille s'oriente toujours vers le nord; elle est au centre d'un cadran mobile sur lequel les quatre points cardinaux sont indiqués (Nord, Sud, Est et Ouest (**West** en anglais)). Le cadran est divisé en 360 secteurs égaux, ou degrés, qui sont l'unité de mesure habituelle des directions et des angles (figure 6.1).

**Figure 6.1: une boussole**

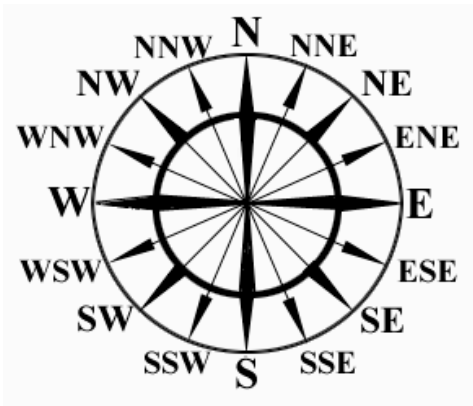


##### Comment utiliser une boussole?

Pour utiliser une boussole, maintenez-la horizontalement, pour que l'aiguille puisse tourner librement. Quand elle se stabilise, alignez le "N" du cadran avec le côté rouge ou sombre de l'aiguille. Quand le nord (N) est en place, vous pouvez lire les autres directions (sud, est et ouest) sur le cadran. Si vous avez une boussole avec une plaque mobile libre marquée des points cardinaux (au lieu d'une simple aiguille), vous pouvez lire l'orientation directement sur la plaque, sans autre réglage.

En plus des quatre points cardinaux (nord, sud, est et ouest), la boussole indique des directions en degrés (°). Il y a 360 degrés dans un cercle. Le nord vaut toujours 0° (lire zéro degré) ou 360°, l'est vaut 90°, le sud 180° et l'ouest 270°. Le cercle peut être encore subdivisé: le nord-est est exactement entre le nord et l'est, à 45°; le nord-nord-est et l'est-nord-est sont exactement entre le nord, le nord-est et l'est, à 22,5° et 67,5° respectivement etc. (figure 6.2). Les autres directions sont généralement décrites par un nombre (ou cap, ou cap compas), par exemple 49°.

**Figure 6.2: les directions données par une boussole**



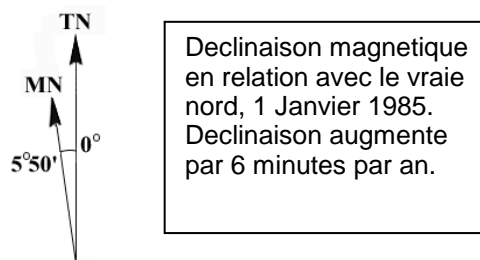
"Prendre un azimut" signifie aligner la boussole avec un objet intéressant distant et lire sur le cadran sa direction par rapport au nord (par exemple, 86°). Certaines boussoles ont des mécanismes de visée ou des miroirs permettant de voir en même temps l'objet distant et le nombre sur le cadran. Cela permet une lecture plus précise.

Comme c'est le magnétisme qui les fait fonctionner, les boussoles ne doivent pas être utilisées près de grosses masses de fer ou d'acier, ou près de courants électriques ou magnétiques. Ainsi, on ne doit pas les utiliser dans ou près d'une voiture, d'un camion ou de lignes électriques. Même le canon de la carabine d'un garde ou les ressorts d'un carnet peuvent affecter la lecture de la boussole. Si vous devez utiliser une boussole près d'un de ces objets, tournez autour pour voir l'effet qu'il a sur la boussole.

### Déclinaison

Une boussole est le meilleur instrument pour déterminer une orientation. Cependant, l'aiguille n'est pas attirée par le vrai pôle nord (le pôle nord géographique), mais par un point très magnétique situé à 800 km de celui-ci, le pôle nord magnétique. La différence d'angle entre le nord vrai et le nord magnétique est appelée la déclinaison. La déclinaison change selon l'endroit sur la terre, et en un endroit donné avec le temps. La déclinaison, qui est toujours faible sous les tropiques, est généralement représentée sur les cartes de bonne qualité, avec un texte donnant la vitesse et l'amplitude auxquelles elle change (voir figure 6.3).

**Figure 6.3: symboles utilisés sur une carte pour donner la déclinaison magnétique d'une zone au gabon (d'après IGN Booué 2A).**



Dans cet exemple, le nord magnétique est à 5°50' à l'ouest du nord géographique. On peut corriger la déclinaison en utilisant une boussole de l'une des façons suivantes:

1) Le cadran de la majorité des bonnes boussoles est fixé avec une petite vis qui peut être desserrée, ce qui permet de modifier son orientation pour corriger la déclinaison. Le cadran doit être placé de façon à ce que lorsque l'aiguille et la flèche rouge du cadran sont alignées, le cap lu soit  $360^\circ - 5^\circ 50' = 354^\circ 10'$ .

2) Si votre boussole ne peut être ajustée ainsi, vous pouvez ajouter  $5^\circ 50'$  au cap que vous voulez suivre. Par exemple, si vous voulez marcher plein est ( $90^\circ$ ), suivez le cap  $95^\circ 50'$  indiqué par votre boussole.

Quand on utilise une boussole, il est parfois important de prendre en compte la déclinaison. De petites différences d'angle au départ ont des conséquences plus importantes sur de grandes distances. Il faut donc tenir compte de la déclinaison quand vous devez suivre une direction précise sur une longue distance, ou pour cartographier de longs déplacements (par exemple, un long transect ou la limite d'un parc). Cependant, vous pouvez ignorer la déclinaison quand vous marchez sur de petites distances, ou quand vous n'utilisez pas de carte (par exemple quand vous utilisez une boussole pour aller vers un sommet éloigné). La déclinaison peut également être ignorée pour le dessin d'une carte à petite échelle (par exemple, la carte d'un réseau de pistes d'animaux). Autour de l'équateur, si la déclinaison est ignorée, cela provoque des erreurs de 50-100 m par kilomètre.

## Cartes

En connaissant les principes d'utilisation d'une boussole, vous pourrez utiliser bien plus efficacement les cartes de votre site.

### Qu'est-ce qu'une carte?

Une carte est une représentation d'une zone géographique, qui représente les caractéristiques d'un paysage à l'aide de symboles. Différents types de cartes se penchent sur différentes caractéristiques. Par exemple, une carte physique s'intéresse à des aspects tels que les rivières, les montagnes ou la végétation. En revanche, une carte politique montre des objets humains, comme les frontières entre pays, ou la localisation des villes, des villages et des routes.

Lorsque cela est possible, il faut toujours consulter une carte avant le début d'un projet de gestion ou de recherche, car cela peut permettre de déterminer quel site choisir. Tout d'abord, les cartes peuvent montrer si certaines parties d'une zone d'étude proposée sont inaccessibles, à cause d'une grande rivière, d'un marécage important ou d'une haute montagne, ou sont loin des routes, des pistes ou des voies navigables. Deuxièmement, les types d'habitat généraux ou les caractéristiques physiques qui peuvent influencer la localisation d'un site d'étude peuvent être indiqués sur une carte (par exemple, forêt d'altitude, forêt marécageuse, zones pentues susceptibles d'être sujettes à des glissements de terrains etc.). Il y a toujours quelque chose de nouveau à apprendre d'une carte. Regardez-les souvent, surtout quand vous obtenez de nouvelles informations de terrain. N'oubliez pas de contrôler la date des cartes avant de décider de les utiliser.

Les photographies aériennes et même les images satellitaires sont de plus en plus facilement disponibles et peuvent compléter les informations des cartes (voir encart 9.k).

### Quelle est l'utilisation des cartes?

Les cartes sont un outil important pour tout gestionnaire ou chercheur de terrain. Elles sont un moyen de représenter de façon concise et précise des informations spatiales. Elles sont importantes pour trois raisons:

1) Elles donnent des informations spatiales qu'on ne peut pas obtenir dans les documents écrits. Par exemple, une carte montre combien il y a de rivières, leur localisation, s'il y en a beaucoup dans une zone et peu dans une autre, dans quelle direction elles coulent, si elles sont près de montagnes, de forêts ou de villages etc. Donner la même information par écrit nécessiterait beaucoup de mots, et la description serait incomplète.

2) Elles sont un moyen simple et efficace pour noter et présenter les informations spatiales collectées sur le terrain. Par exemple, la distribution des espèces ou des habitats, la localisation du réseau de pistes, les zones exploitées ou les villages peuvent être représentés efficacement sur des cartes.

3) Elles permettent de localiser les objets caractéristiques d'un paysage nouveau. Une carte précise permet d'aller dans une zone pour la première fois et de trouver des objets qui y sont dessinés, tels qu'un transect, une saline ou une clairière. Interprétées attentivement, elles permettent d'estimer le temps nécessaire pour atteindre un point particulier, et la meilleure route pour y parvenir. Vous pouvez donc utiliser des cartes pour aller et revenir de zones intéressantes inaccessibles par la route ou les voies navigables.

### Quelles informations sont importantes sur une carte?

Toutes les cartes doivent indiquer clairement l'orientation et l'échelle. De plus, tous les symboles doivent être définis, et la carte datée. Enfin, l'aire cartographiée doit être localisée dans une zone connue plus étendue.

### Orientation

Le nord, le sud, l'est et l'ouest définissent des orientations dans le monde entier. Sur la plupart des cartes, le nord est dirigé vers le haut de la carte, mais ce n'est pas toujours le cas. Une carte doit donc toujours indiquer clairement la direction du nord. Pour cela, une flèche orientée vers le nord avec un "N" à côté est généralement suffisante (figure 6.4.). Si le nord est clairement défini, on en déduit les autres points cardinaux (est, ouest et sud).

**Figure 6.4: exemple de symbole d'orientation de carte.**



### Echelle

Une carte doit comporter une échelle afin de pouvoir servir à calculer les distances. Une échelle permet de savoir combien une distance donnée sur la carte représente sur le sol. Les cartes dessinées à la même échelle sont facilement comparables, car des objets donnés (un lac, une route, la courbe d'une rivière par exemple) y sont de la même taille.

Les échelles sont généralement présentées de deux façons. On peut tout d'abord donner un rapport entre la distance sur la carte et la distance sur le sol. Par exemple, sur une carte à l'échelle 1:50 000 (ce qu'on lit "un cinquante millièmes"), un centimètre sur la carte représente 50 000 cm (ou 500 m) sur le sol.

On peut d'autre part représenter une échelle de façon graphique (sous forme d'un dessin. Voir figure 6.5). Les échelles graphiques permettent de mesurer facilement les distances sur la carte elle-même. Placez un bout de papier contre l'échelle et marquez-y chaque kilomètre (ou autre distance) avec un crayon. Puis placez le papier marqué sur ce que vous voulez mesurer. Vous pouvez aussi mesurer l'échelle avec une règle et calculer quelle distance est équivalente à un centimètre. Multipliez ensuite le nombre de centimètres et de millimètres mesurés avec votre règle par la distance équivalente à un centimètre. Cela vous donnera la distance sur le terrain. Pour mesurer la longueur d'une route ou d'un cours d'eau sinueux, placez une ficelle sur la ligne sinueuse, puis mesurez sa longueur sur l'échelle ou une règle.

**Figure 6.5: exemple d'échelle graphique**



### Localiser le site

Toute carte doit avoir un titre, par exemple "Korup National Park", ou "Province de Bandundu, Zaïre". Même avec un titre, il est parfois difficile de déterminer la localisation de la zone cartographiée. Toute carte qui sera utilisée par des personnes ne connaissant pas la région devra donner la localisation du site par rapport à la région environnante. Cela peut être fait de deux façons, parfois sur la même carte.

Premièrement, un dessin de la zone cartographiée placée dans une carte représentant une région plus étendue peut être fait et disposé dans la légende (voir figure 6.6).

On peut également représenter les méridiens et les parallèles (représentant la longitude et la latitude, voir encart 6.1 et 6.2), reconnus dans le monde entier. Ainsi, quiconque, lisant une carte, peut connaître la localisation de la région représentée. Les méridiens et les parallèles doivent être représentés sur toute carte à grande distribution. Ceux qui constituent les limites d'une carte peuvent être représentés sur les coins, les autres sur les bords (figure 6.7).

**Figure 6.6: localisation de la zone cartographiée dans une région connue plus étendue.**

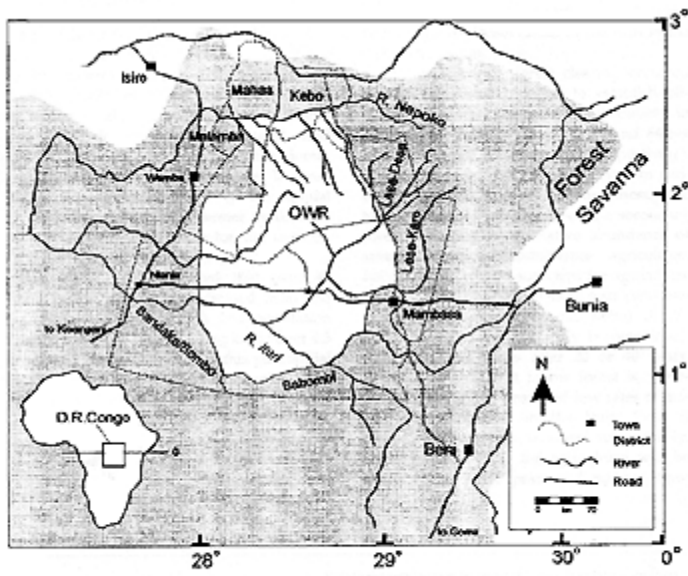
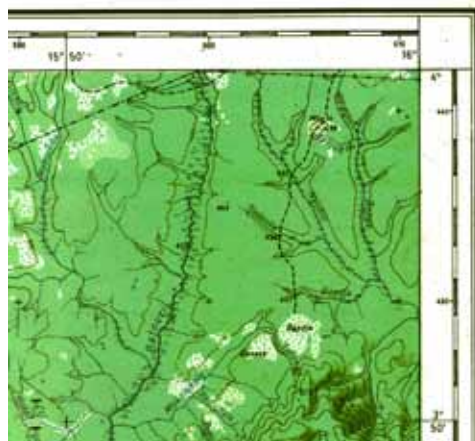


Figure 6.7: représentation des méridiens et parallèles sur les coins et les bords d'une carte.



### ENCART 6.1: LATITUDE ET LONGITUDE

Les méridiens (longitude) et les parallèles (latitude) constituent un système global pour localiser des points sur la terre. Ce système a été développé pour tenir compte du fait que la Terre est une sphère, et que sa surface est courbe, et non plane, et donc difficile à diviser en sections de forme régulière.

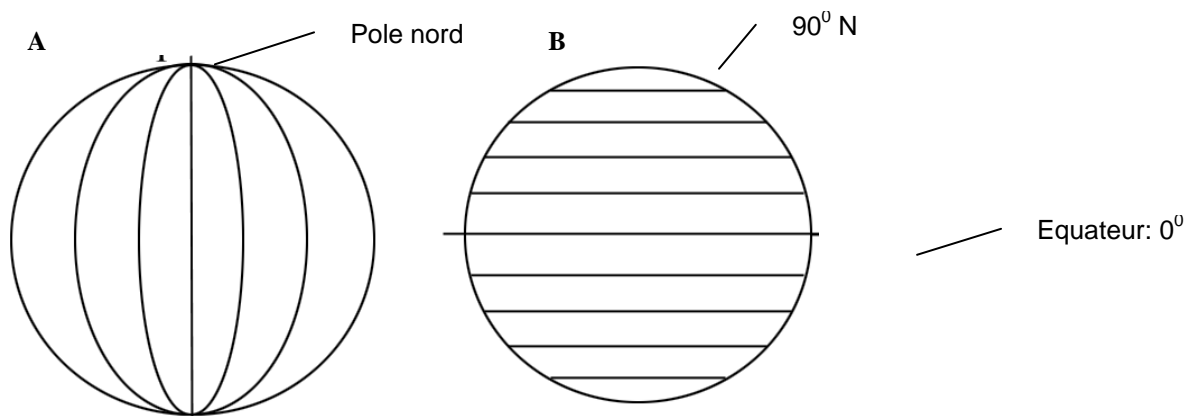
Les méridiens sont orientés nord-sud (voir figure B6.1). Ils sont numérotés de  $0^\circ$  (lire "zéro degré") à  $180^\circ$  dans les deux directions, est (E) et ouest (O (notation française) ou W (notation anglo-saxonne)). Le méridien 0 passe par Greenwich en Angleterre, et près d'Accra, au Ghana (voir figure 6.5). Dakar (Sénégal) est à la longitude  $17^\circ\text{W}$  (lire 17 degrés ouest), Kinshasa (Zaïre) à  $15^\circ\text{E}$  et Nairobi (Kenya) à  $37^\circ\text{E}$ .

Les parallèles sont orientés est-ouest (voir figure B6.1), et sont numérotés de  $0^\circ$  à  $90^\circ$  dans les deux directions nord et sud,  $0^\circ$  étant à l'équateur. Lagos (Nigeria) est à une latitude de  $6^\circ\text{N}$ , Libreville (Gabon) est près de l'équateur à  $0^\circ$ , et Nairobi (Kenya) à une latitude de  $4^\circ\text{S}$ .

Afin d'être plus précis pour les localisations, les méridiens et les parallèles sont divisés en petites sous-unités, les minutes et les secondes. Un degré est divisé en 60 minutes, une minute est divisée en 60 secondes. Donc 30 minutes valent un demi-degré, et 3600 secondes valent un degré.

Des positions exactes peuvent être écrites comme suit:  $37^\circ 22' 30''\text{E}$ ,  $2^\circ 15' 45''\text{S}$  (lire 37 degrés, 22 minutes et 30 secondes (de longitude) est, et 2 degrés, 15 minutes et 45 secondes (de latitude) sud).

**Figure B3.1: méridiens (longitude, A) et parallèles (latitude, B).**



Comme les cartes sont une représentation plane d'une surface courbe (la surface de la terre), elles ne peuvent jamais donner une représentation vraie des formes relatives de zones géographiques, particulièrement pour les grandes échelles. Pour tenir compte de ces distorsions, plusieurs systèmes (appelés systèmes géodésiques) sont utilisés en cartographie pour représenter une projection horizontale d'une région, car les distorsions varient selon les régions. Toutes les bonnes cartes donnent dans la légende le système utilisé pour leur réalisation. Cela vous concernera généralement peu, mais si vous utilisez un GPS pour vous déplacer grâce aux coordonnées géographiques (voir encart 6.7), il est important d'avoir programmé le bon système géodésique dans le menu principal du GPS. Si cela n'est pas le cas, les positions qu'il vous donnera seront fausses.

### ENCART 6.2: COORDONNÉES UTM

Les cartes modernes utilisent deux types de coordonnées: les coordonnées géographiques mesurées en degrés, minutes, secondes, et les coordonnées UTM (Universal Transverse Mercator) utilisant le système métrique. Les coordonnées géographiques (latitude et longitude) permettent de localiser une position sur la terre qui est sphérique. Comme vous pouvez le voir figure B3.1, les méridiens convergent vers les deux pôles. La distance entre deux points de même latitude sur deux méridiens donnés varie en fonction de la latitude (plus ils sont près de l'équateur, plus ils sont éloignés l'un de l'autre). Un degré, une minute ou une seconde ne correspondent donc pas à des distances constantes, et il est difficile de placer des points ayant des coordonnées géographiques sur une carte qui ne montre pas les méridiens et les parallèles.

Le système de coordonnées UTM mesuré en mètres évite les distorsions inhérentes au système de coordonnées géographiques. Il est donc plus pratique pour placer un point mesuré par un GPS. Pour utiliser les coordonnées géographiques vous devez convertir des fractions de 60 en mesures décimales correspondant à l'échelle de la carte que vous utilisez. Le globe terrestre est divisé en plusieurs zones UTM qui, comme le système géodésique (voir encart 6.1), doivent être programmés dans votre GPS pour obtenir des points précis. Là encore, les légendes des bonnes cartes doivent préciser les zones UTM.

### Symboles

Les caractéristiques humaines ou naturelles d'un paysage sont représentées par des symboles. Par exemple, les villages, les routes, les voies ferrées, les puits, les ruisseaux, les sommets et les chutes d'eau peuvent chacun avoir leur propre symbole (voir figure 6.8). Différents objets peuvent être représentés par différentes couleurs, ou épaisseurs de ligne, ou dessins: un arbre peut être représenté par un triangle. Tout symbole utilisé doit être défini dans la légende de la carte.

Une légende est un encart placé en bordure de carte qui donne chaque symbole avec sa signification. Parfois, plusieurs cartes n'auront qu'une légende commune, mais ces cartes doivent alors toujours être ensemble.

### Courbes de niveau

Les courbes de niveau sont des lignes qui joignent tous les points de même altitude. Elles permettent de définir la présence de collines, de vallées, de cours d'eau, et de connaître toutes les mesures verticales dans un paysage. Elles permettent de savoir si une zone est montagneuse ou plate, la direction où coulent les cours d'eau, la direction des pentes (voir encart 6.3). Les courbes de niveau (utilisées avec l'échelle) vous permettent de calculer la pente d'un versant ou d'une piste (voir encart 6.4).

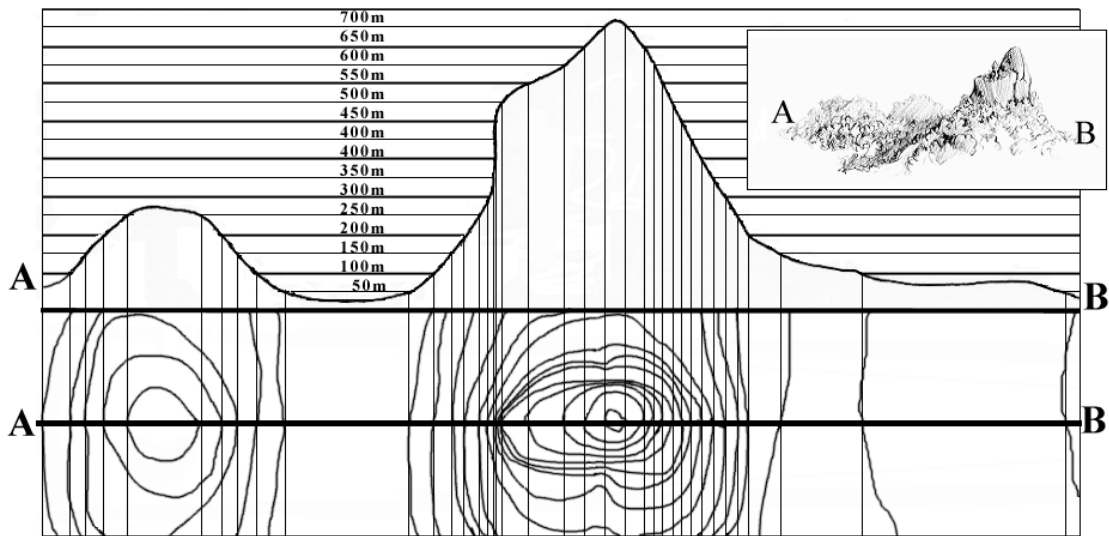
L'intervalle entre deux courbes de niveau successives est constant sur une carte. Il peut changer selon les cartes, et dépend du relief de la zone. Dans les zones peu accidentées, il peut n'être que de 10 m, ce qui signifie que la différence d'altitude entre deux courbes de niveau est de 10 m. Dans les zones montagneuses, il peut être de 50 ou 100 m.

Les cartes ayant des courbes de niveau sont appelées cartes topographiques: elles montrent la topographie d'une zone, c'est-à-dire son relief. Les cartes topographiques sont souvent utilisées pour s'orienter dans des zones naturelles où il y a peu de routes et de constructions pouvant servir de points de repère.

**Figure 6.8: exemples de symboles utilisés dans les cartes.**



### ENCART 6.3: INTERPRETER LE RELIEF A PARTIR DES COURBES DE NIVEAU



#### Utiliser les courbes de niveau pour indiquer la pente

Quand les courbes de niveau sont proches les unes des autres, la pente est plus forte que quand elles sont éloignées. Cela peut être utilisé pour déterminer l'aspect d'un versant.

#### Lire l'aspect du paysage en utilisant les courbes de niveau

Montagnes, passes, crêtes et vallées sont toutes visibles sur une carte grâce aux courbes de niveau.

#### Utiliser les cours d'eau pour indiquer les directions verticales

Les cours d'eau coulent toujours vers le bas, et toujours dans des vallées. Les petits lits de ruisseaux comme les gorges forment toujours des V sur les courbes de niveau, la pointe des V dirigée vers l'amont (le haut). Les lits encaissés, dans des vallées dont les pentes sont fortes, forment des V très fermés (voir figure A). Les lits moins prononcés formeront des V moins distincts (voir figure B).



### ENCART 6.4: CALCUL DE PENTE: GRADIENT ET POURCENTAGE

Une pente peut être décrite de deux façons: par un gradient ou par un pourcentage. Le gradient est la distance verticale (de haut en bas) divisée par la distance horizontale (sur la carte):

$$\text{gradient} = \frac{\text{distance verticale}}{\text{distance horizontale}}$$

Le pourcentage d'une pente est le gradient multiplié par 100, soit

$$\% \text{ pente} = \text{gradient} \times 100.$$

Quand on utilise une carte, la distance verticale entre deux points est déterminée avec les courbes de niveau, et la distance horizontale est déterminée en utilisant l'échelle.

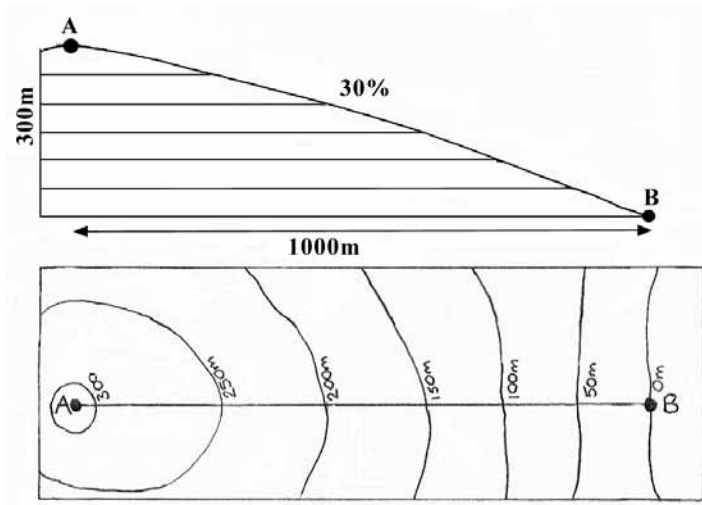
Par exemple, le gradient et le pourcentage de pente d'un versant dont la distance verticale (hauteur) serait 50 m et la distance horizontale serait 1km (figure B3.2) seraient:

$$\text{gradient} = \frac{50}{1000} = 0.05$$

et

$$\% \text{ pente} = 0.05 \times 100 = 5\%.$$

Figure B6.3



## Cartographie

La plupart des cartes du commerce ont une orientation et une échelle précises. De nombreuses mesures, associées à l'interprétation d'images telles que les photographies aériennes sont nécessaires à la réalisation des cartes faites par des instituts nationaux. Si vous décidez de dessiner une carte avec ce degré de précision, vous devrez y investir beaucoup de temps et d'efforts. Mais si vous y parvenez, le résultat sera une carte qui sera utile pour de nombreuses personnes dans les années à venir. Cependant, ce niveau de précision n'est pas toujours absolument indispensable: les cartes schématiques et les calques sont plus rapides à dessiner que les "vraies" cartes, tout en étant néanmoins très utiles.

### "Vraies" cartes

Une "vraie" carte peut être utilisée pour des calculs car elle est dessinée précisément, pour l'orientation comme pour l'échelle. Elle ne donnera pas lieu à de mauvaises interprétations et pourra, par exemple, servir à calculer la taille du domaine vital d'un animal, la densité de villages dans un parc, la surface exploitée dans la forêt, ou la longueur de piste disponible pour le tourisme.

### Cartes schématiques

Une carte schématique montre les positions relatives d'objets sans mesure précise des distances ou des directions. Pour faire rapidement une carte des maisons d'un petit village, vous pouvez prendre l'azimut de la piste principale passant dans le village, puis estimer la distance entre les deux maisons les plus éloignées l'une de l'autre sur cet axe. Une fois que vous avez dessiné ces détails sur le papier, vous pouvez positionner les autres maisons à l'oeil.

Les cartes schématiques sont un moyen pratique de noter des informations spatiales, mais elles sont destinées à une utilisation limitée par leur auteur. On ne les distribue généralement pas à cause de leur manque de précision, car elles peuvent conduire à de mauvaises interprétations si elles sont lues par d'autres personnes. De plus, elles ne peuvent être utilisées pour des calculs. En d'autres termes, il n'est pas possible d'y prendre des mesures et de les utiliser pour calculer des distances, des densités, des surfaces ou des azimuts.

### Calques

Décalquer une carte est un moyen de produire une nouvelle carte avec une carte existante, ou simplement d'ajouter de nouvelles informations sur une carte. Procédez de la façon suivante: 1) placez une feuille de papier calque (transparent) sur la carte. Si vous n'avez pas de calque, vous pouvez utiliser du papier normal. Si celui-ci n'est pas assez transparent, fixez la carte sur une vitre à l'intérieur d'une pièce avec du ruban adhésif, et fixez le papier par-dessus: la lumière venant de l'extérieur vous permettra de voir la carte au travers de votre papier; 2) tracez les caractéristiques importantes de la carte sur le papier, telles que frontières de parc, rivières et pistes, et 3) ajoutez des informations sur la nouvelle carte, telles que distribution de la forêt primaire, des gorilles, des bons sols agricoles ou localisation des maisons. Les calques sont utiles car ils sont faits rapidement tout en contenant beaucoup d'informations utiles.

Ces dernières années, des programmes informatiques sophistiqués appelés *Geographic Information Systems* (GIS) ont été développés. Ils permettent de stocker et d'analyser des données associées à des coordonnées géographiques sur plusieurs "couches" (par exemple, observations d'espèces rares de mangoustes, ou localisation de sites archéologiques). Ces programmes permettent de travailler efficacement sur des types de données très différentes, telles qu'observations d'animaux, collectes de plantes, réseaux de routes et de rivières, cartes de végétation, cartes de végétation etc. et de produire des cartes polyvalentes combinant ces informations.

### Dessiner une carte

Pour produire une carte précise, vous avez tout d'abord besoin d'outils pour mesurer les directions (une boussole et un rapporteur) et les distances (un mètre pour les distances courtes, un topofil pour les plus longues). Vous aurez aussi besoin d'un altimètre et d'un clinomètre pour mesurer les élévations et les pentes.

Pour cartographier une piste ou une limite, suivez la méthode donnée dans l'encart 6.5. Pour un réseau de pistes, il peut être utile de dessiner une carte schématique, ainsi que de noter des données sur une fiche, pour décrire les positions relatives des pistes, des rivières, des crêtes et des autres objets. Quand vous cartographiez un réseau de pistes, donnez à chaque piste un nom ou un numéro et notez-le sur la carte et sur la fiche.

## ENCART 6.5: CARTOGRAPHIER UNE PISTE OU UNE FRONTIERE

### Collecter les informations sur le terrain

Pour cartographier une piste (ou une limite, comme le contour d'une zone cultivée), préparez tout d'abord une fiche avec quatre colonnes, pour les informations suivantes: 1) l'azimut; 2) le gradient, mesuré avec un clinomètre (voir encart 6.6); 3) la distance au site marqué suivant; 4) une colonne pour les notes, comme le passage de ruisseaux, les arbres abattus, les croisements de pistes etc. Faites au besoin des cartes schématiques. Vous aurez besoin d'une boussole, d'un système de mesure des distances et d'un assistant.

Placez-vous au départ d'une piste (ou sur la limite que vous voulez cartographier), et demandez à votre assistant de marcher aussi loin que possible en ligne droite sur le sentier. Juste avant qu'il tourne ou se retrouve hors de vue, il doit planter un piquet de 2 m de long dans le sol pour marquer l'emplacement. Avec la boussole, prenez l'azimut du bâton depuis votre emplacement, et notez-le sur votre fiche. Puis mesurez et notez la pente en visant la tête de votre assistant avec un clinomètre, si vous êtes à peu près de la même taille (sinon, marquez la hauteur de votre œil sur le bâton et visez cette marque). Mesurez ensuite la distance entre vous et le bâton, en tendant un décamètre ou une chaîne d'arpenteur, et notez-la sur la fiche. Avancez jusqu'au bâton, attendez que votre assistant avance et recommencez la manoeuvre, en prenant vos mesures depuis cet endroit, et ainsi de suite.

En utilisant les données que vous avez notées, dessinez la carte de la piste (figure B3.3). Vous aurez besoin d'un rapporteur ou d'une boussole pour reporter les angles, et d'une règle pour les distances (par exemple, un centimètre sur la carte peut valoir 100 mètres sur la piste). Le papier quadrillé est plus pratique. Travaillez tout d'abord avec un crayon et une gomme, puis dessinez la carte finale à l'encre.

### Cartographier les informations obtenues sur le terrain

Pour commencer votre carte, tracez tout d'abord une longue droite au crayon en travers de la feuille pour indiquer le nord. Toutes vos mesures d'angle seront basées sur cette ligne. Placez le centre du rapporteur sur le point où vous voulez commencer. Marquez ce point, qui est votre point de départ, au crayon. Pour les rapporteurs en cercle, orientez le 0° vers le nord. Si vous avez un rapporteur en demi-cercle, tournez-le jusqu'à avoir la base parallèle à la droite indiquant le nord sur la carte, le 0° dirigé vers le nord, sans déplacer le centre du rapporteur. Puis, à l'aide du rapporteur, marquez votre première mesure au crayon sur la carte. Si elle est entre 180° et 360°, tournez le rapporteur, le 0° vers le sud, la base toujours parallèle à la flèche indiquant le nord, et ajoutez 180° à tous les chiffres que vous lisez (cela n'est valable que pour les rapporteurs en demi-cercle: pour ceux qui sont en cercle, le 0° doit toujours être orienté vers le nord). Cela est facile si vous utilisez du papier quadrillé, car toutes les lignes verticales indiquent le nord. Enlevez le rapporteur, placez une règle entre les deux points, le zéro étant sur le premier point. En fonction de l'échelle que vous avez choisie, mesurez la distance qui représente votre première mesure sur le terrain (par exemple, pour une échelle de 1:1000 (soit 1 cm équivaut à 10 m), 25 m sur la piste équivalent à 2,5 cm sur la carte). Après avoir tracé le segment de droite qui représente la première section de piste, vous pouvez gommer ou ignorer le second point (celui que vous avez marqué avec le rapporteur).

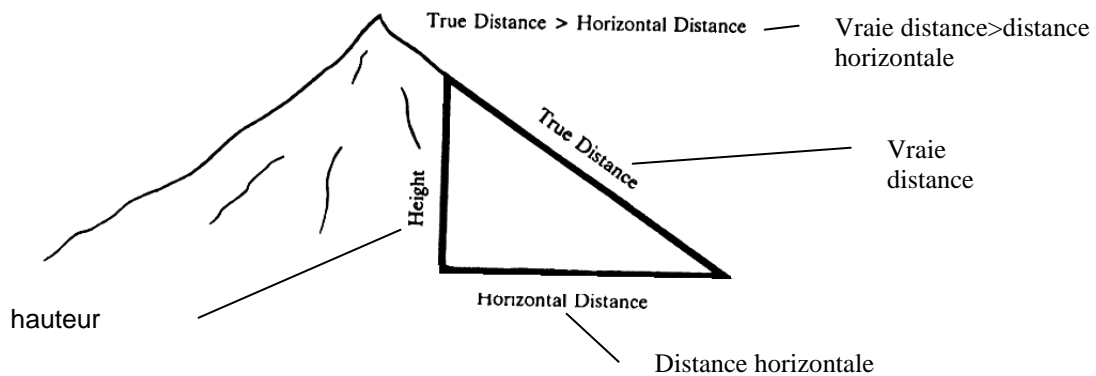
Placez ensuite le rapporteur à l'extrémité du segment que vous venez de dessiner. Ce point devient votre nouveau point de départ (il correspond au deuxième point sur le terrain). Orientez le rapporteur parallèlement au nord, et en utilisant la deuxième série de mesure de la fiche, tracez le deuxième segment de droite, et ainsi de suite.

N'oubliez ni la légende (avec une flèche indiquant le nord), ni l'échelle, ni le titre, ni la date de la carte finale. Il est également utile d'inclure une description de la façon dont les données ont été récoltées.

### **Figure B6.4: méthode de cartographie d'une piste.**

Quand la visibilité est bonne, et que vous pouvez voir des points de repère connus et distants, utilisez la triangulation pour localiser les débuts de piste, les bâtiments, les ponts etc. Quand le relief est important, il faut être prudent en mesurant les distances. Les distances mesurées sur une carte représentent des distances horizontales sur le sol. Si vous mesurez la distance entre un point dans la vallée et un autre au sommet, vous combinez des mesures de distances horizontale et verticale. La distance réelle entre la vallée et le sommet sera plus longue que celle que vous obtiendriez en mesurant entre ces deux points sur une carte précise (voir figure 6.12). Si vous cartographiez des zones de faible étendue, ou avec peu de relief, vous pouvez ignorer cet effet. Quand l'altitude varie beaucoup, mesurez-la avec un altimètre en chaque point, et mesurez la pente avec un clinomètre (voir encart 6.6).

**Figure 6.12: la distance réelle sur un versant est plus longue que la même distance lue sur une carte, car les cartes ne donnent que les distances horizontales.**



### ENCART 6.6: UTILISATION D'UN CLINOMETRE POUR MESURER LES ANGLES VERTICAUX ET ESTIMER LES HAUTEURS

Alors qu'une boussole sert à mesurer les angles dans un plan horizontal, un clinomètre sert à mesurer les angles verticaux. Un clinomètre est un instrument qui ressemble au premier abord à une boussole. De fait, certaines boussoles comportent un clinomètre qu'on utilise en tournant la boussole sur le côté. L'aiguille d'un clinomètre pivote dans un plan vertical (au contraire de celle d'une boussole qui pivote dans un plan horizontal). Cet instrument permet de mesurer l'angle entre l'horizontale et une droite joignant le point où il se trouve (A) et un deuxième point visé (B). Si ce point B est plus élevé que vous (A), l'angle (ou le pourcentage) de pente sera positif. Si A est plus haut que B (vous visez vers le bas), ils sera négatif. Si vous mesurez une pente sur une piste, vous devez avoir un assistant. Placez-vous tout d'abord à coté de lui et voyez quelle partie de son corps est à la même hauteur que vos yeux. Si vous êtes plus grand que lui, faites-lui tenir verticalement un piquet posé sur le sol et marquez ce bâton à la hauteur de votre œil. Envoyez ensuite votre assistant (muni de son bâton) devant vous et dites-lui de s'arrêter juste avant de le perdre de vue. Visez avec le clinomètre la marque (si vous visez les pieds de votre assistant, vous introduirez un biais d'environ 1,5 m dans vos mesures, car votre œil est à environ 1,5 m au-dessus du sol). Répétez ce processus une deuxième fois pour être sûr de la validité de vos chiffres, et notez-les (en précisant s'il s'agit de degrés ou de pourcentages). Vous devez faire cela à chaque fois que la piste tourne (dans ce cas, vous devez aussi mesurer la distance entre chaque mesure), ou tous les 50 m sur un transect.

Un clinomètre peut aussi être utilisé pour mesurer la hauteur d'un objet tel qu'un arbre. Trouvez tout d'abord un endroit d'où vous avez une bonne vue de la base et du sommet de l'arbre, idéalement à une distance valant environ sa hauteur. Visez ensuite le point où le tronc touche le sol, et notez cet angle (s'il y a de grands contreforts, visez le centre du tronc). Refaites cette mesure pour le haut du houppier, à un point directement au-dessus du tronc. Mesurez enfin la distance entre vous et la base de l'arbre.

Pour calculer la hauteur de l'arbre grâce aux angles et aux distances, vous avez besoin de notions de bases de trigonométrie. Regardez le triangle rectangle de la figure B6.5.

Les divers angles et distances de cette figure sont liés les uns aux autres de la façon suivante:

Angles:

$$A^\circ + B^\circ = 90$$

$$90 - A^\circ = B^\circ$$

$$90 - B^\circ = A^\circ$$

Distances:

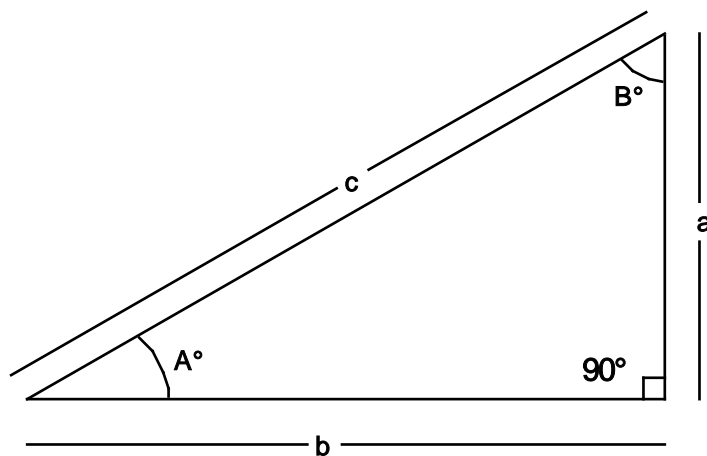
$$a^2 + b^2 = c^2 \text{ (c'est-à-dire que la somme du carré de a et du carré de b vaut le carré de c)}$$

$$b = c \cosinus A, \text{ ou } c \sinus B$$

$$a = c \sinus A, \text{ ou } c \cosinus B$$

$$\text{tangente } A = a/b, \text{ ou } a = b \text{ tangente } A \text{ ou } b = a / \text{tangente } A$$

**Figure B6.5: un triangle rectangle.**



Pour calculer la hauteur d'un arbre par rapport au sol (figure B6.6), mesurez tout d'abord la hauteur "a\*", qui correspond à la hauteur à laquelle le clinomètre est tenu (niveau de l'œil). Puis calculez la hauteur "a". Pour cela, mesurez l'angle "A" avec le clinomètre, puis la distance "b" avec un mètre ruban. Vous obtenez par exemple b = 25 m et A = 54°.

Vous savez que  $a = b \tan A$

Une calculatrice scientifique vous donne  $\tan 54^\circ = 1,376$

Donc  $a = 25 \times 1,376$   
 $= 34,4 \text{ m}$

La hauteur de l'arbre est donc de  $34,4 + 1,5$  (niveau de l'œil) =  $35,9 \text{ m}$

Calculer la hauteur d'un arbre sur une pente est plus compliqué, car pour mesurer la hauteur "a\*", il faudrait grimper sur le tronc de l'arbre (figure B6.7). De plus, on ne peut pas mesurer la distance "b". Dans ce cas, il faut mesurer les deux angles "A" et "A\*", de chaque côté de l'horizontale (disons par exemple qu'ils valent respectivement  $35^\circ$  et  $25^\circ$ ). Puis mesurez la distance c\*, entre votre position et l'arbre (disons 37m).

Dans ce cas,  $a^* = 37 \sin 25^\circ = 37 \times 0,42 = 15,6 \text{ m}$

De plus,  $b = 37 \cos 25^\circ = 33,5 \text{ m}$

Distance  $a = b \tan A = 33,5 \times 0,70 = 23,5 \text{ m}$

La hauteur totale de l'arbre est donc de  $15,6 + 23,5 = 39,1 \text{ m}$

**Figure B6.6: calcul de la hauteur d'un arbre sur sol horizontal avec un clinomètre.**

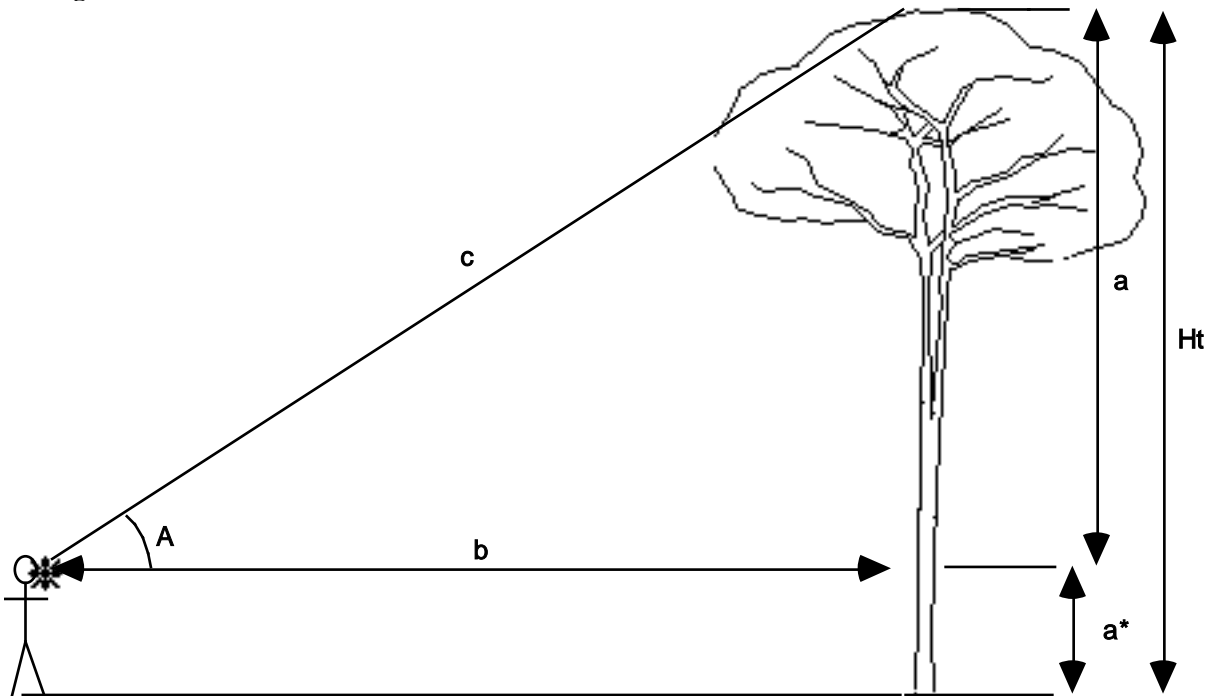
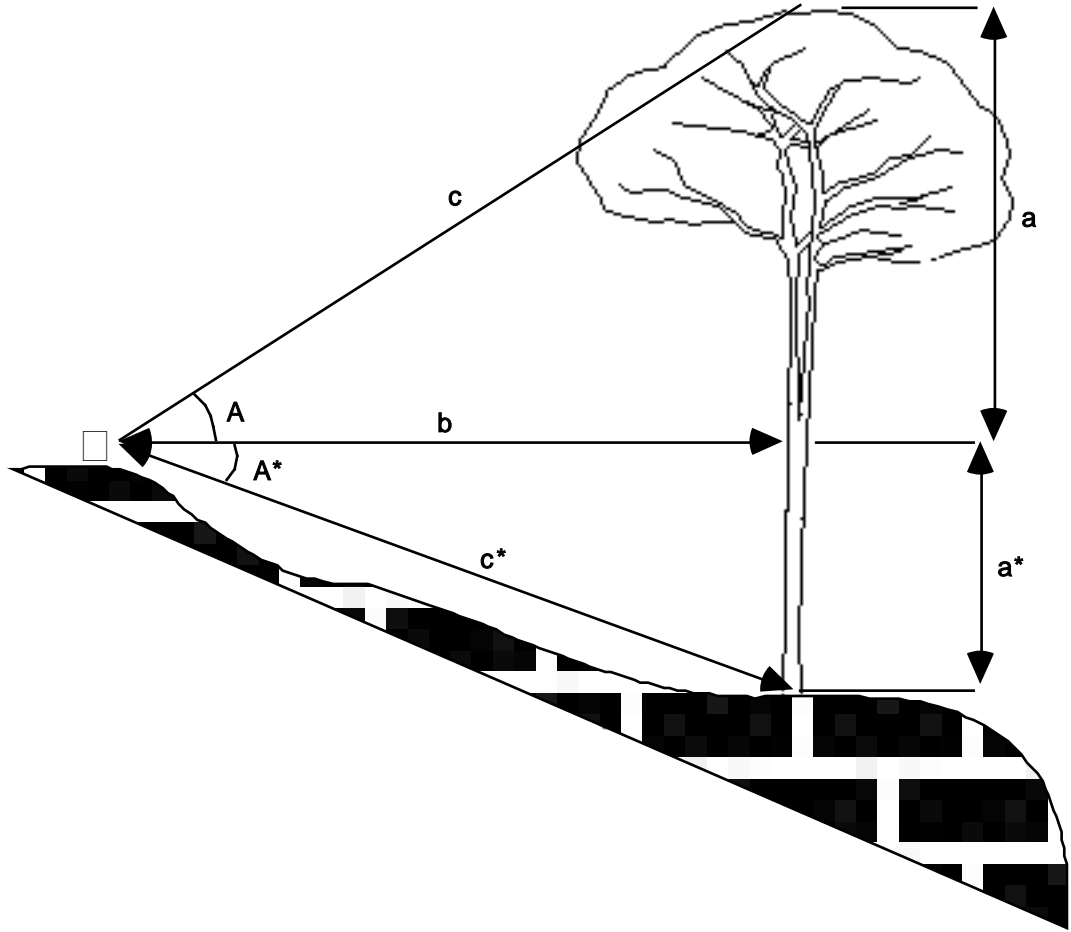


Figure B6.7: calcul de la hauteur d'un arbre poussant sur une pente avec un clinomètre.



### **Trouver son itinéraire à l'aide d'une carte et d'une boussole**

Pour trouver votre itinéraire dans une zone inconnue et sans route, une carte et une boussole sont nécessaires. Avant de partir, utilisez la carte pour trouver la route la plus facile ou la plus souhaitable. La distance la plus courte entre deux points relativement proches (ce qui sera toujours le cas dans le cadre qui nous intéresse) est la ligne droite. Mais s'il y a de grandes rivières, des marécages ou de fortes pentes sur cette droite, il peut être plus facile et plus rapide de les contourner. Les cours d'eau et les crêtes sont souvent de bons endroits pour se déplacer, car ils sont généralement parcourus par des pistes d'animaux importantes. Essayez de minimiser le nombre de courbes de niveau que vous croiserez, cela diminuera le nombre de collines que vous devrez franchir.

La meilleure façon de se déplacer dans une zone inconnue sans se perdre est de marcher d'un point de repère clairement identifiable à un autre, comme d'une grande boucle de rivière à un sommet de colline, puis au confluent de deux rivières. On peut aussi marcher de sommet en sommet sur une crête.

Tracez votre route au crayon sur la carte. Utilisez des lignes droites quand il n'y a pas de piste à suivre. Ces droites vous permettront d'utiliser votre boussole pour suivre un cap compas.

#### Calculer un cap

Vous pouvez utiliser soit un rapporteur (voir figure 6.8), soit une boussole pour calculer le cap que vous devez suivre pour aller d'un point à un autre sur la carte.

- Tracez tout d'abord un trait au crayon entre les deux points.

- Si vous utilisez un rapporteur, placez son centre sur le point de départ. Pour les rapporteurs en cercle, orientez le  $0^\circ$  vers le nord. Si vous avez un rapporteur en demi-cercle, tournez-le jusqu'à avoir la base parallèle à la flèche indiquant le nord sur la carte, le  $0^\circ$  dirigé vers le nord, sans déplacer le centre du rapporteur. Puis lisez le nombre inscrit sur le rapporteur qui recouvre le trait au crayon. Si le trait de crayon n'est pas du côté bombé du rapporteur, placez celui-ci dans l'autre sens (le  $0^\circ$  vers le sud, la base toujours parallèle à la flèche indiquant le nord), et ajoutez  $180^\circ$  à tous les chiffres que vous lisez (cela n'est valable que pour les rapporteurs en demi-cercle: pour ceux qui sont en cercle, le  $0^\circ$  doit toujours être orienté vers le nord).

- Si vous utilisez une boussole, alignez le nord du cadran de la boussole avec celui de la carte. Tournez ensuite le corps de la boussole (en maintenant le cadran en place) jusqu'à ce que le nord soit aligné avec votre trait de crayon. Lisez ensuite le cap sur le cadran.

#### Orienter une carte

Pour pouvoir utiliser une carte sur le terrain, vous devez tout d'abord l'orienter avec la boussole ou un point de repère. Vous pouvez orienter la carte à l'aide de la boussole en la tournant jusqu'à ce que le nord magnétique de la carte soit aligné avec celui de votre boussole. Si vous préférez utiliser des points de repère éloignés dans le paysage, comme des sommets de montagnes, tournez la carte pour que leurs positions respectives correspondent avec celles de leurs représentations sur la carte depuis l'endroit où vous êtes.

La carte peut ensuite vous aider à identifier d'autres points, et la boussole peut vous donner leur azimut (c'est-à-dire leur direction par rapport au nord).

**Figure 6.8: utilisations d'un rapporteur et d'une boussole pour calculer un cap.**





### Suivre un cap compas

Lorsque vous suivez un cap compas, vous marchez en ligne droite dans une direction prédéterminée. Placez tout d'abord sur la carte le lieu où vous êtes et celui où vous voulez aller. Calculez le cap entre ces deux points par une des méthodes détaillées plus haut. Orientez le cadran de votre boussole pour que le chiffre correspondant au cap voulu soit en face de vous. Maintenez la boussole et tournez autour jusqu'à ce que l'aiguille de la boussole s'aligne avec le nord du cadran: la direction que vous voulez suivre est directement en face de vous.

Choisissez un objet bien visible dans le paysage, tel qu'un grand arbre ou un grand rocher qui soit sur votre cap (utilisez la visée de la boussole, s'il y en a une, pour choisir le meilleur objet). Allez jusqu'à cet objet. Vous pouvez contourner de petits obstacles tels que troncs tombés, nids de guêpes etc., tant que vous allez jusqu'à l'arbre ou le rocher choisi, et que vous êtes certain que c'est le bon. Quand vous y arrivez, répétez le processus en choisissant un nouvel arbre. Pour les longues distances, en allant vers votre destination, vérifiez que les endroits où vous passez correspondent à ceux prévus par la carte. Si vous comptez marcher sur de longues distances, il est pratique d'utiliser une boussole munie d'un bracelet et portée comme une montre, car cela laisse les mains libres.

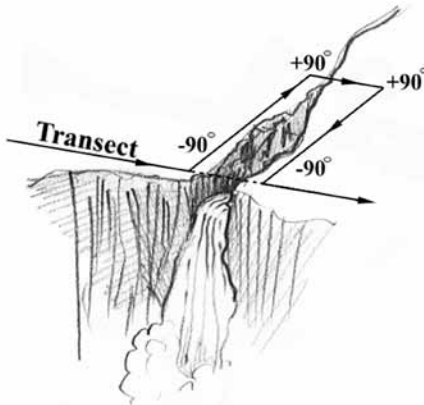
Il est difficile de garder un cap exact dans la forêt. Si vous devez le faire, par exemple pour marquer les limites d'une aire protégée ou d'une concession forestière, vous devez ouvrir un transect (voir chapitre 13).

### Contourner des obstacles

Si vous délimitez les limites d'un parc, ou si vous ouvrez un transect en suivant un cap compas, et que vous arrivez devant un gros obstacle tel qu'une falaise, utilisez la méthode suivante pour garder votre cap (voir figure 6.10).

Tournez et marchez à exactement  $90^\circ$  ou  $270^\circ$  de votre cap. Quand vous êtes sous l'obstacle, mesurez la distance que vous venez de parcourir depuis votre chemin initial, et tournez de nouveau à  $270^\circ$  (ou  $90^\circ$ ) pour marcher en suivant le cap de départ. Dès que cela est possible, tournez de nouveau à  $90^\circ$  ( $270^\circ$ ), et parcourez la même distance pour retrouver votre itinéraire initial. Tournez une dernière fois de  $270^\circ$  ( $90^\circ$ ) pour reprendre votre route initiale.

**Figure 6.10: Contourner un obstacle.**



### Décalage volontaire

Suivre un cap compas en marchant dans la forêt n'est possible que si vous prenez le temps de tracer un sentier rectiligne en ouvrant un transect. Cela vous permet de contrôler la précision de votre marche. Si vous ne le faites pas, vous risquez de dévier à cause des obstacles naturels. Etant donnée la forte probabilité d'erreurs de navigation, la façon la plus efficace d'atteindre rapidement une destination prédéterminée est d'utiliser le "décalage volontaire".

Par exemple, si vous cherchez le confluent de deux rivières, vous pouvez essayer de suivre un cap compas vous y menant directement. Cependant, si vous arrivez à la rivière et qu'il n'y a pas de confluent en vue, vous risquez de perdre du temps à monter et descendre la rivière pour le trouver. Si par contre, vous prenez délibérément un cap compas qui vous emmène au-delà de la jonction (décalage délibéré), par exemple plus au sud, lorsque vous arriverez à la rivière, vous saurez dans quelle direction aller pour trouver le confluent. Dans ce cas, vous irez vers le nord. Cela vous fera gagner du temps à long terme, mais gardez à l'esprit le fait que la technique n'est pas infaillible.

### Déterminer une localisation exacte par triangulation

Vous aurez parfois besoin de déterminer exactement votre position, pour marquer l'endroit où vous avez trouvé un animal tué par une panthère, ou la localisation d'un camp de braconniers, ou simplement pour trouver votre chemin si vous êtes perdu. Si vous n'avez pas de GPS (voir encart 6.7), cela n'est généralement possible que

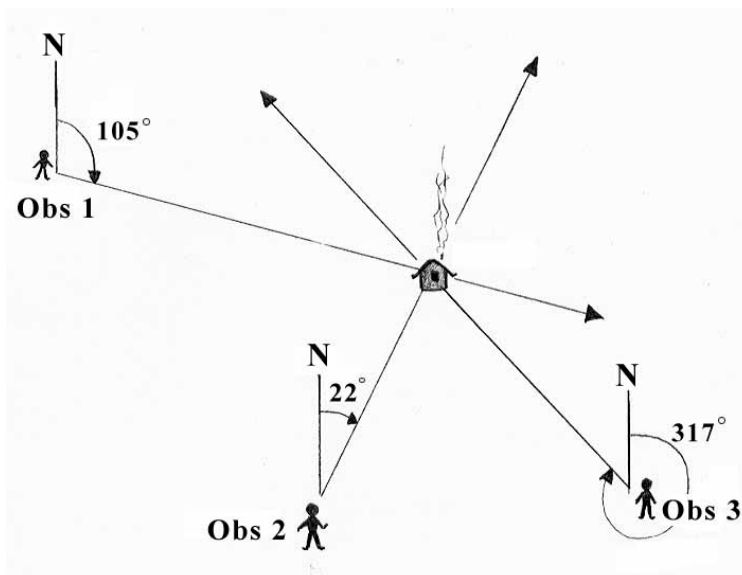
par la triangulation. Pour trouver votre localisation par triangulation, utilisez une boussole pour mesurer l'azimut (la direction) de trois points de repères identifiés, tels que des sommets de montagnes. Si vous n'avez que deux points de repère, cette méthode fonctionnera aussi, mais sera moins précise. Si vous avez de nombreux points de repère, utilisez le plus "pointu", tel qu'une montagne avec un sommet bien défini plutôt qu'un plateau. Estimer la distance à ces points est utile mais non nécessaire. Cette méthode est plus précise si les points de repère sont éloignés d'au moins  $60^\circ$  les uns des autres.

Avec le rapporteur, tracez sur votre carte les "caps opposés" de chacun des points de repère. Le "cap opposé" est trouvé en additionnant ou soustrayant  $180^\circ$  à l'azimut que vous avez trouvé (le résultat doit être compris entre  $0^\circ$  et  $360^\circ$ ): il vous donne le cap que vous auriez trouvé si vous aviez visé dans la direction exactement opposée, comme si vous aviez visé votre position actuelle depuis le point de repère. Les droites que vous tracez doivent bien sûr passer par le point de repère qui leur correspond. Vous vous trouvez à l'intersection (point de rencontre) des trois droites (Figure 6.11). En général, ces trois lignes ne se croisent pas exactement au même point, à cause des erreurs de mesure, mais délimitent un triangle dans lequel vous devez vous trouver. Si le triangle est trop important, refaites vos mesures pour essayer de diminuer l'erreur, ou ajoutez d'autres points de repère.

Si vous n'avez qu'un point de repère, vous pouvez néanmoins vous situer précisément sur la carte, à condition d'être près d'un objet connu, comme une rivière, une ligne de crête ou une piste. Cela peut être utile, si par exemple vous voulez savoir à quel endroit exact vous êtes le long d'une piste d'exploitation. Pour cela, tracez simplement la droite passant par le point de repère et orientée selon son cap opposé: vous vous trouvez à l'intersection de cette droite et de l'objet connu (ici, la piste).

La triangulation peut aussi être utilisée pour localiser l'origine d'un bruit, comme un cri de singe ou un coup de feu. Si trois observateurs à trois positions différentes entendent le cri ou la détonation, chacun doit noter l'heure (pour être sûr qu'ils ont entendu le même bruit) et note l'azimut du bruit. La localisation du cri ou du fusil (donc du braconnier) est à l'intersection des trois azimuts. D'autre part, si le bruit continue pendant un moment, ou se répète par intermittences, un seul observateur peut se déplacer pour prendre l'azimut du bruit depuis plusieurs endroits et localiser ainsi son origine.

**Figure 6.11: utilisation de la triangulation par trois observateurs pour localiser la position d'une encampement illégale.**



### ENCART 6.7: GPS

Dans les années 70, le gouvernement américain commença à mettre en place le Global Positioning System (GPS, système de positionnement global), grâce aux satellites NAVSTAR. Il existe aujourd'hui 24 satellites de navigation en orbite à 17 500 km d'altitude. Chaque satellite envoie à intervalles réguliers des signaux à la vitesse de la lumière. A chaque fois qu'un signal est envoyé, l'heure est enregistrée avec une précision d'un milliardième de seconde, grâce à une horloge atomique embarquée. En connaissant le temps de trajet du signal, un GPS mobile peut calculer la distance qui le sépare de chaque satellite dont il reçoit un signal. Grâce à ces informations il peut calculer sa position par triangulation. Il doit recevoir les signaux de trois satellites pour calculer une position fiable; avec un quatrième, il peut calculer également l'altitude (attention cependant: l'erreur de calcul de l'altitude est souvent significative).

Un GPS ne peut recevoir les signaux de satellites en orbite de l'autre côté de la terre, ou cachés par des obstacles physiques comme une chaîne de montagne. Au cours de leur orbite, les satellites passeront alternativement dans et hors du "champ de vision". La végétation aussi peut interférer avec les signaux, donc si vous êtes en forêt, vous ne pourrez sans doute être en contact avec des satellites (et donc obtenir une position GPS) que si vous êtes dans un chablis important ou sur une grande piste. Une exception notable, les GPS de type Garmin 12XL ont une antenne externe qui permet un contact constant avec les satellites, partout sauf dans la végétation extrêmement dense. Si vous n'obtenez pas un point immédiatement, essayez de vous déplacer de 10-20 m, cela peut vous permettre de recevoir le signal d'un satellite qui était caché. Vous pouvez aussi attendre 10-20 minutes que la position du satellite change. Si vous êtes dans une végétation basse et dense, essayez de fixer votre GPS à une perche et de l'élever au-dessus des feuillages.

La position donnée par un GPS est en coordonnées géographiques ou UTM (voir encart 6.1 et 6.2), et peut être reportée sur une carte, ce qui vous permet de savoir où vous vous trouvez (voir encart 6.8). La position n'est pas complètement exacte, mais généralement fiable à 100 m près. Elle peut être beaucoup améliorée si vous avez un deuxième GPS enregistrant des points à un endroit de position connue, mais cela augmente significativement les coûts. Les GPS portables sont maintenant relativement peu chers (des GPS fiables existent pour 1200 à 1500 FF), et sont d'une grande aide pour la navigation et la collecte de données dans les grandes zones de forêt non cartographiées. Tout chercheur ou gestionnaire de zone protégée devrait en avoir un à sa disposition.

Sachez cependant que les instruments électroniques tombent facilement en panne s'ils sont utilisés dans un environnement de forêt humide. Ne comptez jamais uniquement sur un GPS pour vous positionner. Ayez toujours une boussole et une carte et utilisez-les pour connaître votre position approximative.

### ENCART 6.8: PLACER DES COORDONNEES GEOGRAPHIQUES SUR UNE CARTE

Si vous êtes perdu dans la forêt et obtenez un point grâce à votre GPS, vous pourrez rapidement estimer votre position grâce aux méridiens et aux parallèles dessinés sur votre carte (ils sont généralement marqués tous les 5' ou 10' sur les cartes au 1:50 000 et au 1:200 000). Si vous devez connaître votre position exacte (par exemple pour localiser un confluent de rivières où vous devez retrouver des collègues pour une mission anti-braconnage, ou pour savoir si vous êtes toujours dans les limites d'une réserve), vous devrez placer vos coordonnées sur la carte.

Si votre carte a les coordonnées UTM, et si vous obtenez une lecture UTM sur votre GPS, tout ce que vous avez à faire est de calculer la distance à laquelle vous êtes des coordonnées nord-sud et est-ouest marquées, et de mesurer cette distance sur la carte en utilisant l'échelle appropriée (pour une carte au 1:50 000, 2 cm = 1 km, et pour les cartes au 1:200 000, 0,5 cm = 1 km). Par exemple, si vous travaillez au 1:50 000 dans la zone UTM 32, et si votre GPS vous donne une position de 9977350S; 789600E, vous êtes à 2350 m au sud et 4600 m à l'est du point de coordonnées 9980000S; 785000E placé sur la carte. Comme c'est une carte au 1:50 000, vous pouvez placer votre position à 4,7 cm au sud et 9,2 cm à l'est du point de coordonnées 9980000S; 785000E.

Si votre carte ou votre GPS ne fonctionne qu'avec les coordonnées géographiques, vous devrez les utiliser. Par exemple, votre GPS vous situe à 00° 12' 04" S; 11° 36' 05" E. Votre carte au 1:50000 a des marques à des intervalles de 5'. Placez votre position sur la carte en mesurant la distance depuis une ligne connue, ici 00°10'. Mesurez la distance entre deux marques de 5' sur l'échelle de longitude. Dans ce cas, cette distance vaut 18,4 cm. Donc chaque minute correspond à  $18,4/5 = 3,68$  cm. Chaque seconde correspond à  $3,68/60 = 0,06$  cm. Donc votre position en latitude est  $2 \times 3,68$  plus  $4 \times 0,06 = 7,6$  cm sous la marque de 00°10'.

Mesurez ensuite la distance entre deux marques sur l'échelle des longitudes. Dans ce cas, elle est égale à 18,45 cm. Donc chaque minute correspond à 3,69 cm et chaque seconde à 0,06 cm. Donc votre position en longitude vaut  $3,69 + (5 \times 0,06) = 3,99$  cm (que l'on arrondit à 4 cm) après la marque de 11°35'.

Mesurez ensuite 7,6 cm sous un point situé à 4 cm le long de la ligne correspondant à 11°35' de latitude sud et faites une marque avec un crayon bien taillé.

Ces deux exemples vous situent presque exactement à la même position. Où êtes-vous?

## CHAPITRE 7 MÉTÉOROLOGIE

Ann Edwards & Lee White

### *Pourquoi les données météorologiques sont-elles importantes?*

A grande échelle, la météorologie a un effet très important sur les périodes de floraison, de fructification et de renouvellement des feuilles. Elle peut aussi affecter les quantités de fruits et de fleurs produites, ainsi que le nombre de plantules qui survivent, facteurs qui déterminent la disponibilité en nourriture et en eau pour les animaux, et donc leur reproduction et leur mortalité, leurs migrations et leurs déplacements. A une échelle plus petite, la météorologie change la distribution locale des animaux, car ils cherchent à s'abriter du vent, de la pluie ou du soleil. Elle peut aussi influencer la durée de visibilité de leurs traces. Tous ces éléments, en retour, influent sur la façon dont les gens utilisent la forêt. Pour interpréter de façon réaliste les données d'abondance, de distribution, de reproduction, de mortalité, de comportement etc., il faut donc tenir compte de la météorologie.

De plus, les changements climatiques (dus à la pollution humaine) sont sans doute plus rapides aujourd'hui que pendant les derniers 10 000 ans (Houghton et al., 1990). En particulier, on pense que les accroissements de concentration de dioxyde de carbone et autres gaz contribuent à "l'effet de serre", qui provoque une augmentation graduelle mais continue de la température globale (voir encart 7.1). Parallèlement, de nombreuses stations météo en Afrique ont arrêté de prendre des données régulières par manque d'argent et de personnel. Pour pouvoir suivre la gravité des changements climatiques et prédire leurs implications, il faut des données météorologiques fiables venant d'autant d'endroits que possible, afin que les recherches prennent une signification globale.

Collecter des données météorologiques classiques est très simple (voir plus bas), mais cela doit être fait tous les jours sans exception, pour obtenir une base de données à partir de laquelle on pourra estimer les changements futurs. Quand on étudie des plantes ou des animaux seulement durant une courte période, et si la météo n'est suivie que pendant cette période, il peut être très difficile de déterminer ses effets sur l'espèce étudiée. Mais si la météo est suivie pendant de nombreuses années, et si une étude est entreprise pendant ce temps, on peut alors savoir si les données proviennent d'une période "normale" ou "anormale".

Ce n'est qu'après que la météo a été suivie sans interruption pendant longtemps que l'on peut déterminer les schémas de température et de pluviométrie normaux. Alors, les périodes anormales deviendront évidentes. Si une étude est entreprise pendant une période anormalement chaude, ou pendant une saison des pluies anormalement longue, il faut tenir compte de cette météorologie inhabituelle dans l'interprétation des résultats.

La météorologie est analysée en cherchant des tendances. Les températures et la pluviométrie quotidiennes ont très peu de sens en elles-mêmes. On les rapporte généralement sous forme de moyennes mensuelle, saisonnière, annuelle ou globale. Exposés graphiquement, ces moyennes ou ces totaux montrent les tendances, en divisant par exemple l'année en une saison "fraîche et pluvieuse" et une autre "chaude et sèche".

Ces tendances deviennent plus intéressantes quand on les compare aux tendances observées chez les plantes ou les animaux. Par exemple, comment les rythmes de floraison et de fructification sont-ils liés aux températures et à la pluviométrie (voir encart 7.2)? Comment les taux de reproduction et de mortalité des oiseaux sont-ils liés aux températures et à la pluviométrie, et éventuellement aux disponibilités saisonnières en fruits? Comment la distribution et les migrations des éléphants, des buffles et des potamochères sont-elles liées à la pluviométrie?

### **ENCART 7.1: UN TAUX DE TURNOVER ACCRU DANS LES FORETS PLUVIALES TROPICALES?**

Dans un article publié dans Science, O.L. Philips et le regretté Al Gentry (Science, vol. 263, 18 février 1994, pp. 954-958) ont passé en revue plusieurs forêts tropicales dans le monde entier et ont montré que le taux de "turn-over" (mortalité et recrutement) avait augmenté dans toutes les régions de forêt pluviale tropicale pendant la dernière décennie. On peut expliquer cela par le fait que les concentrations accrues de dioxyde de carbone ont accéléré la production des plantes. Si le taux de turn-over augmente réellement, il y aura des implications importantes et diverses pour la conservation et la biodiversité. Malheureusement, quand cet article a été publié, les données pour l'Afrique étaient insuffisantes. En suivant des parcelles botaniques pendant de longues périodes, vous serez en mesure de contribuer à des analyses futures de ce type (voir chapitre 8). Cependant, vos résultats n'auront qu'une utilité limitée si vous n'avez pas de bonnes données météorologiques.

### ENCART 7.2: QU'EST-CE QUI STIMULE LA FLORAISON DES ARBRES TROPICAUX?

Pendant les 10 dernières années, Caroline Tutin et ses collègues travaillant à la Lopé au Gabon, ont suivi 578 individus de 63 espèces d'arbres et de lianes dont les fruits sont mangés par les gorilles et les chimpanzés (Tutin & Fernandez, 1993; Tutin & White, soumis). Chaque mois, tous ces arbres sont observés et reçoivent des notes pour les fleurs, les fruits immatures et mûrs, les feuilles jeunes, matures et sénescentes. Au cours de cette étude, des données météorologiques ont également été prises. Avec l'évolution de l'étude, il a été possible d'identifier certains des facteurs qui déclenchent la floraison dans cette forêt pluviale tropicale soumise au rythme des saisons:

- la fructification globale de la communauté est corrélée au nombre d'heures d'ensoleillement par mois (plus de soleil: plus de fruits). Cette corrélation a été déterminée en utilisant des données d'ensoleillement venant de stations météorologiques ailleurs au Gabon, l'équipe de la Lopé ne possédant pas de matériel pour effectuer ces mesures;
- pour un groupe d'espèces, dont plusieurs espèces de *Diospyros* (ébènes), les températures minimum de la saison fraîche et sèche (voir figure B7.1) déclenchent la floraison. Si la température ne descend pas jusqu'à 19°C (mesurée avec un thermomètre enregistreur fixé sur un arbre dans la forêt à 1,3 m du sol), il n'y a pas de floraison, et donc pas de fructification. Les deux années où il y a eu des températures anormalement basses pendant la petite saison sèche (jusqu'à 19°C), il y a eu une fructification supplémentaire;
- certaines espèces semblent avoir besoin d'une combinaison de conditions météorologiques pour stimuler la floraison. Par exemple, *Uapaca guineensis*, arbre de forêt, semble fleurir dès qu'il y a 10 jours consécutifs secs et ensoleillés (les journées sèches mais couvertes ne provoquent pas de floraison);
- environ 70% des espèces de plantes répondent sans doute à des facteurs météorologiques, mais les autres semblent avoir des rythmes endogènes. Par exemple, chaque individu de *Duboscia macrocarpa* produit des fleurs tous les 17 mois, mais il n'y a pas de synchronisme entre les individus: il y a donc des fruits de *Duboscia* toute l'année.

Etant donné que certaines années connaissent des absences totales de fructification pour certaines espèces du fait de facteurs climatiques non adéquats; comme certains des facteurs déclenchants semblent très fins (pour les ébènes, la température doit descendre à 19°C, 20°C n'étant pas suffisant); comme beaucoup de ces facteurs n'ont pas été identifiés, Tutin & White suggèrent qu'il peut y avoir de nombreuses conséquences inattendues des changements climatiques rapides en cours actuellement. Par exemple, si le réchauffement global provoque une élévation des températures minimum observées pendant la saison sèche à la Lopé, de nombreuses espèces forestières pourraient arrêter de fleurir et de donner des fruits, ce qui provoquerait une pénurie pour les animaux forestiers frugivores (voir encart 7.1 pour un autre exemple).

#### Méthodes

Les méthodes d'obtention de données météo de base (températures minimum et maximum, humidité, pluviométrie) sont simples. Cependant, elles demandent du matériel spécifique et une personne disponible pour collecter les données tous les jours de l'année. Le besoin en personnel de ce qui semble un travail très simple est souvent sous-estimé. Si les pluviomètres sont oubliés sous la chaleur de l'après-midi, une partie de l'eau de pluie sera évaporée avant d'être mesurée. Si les données ne sont pas notées de façon systématique et organisée, elles risquent d'être perdues. Assurez-vous en particulier que les assistants de recherche et le personnel des parcs savent lire de façon précise les thermomètres et les pluviomètres. Les thermomètres enregistreurs posent souvent des problèmes à cause des différents niveaux à lire, et parce que les échelles vont dans des sens opposés (voir figure 7.1). Si vous voulez des données météorologiques utiles, assurez-vous que la personne responsable de la prise de données est fiable (il vaut parfois mieux le faire soi-même!), et ayez une autre personne disponible quand la première est malade ou en vacances.

Les données météorologiques de base doivent être collectées au même endroit chaque jour aussi longtemps que possible. Si les données sont toujours collectées au même endroit, les facteurs qui peuvent les modifier (comme l'altitude, la proximité d'un arbre ou d'un bâtiment) ne changeront pas. Ce lieu est appelé "station météorologique". Il doit être central et facilement accessible: ainsi, on améliore les chances d'avoir des données prises chaque jour pendant de nombreuses années.

Si cela est possible, on peut établir différentes stations météorologiques en différents endroits. Par exemple, il peut y en avoir une au bureau du parc. Une autre station peut être installée (dans une éclaircie) dans un camp de recherche situé dans la forêt. La décision d'installer d'autres stations météorologiques dépend 1) de la possibilité de relever les données quotidiennement, et 2) des différences de conditions environnementales entre les sites: celles-ci peuvent être causées par la distance entre les stations, les différences d'altitude, les différences de boisement (par exemple, village sans arbres/plantation de palmier/forêt primaire), la distance par rapport à la

mer etc. Il est intéressant de consulter une carte de la pluviométrie dans un atlas national pour savoir s'il y a une possibilité de gradient de pluviométrie dans votre zone.

Les données météorologiques doivent être récoltées à la même heure chaque jour. L'heure habituellement choisie est en début de journée, avant la chaleur de l'après-midi: 7h30 est généralement parfait. Les données d'humidité doivent être prises deux fois par jour, à 7h30 et 14h30 (ou un peu avant ou après, si ces heures ne sont pas adéquates pour une raison ou une autre).

La meilleure technique consiste à utiliser des fiches de données. Ces fiches doivent avoir des colonnes pour tous les types d'informations collectées: date, heure, température maximum, température minimum, température du thermomètre sec, température du thermomètre humide (voir "hygrométrie" plus bas), pluviométrie quotidienne, si possible heures de début et de fin de pluie, initiales ou signature de la personne qui a collecté les données (si elle change). La fiche doit avoir 31 lignes, pour chaque jour du mois, et de l'espace en bas pour faire la somme des données. Le mois, l'année et la localisation de la station météorologique doivent être notés clairement en haut de chaque fiche de donnée.

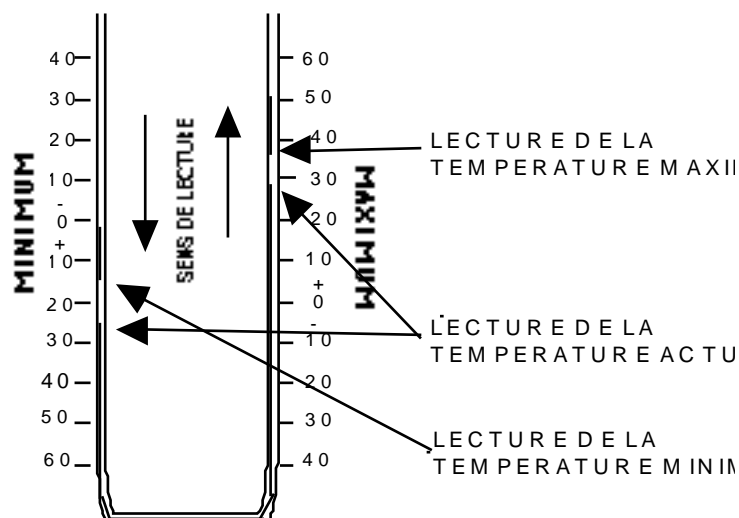
### Température

Deux températures doivent être prises chaque jour: le maximum quotidien (généralement atteint pendant l'après-midi), et le minimum quotidien (généralement atteint pendant la nuit). Pour obtenir ces informations, il faut un thermomètre particulier, appelé thermomètre enregistreur. Il est constitué de deux thermomètres liés: l'un enregistre la plus haute température atteinte depuis la dernière lecture, l'autre la plus basse. Lisez les températures indiquées par les curseurs, notez-les et redescendez les curseurs en butée. Vous connaîtrez ainsi les températures les plus hautes et les plus basses pour chaque période de 24 heures.

Tous les thermomètres doivent être placés à l'ombre. Ils ne doivent jamais être atteints directement par le soleil ou la pluie: vous vous intéressez à la température de l'air, et non à celle d'une surface exposée au soleil direct. Placez le thermomètre près d'une fenêtre dans une pièce ventilée, ou construisez un petit toit pour abriter les thermomètres placés dans des éclaircies ou sur des troncs en forêt (voir figure 7.2).

Les données de températures sont généralement compilées chaque mois, les températures maximum et minimum étant traitées séparément. Par exemple, toutes les températures maximum du mois d'avril sont additionnées, la somme est ensuite divisée par 30 si les données ont été prises tous les jours (il y a 30 jours en avril), ce qui donne la température maximum moyenne pour avril. On répète l'opération pour les températures minimum. Puis ces moyennes sont présentées sur un graphique pour voir les tendances annuelles (voir figure 12.2).

**Figure 7.1: thermomètre enregistreur**



### Figure 7.2: structure simple destinée à protéger un thermomètre de la pluie et du soleil directs

(Voir à coté du bureau, Bomassa)

#### Hygrométrie

L'hygrométrie est mesurée avec un thermomètre humide et un thermomètre sec. Le thermomètre sec est un thermomètre standard (plutôt que d'avoir un thermomètre séparé, vous pouvez lire la température ambiante sur le thermomètre enregistreur). Le thermomètre humide est doté d'un tube de tissu (comme une chaussette) recouvrant l'ampoule de mercure et trempant dans un récipient rempli d'eau. Vous pouvez fabriquer un système simple avec un thermomètre classique, du tissu absorbant en coton et une boîte de pellicule photo. Cousez le tissu pour qu'il forme un tube qui s'adapte étroitement à l'ampoule et qui descende dans la boîte à pellicule par un trou percé dans le couvercle. Remplissez complètement la boîte d'eau. L'eau s'évapore du tissu humide et rafraîchit le thermomètre, qui donne une température plus basse que la température ambiante, sauf si vous avez laissé l'eau de la boîte s'évaporer complètement, ou si l'hygrométrie atteint 100%, ce qui est parfois le cas tôt le matin ou pendant une grosse pluie. Eventez doucement les ampoules et lisez les températures quand le mercure s'est stabilisé. La différence entre température humide et température sèche permet de calculer l'humidité ambiante (voir tableau 7.1).

Si les températures sèche et humide sont de 29°C et 23,5°C respectivement à 14h30, la dépression de l'ampoule humide (c'est-à-dire la différence entre les ampoules sèche et humide) est:

$$29 - 23,5 = 5,5^{\circ}\text{C}$$

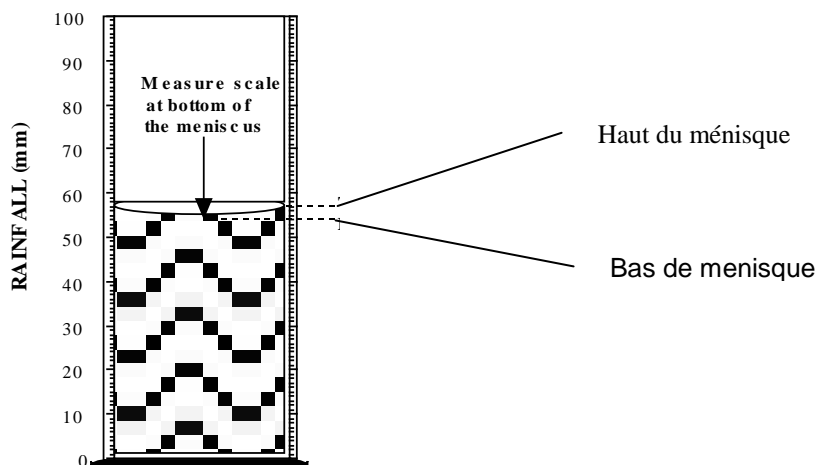
Le pourcentage d'humidité est donné par le tableau 7.1 ci-dessous, à l'intersection de la ligne correspondant à la température sèche de 29°C et de la colonne correspondant à la dépression de 5,5°C (notez que la température de l'ampoule sèche est la température "ambiante"). La case correspondante donne une humidité de 61%.

#### Pluviométrie

La pluviométrie est mesurée dans un récipient spécialement conçu et étalonné appelé pluviomètre. Le pluviomètre doit être placé sur un support horizontal, un peu au-dessus du sol (pour éviter de recevoir des éclaboussures). Il doit être à plus de 30 mètres d'arbres ou de bâtiments élevés, car en cas de fort vent, ceux-ci peuvent affecter la quantité d'eau de pluie arrivant au pluviomètre.

Pour lire le pluviomètre, maintenez-le à hauteur d'oeil, et lisez le chiffre correspondant au niveau de la base du ménisque d'eau (figure 7.3). La plupart des pluviomètres comptent la quantité de pluie tombée en millimètres, et certains nécessitent que l'on transvase l'eau de pluie dans un récipient calibré. Notez la mesure, videz le pluviomètre et remettez-le sur son support. La pluviométrie quotidienne est la quantité de pluie tombée en 24 heures. Il est donc important de contrôler le pluviomètre à la même heure chaque jour, même s'il pleut à cette heure.

Figure 7.3: lire un pluviomètre



**Tableau 7.1: pourcentages d'humidité correspondant aux différences entre température sèche et humide, à différentes températures ambiantes**

Temp. sèche (°C)	Dépression de l'ampoule humide (°C)														
	% d'humidité correspondant.														
	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5
10	93	87	81	74	68	62	56	50	44	38	33	27	21	16	10
11	94	87	81	75	69	63	58	52	46	41	35	30	24	19	14
12	94	88	82	76	70	65	59	54	48	43	37	32	27	22	17
13	94	88	83	77	71	66	60	55	50	45	40	35	30	25	20
14	94	89	83	78	72	67	62	57	52	47	42	37	32	27	23
15	94	89	84	78	73	68	63	58	53	48	42	39	34	30	25
16	95	89	84	79	74	69	64	59	55	50	43	41	37	32	28
17	95	90	85	80	75	70	65	61	56	52	47	43	39	34	30
18	95	90	85	80	76	71	66	62	57	53	49	45	40	36	32
19	95	90	86	81	76	72	67	63	59	54	50	46	42	38	34
20	95	91	86	81	77	73	68	64	60	56	52	48	44	40	36
21	95	91	86	82	78	73	69	65	61	57	53	49	45	42	38
22	95	91	87	82	78	74	70	66	62	58	54	50	47	43	40
23	96	91	87	83	79	75	71	67	63	59	55	52	48	45	41
24	96	91	87	83	79	75	71	68	64	60	57	53	49	46	43
25	96	92	88	84	80	76	72	68	65	61	58	54	51	47	44
26	96	92	88	84	80	76	73	69	66	62	59	55	52	49	45
27	96	92	88	84	81	77	73	70	66	63	59	56	53	50	47
28	96	92	88	85	81	77	74	70	67	64	60	57	54	51	48
29	96	92	89	85	81	78	74	71	68	64	61	58	55	52	49
30	96	93	89	85	82	78	75	72	68	65	62	59	56	53	50
32	96	93	89	86	82	79	76	73	70	67	64	61	58	55	52
34	96	93	89	86	83	80	77	74	71	68	65	62	59	56	54
36	96	93	90	87	84	81	78	75	72	69	66	63	61	58	55
38	96	94	90	87	84	81	78	75	73	70	67	64	62	59	57
40	96	94	91	88	85	82	79	76	74	71	69	66	63	61	58
42	96	94	91	88	85	82	80	77	75	72	70	67	65	62	60
44	96	94	91	88	86	83	81	78	75	72	70	67	65	63	61

Les résultats pluviométriques sont généralement additionnés (on ne calcule pas de moyenne) mensuellement et annuellement. Par exemple, les quantités d'eau tombées chaque jour en avril sont additionnées pour obtenir la quantité totale pour le mois. On peut aussi faire des totaux par saisons (par exemple, sur les quatre mois de la saison des pluies, ou les trois mois de la saison sèche etc.).

Quand on dispose sur le même graphique les données de pluviométrie et de température, on peut estimer les périodes pendant lesquelles la forêt accumule de l'eau, celles où elle s'assèche, et les époques de transition (voir encart 7.2).



L'eau qui s'accumule dans le sol pendant des jours ou des semaines peut avoir un effet significatif sur certains événements naturels, tels que la hauteur des rivières, la durée pendant laquelle les petits ruisseaux coulent, la quantité de sol qui est emportée etc. Ainsi, la quantité totale de pluie qui tombe pendant une saison ou une année peut être un facteur important pour le fonctionnement d'un écosystème local, indépendamment de la quantité de pluie tombant un jour donné. Pour cette raison, les moyennes sur plusieurs années sont la méthode la plus commune de présenter les données de pluviométrie. Par exemple, un moyen de montrer qu'une année était anormalement humide est de dire que la pluviométrie annuelle totale était 500 mm au-dessus de la moyenne.



### ENCART 7.3: DECRIRE LES TENDANCES CLIMATIQUES SAISONNIERES

La procédure suivante est utilisable pour décrire quels sont les mois où une zone est humide et ceux où elle est sèche.

1) Déterminez les températures mensuelles moyennes pour chaque mois (additionnez toutes les températures maximum et minimum d'un mois et divisez par le nombre de températures relevées, par exemple par 62 si les températures maximum et minimum ont été relevées sur 31 jours).

2) Déterminez la pluviométrie totale pour chaque mois (additionnez tous les totaux quotidiens pour un mois. Déterminez la moyenne pour chaque mois si vous avez des données sur plusieurs années).

3) Faites un graphique comme celui de la figure B7.2. Placez une échelle pour la pluviométrie (en millimètres) sur l'axe de gauche, une autre pour les températures (en degrés Celsius) sur l'axe de droite. 10 degrés de température doivent correspondre à 20 mm de pluviométrie (donc 20 degrés correspond à la même hauteur que 40 mm, 50 degrés correspond à la même hauteur que 100 mm etc.). Placez les mois sur l'axe horizontal (par souci de facilité, l'échelle de la pluviométrie est parfois altérée au-dessus de 100 mm, pour s'adapter aux mois ayant une pluviométrie importante).

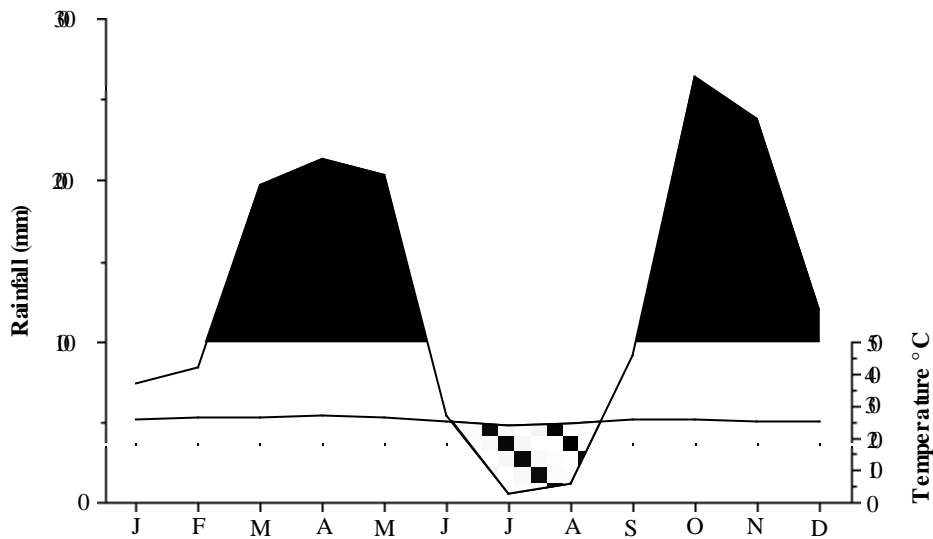
4) Placez vos températures moyennes et vos totaux pluviométriques mensuels sur la figure. Reliez les données pluviométriques par une ligne brisée, les données de température par une autre.

5) Quand la ligne de la pluviométrie est en dessous de celle des températures (ombrage léger sur la figure B7.2), cela indique une période de sécheresse. Si la pluviométrie mensuelle dépasse 100 mm (quelle que soit la température), cela indique une période d'accumulation d'eau (ombrage fort sur la figure B7.2).

(Walter H. et H. Leith. 1967. Klimadiagramm-Wetatlas. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.)

**Figure B7.2: données climatiques pour la Lopé, Gabon**

rainfall (mm): Pluviométrie (mm)  
Temp.: temp.



Mois



## CHAPITRE 7

### COLLECTE D'ECHANTILLONS BOTANIQUES

A.P.Dold, P.B. Phillipson, R. Liesner & L. White

#### INTRODUCTION

La collecte de spécimens de plantes de bonne qualité est à la base de tout inventaire botanique ou étude écologique, par exemple pour faire une liste d'aliments végétaux pour un animal. Pour que ce type de recherches ait une quelconque valeur, il est indispensable de prouver la provenance et l'identification correcte des espèces végétales à l'aide d'échantillons botaniques séchés. L'Afrique a une longue tradition de collecte botanique, datant des premiers explorateurs, il y a plusieurs siècles. C'est une science à elle toute seule, une base pour de nombreuses recherches, et un passe-temps reposant et stimulant. En 1796, le grand explorateur et collecteur de plantes écossais Mungo Park fut dépouillé de presque tous ses habits et ses effets par des voleurs, alors qu'il voyageait au Nigeria. Il écrivit ses réflexions à cette occasion:

*“ Je m’assis pendant un moment, regardant autour de moi avec terreur et stupéfaction. Où que je tourne mon regard, il n’y avait que difficultés et danger. Je me vis au milieu d’un vaste désert, en pleine saison des pluies, nu et seul, environné d’animaux sauvages, et d’hommes plus sauvages encore. J’étais à 500 milles de l’établissement européen le plus proche. Toutes ces pensées envahirent mon esprit, et je dois confesser que mes forces m’abandonnèrent. Mon sort m’apparut fixé, et je crus n’avoir d’autre alternative que de m’étendre et mourir... A cet instant... l’extraordinaire beauté d’une petite mousse en fructification attira irrésistiblement mon attention... quoique la plante entière ne soit pas plus grande que le bout de mes doigts, je ne pouvais contempler sans admiration la conformation délicate de ses racines, de ses feuilles et de ses capsules. Cet Etre, pensai-je, qui a planté, irrigué et amené à la perfection, dans cette obscure partie du monde, une chose paraissant de si peu d’importance, pourrait-il voir avec indifférence le sort et les souffrances de créatures faites à son image? Certainement pas ! ”*

Il récolta la mousse, reprit ses esprits (peut-être dans un ordre différent), et continua son exploration du Nigeria. La mousse, une *Fissidens*, peut toujours être vue à l'herbier de Kew (Keay, 1964). Le fait que des spécimens récoltés par des hommes tels que Mungo Park et Charles Darwin existent toujours, et puissent encore être consultés par les botanistes, est une source d'encouragement pour tout collecteur de plantes. Gardez à l'esprit quand vous récoltez et pressez un spécimen que si vous faites bien votre travail, des scientifiques en bénéficieront des siècles après votre mort. Mais rappelez-vous également que vos échantillons et les notes qui les accompagnent doivent passer l'épreuve du temps et de l'oeil critique de taxonomistes expérimentés. Les zoologistes en particulier ont la réputation de récolter des spécimens incomplets (les botanistes ont besoin des fleurs et/ou des fruits, ainsi que des feuilles pour faire des identifications satisfaisantes), du matériel mal conservés, ou pire encore, de ne pas récolter (par exemple voir une critique par Pannell & White, 1988).

Les collections botaniques sont difficiles à conserver, particulièrement sous les tropiques humides, où beaucoup d'insectes et de champignons représentent une menace constante pour vos précieux spécimens. Il est donc sage de récolter plusieurs exemplaires de chaque plante, en vue d'en garder un pour votre collection de référence de terrain, d'en envoyer un à l'herbier national, et au moins un de plus destiné à un expert dans un herbier international (cela est également recommandé pour s'assurer que les spécimens sont déposés dans plusieurs herbiers, et sont donc facilement disponibles pour des études scientifiques). Alors qu'il était un jeune volontaire du Peace Corps, Mike Fay, qui est aujourd'hui scientifique de terrain et travaille pour la Wildlife Conservation Society au Congo, a passé un an à monter une collection de référence de spécimens botaniques, qui devait être le début d'un herbier national en République Centrafricaine. A la fin de son travail, il transporta tous ses spécimens à Bangui, entre les feuilles de papier journal qu'il avait utilisées pour les sécher (voir plus bas). Il arriva tard et laissa ses spécimens toute la nuit dans le bâtiment qui devait devenir l'herbier. Quand il revint le matin suivant, il s'aperçut que des voleurs étaient entrés et avaient pris tout le papier journal, pour le vendre aux femmes sur le marché comme papier d'emballage. Toute sa collection botanique, durement assemblée, gisait en tas sur le sol !

L'herbier, avec ses spécimens dûment ordonnés et sa bibliothèque, est une ressource vitale pour le travail du botaniste et du chercheur de terrain. La conservation de spécimens pressés et séchés est un moyen ancien mais simple de garder des échantillons de la flore mondiale. Ces collections sont une immense source d'information et permettent de faire de la recherche, en écologie par exemple, de l'enseignement et de la documentation botanique. Une partie essentielle de la formation d'un botaniste est de pouvoir apprécier la valeur et les utilisations des spécimens conservés dans les herbiers, et d'être habitué et entraîné aux techniques de base de préparation des échantillons. Les amateurs intéressés peuvent aussi contribuer de manière significative à la recherche en préparant des spécimens: c'est un bon moyen pour connaître les plantes d'une région particulière. Ce guide pratique de la collecte de plantes et de l'utilisation des herbiers a pour objet de donner les informations de base au débutant, qu'il soit étudiant en botanique, chercheur devant travailler avec des végétaux, professionnel de la protection de l'environnement ou amateur éclairé. On verra à la lecture de ce manuel que la collecte et l'inventaire de plantes s'intègrent à beaucoup de niveaux différents dans la gestion des aires protégées.

### ***POURQUOI COLLECTER DES ECHANTILLONS BOTANIQUES?***

La collecte de spécimens botaniques est évidemment un aspect indispensable de la taxonomie végétale, mais elle est aussi importante pour beaucoup d'autres disciplines, particulièrement pour:

- a) la compilation de listes de plantes pour une région, un habitat ou une zone protégée;
- b) l'identification d'espèces rencontrées dans des parcelles botaniques ou sur des transects;
- c) l'identification des aliments ou des plantes utilisées par des animaux sujets d'études (par exemple pour la construction des nids par les gorilles et les chimpanzés), ainsi que celle des graines et des plantules trouvées dans les fèces;
- d) l'identification des plantes utilisées par l'homme, telles que les arbres coupés par les forestiers, les feuilles récoltées pour la nourriture ou la pharmacopée, le bois ramassé pour le feu ou pour faire des tuteurs pour les ignames etc.;
- e) l'identification d'espèces (ou de groupes d'espèces) de plantes que les populations locales savent reconnaître et nommer, de façon à pouvoir bénéficier de l'aide d'assistants locaux.

Il est donc difficile aux écologues de terrain et aux anthropologues de travailler efficacement sans savoir comment récolter et utiliser des spécimens botaniques.

### ***COLLECTER DES ECHANTILLONS BOTANIQUES***

Les spécimens des herbiers sont un témoignage permanent des espèces (ou des populations) présentes à un endroit et à une époque donnée. La valeur de chaque spécimen est dépendante du soin avec lequel il a été sélectionné, collecté, pressé, séché et étiqueté. Un petit nombre de spécimens réellement bien préservés et annotés est beaucoup plus précieux qu'un grand nombre de mauvais.

Chaque échantillon doit:

- 1) être aussi représentatif que possible de la population de l'espèce dans une zone donnée, constitué de spécimens typiques (ou "ordinaires") et/ou comprenant des spécimens montrant les variations.
- 2) avoir une étiquette comportant certaines informations essentielles (nom du collecteur, numéro d'échantillon, date, localité, habitat et détails botaniques susceptibles d'être perdus au séchage - voir plus bas);
- 3) être bien préparé et conservé.

### **Equipement de récolte**

#### **Essentiel:**

- boussole et carte de la zone (si disponible);
- sécateur;
- couteau aiguisé pour couper les bulbes et les fruits, et pour tailler les crayons;
- déplantoir de jardin solide et/ou une petite pique pour déterrer les bulbes etc.;

- des sachets en plastique transparents et opaques (évités les sachets noirs);
- un carnet à couverture rigide et des crayons (nb: utilisez un crayon bien taillé pour prendre des notes indélébiles; n'utilisez jamais de stylos-billes);
- une presse à plantes, comprenant un cadre, des sangles, du carton ondulé, du buvard, du papier journal (cf. description d'une presse à plantes plus bas);
- une loupe.

*Autres objets utiles:*

- un émondoir au bout de perches emboîtées si vous comptez prélever sur des arbres;
- un équipement pour grimper aux arbres;
- des jumelles (pour chercher des fleurs ou des fruits dans la canopée);
- un GPS (positionneur par satellite);
- un altimètre;
- des étiquettes sur lesquelles on peut écrire au crayon;
- des morceaux de carton ondulé pour conserver les spécimens pliés;
- des bouteilles en plastique à couvercle vissé pour les conservateurs liquides;
- de petites enveloppes pour les graines;
- de la mousseline ou des sacs en papier pour les fruits;
- du matériel de photographie;
- de l'alcool à 70° pour conserver les plantes pressées si le séchage doit être différé;
- des conservateurs pour les spécimens non séchés (voir plus bas);

**Que faut-il récolter?**

Les échantillons stériles, c'est-à-dire sans fleurs ni fruits, sont d'un intérêt limité. Cependant, lorsque vous serez sur une parcelle botanique ou que vous observerez un animal en train de se nourrir, les plantes intéressantes n'auront pas forcément de fleurs ou de fruits et vous pourrez être contraint de récolter des spécimens n'ayant que des feuilles. Cela peut aboutir à une identification partielle (ou totale si vous avez de la chance) et vous permettra certainement de vérifier de façon sûre si vous retrouvez la même espèce plus tard. En revanche, ce n'est que de peu d'utilité pour des études taxonomiques, et de tels spécimens ne sont généralement pas conservés de façon permanente dans les herbiers (bien que vous puissiez décider de les conserver dans votre propre herbier - voir plus bas). Dans les études à long terme, les collections de spécimens stériles doivent être considérées comme un premier pas, et à chaque fois que vous le pourrez vous devrez suivre le développement de la plante (ou d'un autre individu de la même espèce) pour la prélever de nouveau quand elle fleurira, puis quand elle aura des fruits. Si possible, récoltez des échantillons ayant à la fois des fruits et des fleurs. S'il n'y a qu'une fleur ou un fruit, complétez avec du matériel stérile. A l'opposé, quand il y a beaucoup de matériel, récoltez d'autres fleurs et d'autres fruits pour compléter les pièces principales et avoir des spécimens pour des dissections ultérieures par des spécialistes.

Cherchez les variations du feuillage, des fleurs et des fruits de chaque plante et les différences entre individus, et assurez-vous que ce que vous récoltez représente tout cela le mieux possible. En général, chaque échantillon sera composé d'éléments d'une seule plante. Dans le cas de plantes dioïques (les plantes qui ont des fleurs mâles et femelles sur des individus séparés), séparez les échantillons mâles et femelles, en les référant de façon croisée dans vos notes. Dans le cas de petites plantes, plusieurs individus devront être collectés: assurez-vous alors que chaque échantillon n'est constitué que d'une espèce (on trouve parfois deux (ou plus) espèces très similaires poussant côte à côte). S'il y a un doute, il faut le noter et si possible séparer les échantillons.

Les rhizomes et les autres parties souterraines sont également utiles, et doivent être récoltés au moins pour les plantes herbacées. Pour les arbres et les arbustes, l'écorce et les échantillons de bois sont souvent un apport précieux. Cependant, la récolte de bois implique d'infliger des blessures qui peuvent rendre l'arbre sensible aux maladies et même finir par le tuer, ne récoltez donc pas de bois sur des plantes devant être suivies à long terme.

Récoltez suffisamment de matériel pour remplir une feuille d'herbier (46 x 26 cm, voir plus bas) et pour chaque duplicata dont vous aurez besoin. N'abusez pas des petits

spécimens: il est préférable de récolter un seul spécimen suffisamment grand pour remplir la feuille, que l'on peut éventuellement compléter avec un rameau portant des fleurs, des fruits ou des feuilles de taille ou de forme différente.

Pour récolter des échantillons sur de grands arbres, vous aurez besoin d'un émondeur, de matériel d'escalade ou de tout autre équipement similaire. Si vous n'en avez pas, cherchez sur le sol des rameaux tombés, des fleurs ou des fruits (mais utilisez des jumelles pour vérifier qu'ils viennent du bon arbre, et notez que le spécimen a été ramassé sur le sol).

Quand vous récoltez une plante parasite, cherchez et notez l'hôte, ou mieux, prélevez-en un échantillon si possible.

Les plantes aquatiques flottantes ou immergées, ainsi que les algues fines, se transforment en un amas indéfinissable lorsqu'elles sont récoltées sans prendre de précautions. Il faut donc les sortir de l'eau étendues sur une feuille de papier. Pour cela, on immerge la feuille sous la plante et on la soulève délicatement en laissant l'eau s'écouler, et la plante reste dans une position naturelle.

Après collecte, les spécimens doivent être pressés avant qu'ils ne se flétrissent, et avant que les fleurs ne se fanent, tombent ou se ferment. Bien que dans certains cas des plantes aient besoin d'être pressées immédiatement, la plupart se maintiendront suffisamment bien pendant quelques heures dans un sac en plastique transparent ou opaque (les sacs de farine ou de riz en nylon, ou ceux en jute sont cependant souvent plus faciles à trouver). Avec de l'expérience, un collecteur sait immédiatement si une plante doit être pressée sur place. Il est utile pour cela d'emporter une presse spéciale sur le terrain, pour presser dès la récolte les plantes les plus délicates, ou au moins leurs fleurs. On peut aussi mettre ces fleurs dans une feuille de papier essuie-tout pliée et les presser temporairement dans un cahier. Les spécimens les plus résistants peuvent être mis dans de grands sacs et pressés de retour à votre véhicule ou à votre camp de base. Quand vous utilisez des sacs, ne lâchez pas simplement vos spécimens, mais pliez-les à la longueur voulue pour une feuille d'herbier et placez-les fermement mais précautionneusement dans un sac. De cette façon, les échantillons ne se mélangeront pas et vous aurez moins de pertes. Pour vider un sac, renversez-le et laissez tomber doucement les spécimens sur le sol. Les plantes grandes et lourdes doivent de préférence être mises dans des sacs séparés. Bien entendu, la météo influe sur la durée pendant laquelle un spécimen reste en bon état. Les spécimens dans des sacs en plastique durent plus longtemps s'ils ne subissent pas trop de mouvements, s'ils ne restent pas exposés au soleil, s'il y a beaucoup de plantes dans le sac, et si l'ouverture est fermée avec une ficelle pour limiter l'évaporation. Dans certains cas, après une journée de collecte, des spécimens flétris peuvent être remis en état s'ils sont laissés dans l'eau toute la nuit et pressés le lendemain matin.

### **Echantillons dupliqués**

Les collecteurs récoltent et pressent souvent plus d'échantillons d'une plante que ce dont ils ont besoin pour leur propre herbier. Le matériel supplémentaire est divisé en jeux qui peuvent alors être envoyés à d'autres institutions comme cadeau ou, si des accords ont été pris antérieurement, en échange d'autres spécimens, de livres ou de matériel. Traditionnellement, le jeu de spécimens qui forme chaque échantillon est appelé un duplicata. Un échantillon constitué d'un seul spécimen est appelé un unicat. Les collecteurs qui ont récolté de grands jeux de duplicatas ont laissé un héritage très précieux. Les raisons principales de récolter des duplicatas sont les suivantes:

1) L'obtention de permis de récolte peut impliquer que le collecteur dépose un duplicata dans un herbier national ou régional. Même si cela n'est pas obligatoire, c'est une bonne habitude à avoir, car ces spécimens seront certainement très appréciés.

2) Si de nombreux duplicatas sont placés dans différents herbiers, les botanistes auront accès à vos spécimens sans avoir à perdre du temps à les emprunter ou à aller aux endroits où ils peuvent les trouver.

3) Les duplicatas envoyés à un spécialiste seront probablement déterminés rapidement et sûrement, et la valeur de chaque duplicata est rehaussée si un des spécimens a été identifié par un expert qui y a eu accès et travaille avec des collections reconnues. En

échange, la recherche en taxonomie bénéficie de vos récoltes, qui peuvent représenter une nouvelle population, et même une nouvelle espèce.

4) Plus la quantité de matériel auquel a accès un taxonomiste est importante, mieux il sera interprété.

5) Vous êtes susceptible d'échanger des spécimens avec des herbiers internationaux pour obtenir des duplicatas venant d'autres zones, ou dans certains cas contre des équipements ou des publications qui autrement seraient trop chères.

6) Si un désastre tel qu'un feu ou une guerre détruit vos spécimens dans un herbier (une situation qui s'est malheureusement répétée de nombreuses fois ces dernières décennies), vos efforts de récolte n'auront pas été vains si vous avez distribué des duplicatas autre part.

Le nombre de duplicatas que vous déciderez de récolter dépendra du nombre d'herbiers avec lesquels vous collaborez (vous aurez probablement un duplicata pour chaque institution, un pour votre collection, et au moins un de plus pour un expert), du temps que vous avez, et des possibilités que vous avez pour sécher et stocker les spécimens. En règle générale, récoltez cinq duplicatas au minimum, ou plus si vous suspectez qu'une espèce puisse être rare ou nouvelle, ou si vous avez la chance de récolter un bon spécimen d'une espèce qui risque d'être rare dans un herbier (échantillon d'une espèce ayant des fleurs à vie courte, ou fleurs ou fruits d'un grand arbre forestier récemment tombé par exemple).

### Notes de terrain

L'importance de bonnes notes de terrain sur les plantes récoltées ne sera jamais surestimée. Bien que beaucoup de collecteurs, contemporains ou non, n'aient pas donné le bon exemple, des notes détaillées et précises ajoutent énormément à la valeur d'un spécimen pour la recherche taxonomique, et peuvent aider à son identification. Surtout, des notes mal prises rendent un bon spécimen inutile. Des carnets de terrain sont essentiels: ils doivent être de petite taille, munis d'une couverture rigide pour offrir une surface ferme à l'écriture, et si possible résistants à l'eau. Il faut prendre les notes au crayon: le crayon ne part pas à l'eau, il est permanent et peut se gommer facilement. Les porte-mines sont toujours bien taillés, mais assurez-vous d'avoir des mines grasses (ayez-en de rechange). Comme pour toute prise de données, soyez attentif à être lisible - vous serez sans doute amené à envoyer une copie de vos notes à l'herbier qui stocke tous vos échantillons, afin qu'on puisse préparer les étiquettes: vos notes ne sont pas seulement pour vous. Si possible, gardez une copie à jour de vos notes en lieu sûr, au cas où votre carnet de terrain serait perdu, volé, mangé par les termites, transformé en nid de souris ou tout autre désastre.

Tout spécimen doit être accompagné d'une description brève et précise de la localité de récolte et de ses caractéristiques botaniques (celles qui ne seront pas conservées quand le spécimen aura été pressé et séché). Le nom du (ou des) collecteur(s) et la date de récolte doivent être notés, et un numéro unique attribué à chaque échantillon.

Les notes doivent être prises aussi méthodiquement que possible, de façon cohérente et suivie dans votre carnet, pour simplifier la transcription pour l'étiquetage des spécimens. Après avoir noté les caractéristiques du lieu (une localité couvre souvent plusieurs échantillons d'un site donné: indiquez clairement chaque changement de lieu), puis notez les détails pour chaque spécimen récolté à cet endroit. Certains collecteurs, particulièrement ceux qui n'ont pas assez d'expérience, aiment utiliser des formulaires vierges qui n'ont généralement pas assez d'espace pour prendre de bonnes notes: il est préférable de ne pas les utiliser.

Les notes doivent être prises sur le terrain, quand vous récoltez le spécimen. Appliquez la règle suivante: *noter chaque information qui ne sera plus apparente quand la plante aura été récoltée, pressée et séchée*. Par exemple, notez la couleur de la fleur ou du fruit, les odeurs ou les exudats, la hauteur des arbres ou toute autre caractéristique telle que les contreforts ou les racines-échasses. Cependant, vous devez être sélectif: le temps passé à prendre des notes doit évidemment être équilibré avec le temps passé à récolter et presser les spécimens. Parallèlement, les botanistes qui étudient et essaient d'identifier votre matériel doivent connaître certaines caractéristiques importantes que vous devez noter. La prise de notes doit donc être concise mais précise, et limitée aux caractères jugés

particulièrement importants. Laissez toujours une ligne ou deux entre chaque d'échantillon, afin que le nom, ses corrections éventuelles et d'autres notes puissent être ajoutés.

Des instructions détaillées sur le type d'informations nécessaires sont données ci-dessous.

### **Numéros d'échantillon**

Chaque échantillon doit avoir un numéro unique qui est noté dans votre carnet de terrain, et finalement sur l'étiquette d'herbier qui accompagne chaque spécimen. Le nom du collecteur et le numéro permettent de caractériser un échantillon particulier d'une espèce précise, récolté un jour précis en un endroit précis. La combinaison d'un numéro et d'un nom de collecteur ne doit être utilisée qu'une fois, donc même si vous récoltez la même espèce de plante à différentes époques mais au même endroit, chaque échantillon doit avoir un numéro différent. Les échantillons peuvent (et doivent) être référencés de façon croisée sur les étiquettes des spécimens. Les numéros doivent commencer à " 1 " et se suivre de façon continue en ordre croissant.

Quand deux collecteurs ou plus travaillent ensemble, on numérote habituellement avec le numéro de l'un d'entre eux, et on ajoute le nom de l'autre collecteur sur l'étiquette du spécimen. Ainsi le spécimen *Mackanga & Dimoto 1189* est le numéro 1189 de la série de récoltes de Mackanga, il a été noté dans le carnet de terrain de Mackanga, et Dimoto a pu l'aider à récolter et à presser le spécimen. Il vaut mieux décider à l'avance comment les spécimens vont être numérotés, et diviser le travail avant une expédition.

Dans les cas où l'on découvre qu'un numéro de spécimen recouvre plusieurs espèces qui seront séparées (cela arrive souvent avec les Bryophytes et les algues), il convient de les distinguer avec une lettre, par exemple Bouroubou 1431a, Bouroubou 1431b etc. Mettez bien à jour votre carnet de terrain.

La liste suivante donne des exemples du type d'informations qui doivent être données pour chaque spécimen. Les informations sur la localité et l'habitat seront notées une fois dans votre carnet de terrain, pour chaque endroit où vous avez collecté un ou plusieurs spécimen(s). Les autres informations sont spécifiques à chaque espèce récoltée.

### **Lieu**

Le lieu doit être donné aussi précisément que possible, avec les coordonnées géographiques et l'altitude obtenues par une carte ou en utilisant un GPS (Global Positioning System) et un altimètre. Essayez d'avoir des coordonnées précises à 10 secondes d'angle près, ou au centième de degré près si vous utilisez le système de degrés décimal, et une altitude précise à 50 mètres près. Vous devez décrire le lieu en donnant autant de détails que possible pour permettre à quelqu'un d'autre de relocaliser le même endroit. Le site même doit être décrit, par exemple " sommet de la colline derrière le campement forestier ", ou " 200 mètres à l'ouest de la source d'un petit ruisseau ", mais il faut éviter d'utiliser des repères non permanents dans la description, tels que des camps de chasse temporaires. Vous pouvez dessiner une carte schématique dans votre carnet, si cela clarifie les informations écrites. Quel que soit le cas, plus il y a de détails pertinents, mieux c'est - pensez à la façon dont vous décririez la localité à une personne qui désirerait y aller. Ces informations doivent être notées méthodiquement, et sont généralement inscrites en ordre croissant de précision sur les étiquettes des échantillons dans les herbiers.

### **Habitat et écologie**

Il faut noter:

- la topographie du paysage (montagneux, collines arrondies, plaines côtières etc.);
- la pente (horizontale, douce, modérée, forte etc.);
- la position par rapport à la topographie, par exemple sommet de colline, mi-pente, fond de vallée, et position dans un type de végétation, par exemple lisière de forêt;
- l'exposition (nord, sud, est, ouest, nord-ouest, est-sud-est etc.);
- le type de végétation (forêt dégradée, berge de rivière, forêt montagneuse etc. Voir page \*\*);



- le type de sol/roche;
- la disponibilité en eau/saturation en eau;
- la salinité, la basicité;
- l'association avec d'autres espèces (faire la liste des espèces adjacentes et des numéros de celles qui sont récoltées);
- le statut dans la succession de végétation - le site supporte-t-il une végétation de climax, une communauté pionnière, ou un stade de la succession?
- les dégradations, humaines ou autre.

### **Commentaires généraux pour chaque spécimen**

- abondance relative, dominance, nombre, courant ou non, isolé ou grégaire;
- variation de toute caractéristique de la population;

### **Ecologie de la reproduction**

- type de reproduction végétative (stolons, rhizomes etc.);
- pollinisateurs observés (des échantillons d'insectes avec des références croisées sont très précieux);
- dispersion des graines et des fruits (vent, eau, animaux, explosion);
- structure de la population - l'espèce est-elle représentée uniquement par des plantes matures, y a-t-il des plantules etc?

### **Aspect**

- type de végétal
  - herbe: plante non ligneuse enracinée dans le sol.
  - plante grimpante herbacée.
  - buisson: plante ligneuse se ramifiant au niveau du sol.
  - arbuste: plante ligneuse à un seul tronc de moins de 2 mètres de hauteur.
  - arbre: plante ligneuse à un seul tronc de plus de 2 mètres de hauteur.
  - plante grimpante ligneuse (liane).
  - Epiphyte: plante poussant sur une autre plante, particulièrement sur les grands arbres - peut être une fougère, une mousse, un lichen, une herbacée ou une plante ligneuse (par exemple le figuier étrangleur).
  - parasite: parasitant une autre plante et sans feuilles.
  - hémiparasite: parasitant une autre plante mais possédant des feuilles.
  - saprophyte: vivant sur de la matière organique en décomposition.
- forme générale (surtout arbres, arbustes et buissons), formation de touffes.
- mode de ramification.

### **Sève, latex ou résine**

- couleur, viscosité, quantité exsudant d'une tige coupée.

### **Odeur/parfum des fleurs, des fruits ou des blessures**

### **Organes souterrains**

- racine pivotante, racines fibreuses, tubercules sur les racines, extension des racines.
- rhizome - profondeur, longueur, espacement des racines;
- oignon, bulbe, tubercule - taille, forme et structure (présence d'une pellicule protectrice - tunique et écailles).
- couleur/texture/fermeté/humidité.

### **Tige et tronc**

- nombre de troncs;
- hauteur totale, diamètre à hauteur de poitrine (dbh, pour les arbres qui n'ont pas de branche jusqu'à environ 1,5 m du sol);
- hauteur de la première branche;
- contreforts;

- couleur de l'écorce, texture, épaisseur, couleur des lenticelles;
- dureté du bois, couleur, grain;
- couleur d'une entaille dans le bois, texture, odeur, exsudat etc.;
- aspect de la section - cannelée, circulaire etc.;
- distance internœuds;
- épines ou piquants persistants sur le tronc.

### **Feuilles**

- texture, odeur, couleur (deux côtés), brillance;
- exsudat, glandes, viscosité;
- orientation par rapport à la tige ou au pétiole, par exemple " pendulaire ";
- noter la taille et la silhouette globale des grandes feuilles quand une partie seulement est récoltée, comme avec les palmiers;
  - noter toutes les variations des feuilles, par exemple si les feuilles basales diffèrent des supérieures, si les jeunes ont une couleur différente des matures, ou si, comme souvent, les jeunes individus et les plantules ont des feuilles de forme différente.

### **Inflorescence**

- exsudat, glandes, viscosité;
- cauliflorie (fleurs poussant sur le tronc), ramiflorie (fleurs poussant sur les plus grandes branches), toute autre donnée sur la position, l'orientation ou la silhouette pouvant être perdue dans le spécimen séché;
  - couleur\* de l'axe.
  - notez la taille, la forme et la structure si seulement une partie peut être collectée.

### **Fleurs**

- noter s'il y a hétérostylie, ou si la plante est dioïque ou monoïque, examiner plusieurs individus si possible;
  - odeur;
  - exsudat, glandes, viscosité;
  - couleur\* et texture du calice;
  - couleur\*, nuances et texture de la corolle;
  - couleur\* des filets, anthères, ovaires, styles et stigmates;
  - comportement (par exemple ouvertes tôt ou fermées dès le milieu de la journée).

### **Fruits et graines**

- odeur;
- couleur\*, texture;
- taille, forme;
- couleur\* et texture du tégument de la graine;
- couleur\* et texture de l'arille;
- déhiscence (explosion, pourrissement).

\* la façon la plus précise de décrire les couleurs est de se référer à un nuancier tel que la " Horticultural Colour Chart " (1938) éditée par le British Colour Council et la Royal Horticultural Society (citez dans vos notes le nuancier précis que vous avez utilisé).

### **Terminologie descriptive**

Pour décrire les caractéristiques d'une plante, que vous l'ayez collectée ou non, il est important d'utiliser la terminologie adéquate. Par exemple, " fleurs rouges " peut prêter à confusion si les seules parties rouges de la fleur sont ses pétales. Les caractères qui sont souvent perdus ou modifiés quand une plante a été pressée et séchée doivent être décrits correctement, de même que les parties d'une plante qu'on ne peut pas récolter, par exemple le tronc d'un arbre. La figure\* donne la terminologie correcte pour une fleur typique de dicotylédone. Si vous n'êtes pas certain de la terminologie, incluez un schéma dans vos notes.

## Figure\* Fleur typique de dicotylédone

### Noms

Essayez de donner au moins un nom provisoire à chaque espèce sur le terrain, comme aide-mémoire. Même un terme descriptif comme “ légumineuse épineuse ” vous aidera à distinguer les spécimens s’il y a confusion après la mise sous presse. Ne perdez pas de temps à essayer d’identifier les plantes dans la nature, cela doit être fait plus tard, au camp de base ou à l’herbier, où vous avez accès à du matériel de référence et à de la littérature.

### Ethnobotanique

Des informations sur les noms vernaculaires et l’utilisation de certaines plantes peuvent être notées, mais vous devez toujours les obtenir d’un informateur de confiance ayant examiné la plante que vous collectez (montrez-lui la plante entière, de préférence *in situ*). Evitez de trop suggérer, les gens vous disent souvent ce qu’ils croient que vous voulez entendre, que cela soit vrai ou non. Avoir deux (ou plus) informateurs peut être utile, car ils pourront discuter des plantes et atteindre un consensus dans les cas douteux. Soyez diplomate avec vos informateurs, en leur expliquant pourquoi vous voulez les renseignements qu’ils donneraient gratuitement. Vous pouvez noter:

- les noms vernaculaires (notez bien la langue ou le dialecte);
- les aliments pour les hommes et les animaux;
- les utilisations en construction, tressage (paniers, toits), bois de feu, poison pour les poissons, fabrication de pirogues, d’outils, etc.;
- la pharmacopée;
- les utilisations folkloriques.
- les utilisations religieuses.

### Echantillons non séchés

Bien que le séchage soit le moyen idéal pour préserver la majorité des plantes, certaines, comme les orchidées et les plantes succulentes, font de mauvais spécimens séchés. Dans ces cas, il est judicieux de préserver vos échantillons dans l’alcool. Fleurs, inflorescences entières, fruits et rhizomes charnus peuvent aussi être utilement conservés ainsi: les inflorescences composées se déforment en éventail quand elles sont pressées, l’arrangement des involucre est perdu, ou l’aspect exact des segments de la corolle des papilionacées peut devenir obscur. Comme les spécimens gardent leur apparence naturelle dans l’alcool, les échantillons ainsi conservés sont précieux pour les illustrateurs. Ils fournissent également du matériel pour des analyses anatomiques et micro-morphologiques.

*Conservateurs:* Bien que de nombreux herbiers utilisent des mélanges d’alcool, de formol et d’acide acétique (voir Bridson & Forman, 1992), l’alcool à 70% est généralement facile à trouver et convient très bien. L’alcool distillé localement pour la consommation humaine, facile à se procurer dans beaucoup de pays, est une alternative temporaire acceptable.

Des pots et des fioles en verre avec des couvercles en plastique sont parfaits (les pas de vis en métal rouillent, et les bouchons en liège ne sont pas totalement hermétiques). Tous les échantillons en alcool doivent être référencés de façon croisée avec ceux qui sont séchés dans l’herbier, et étiquetés de la même façon, une étiquette écrite au crayon dans le récipient, une autre collée à l’extérieur, vernie pour la protéger si possible. L’évaporation doit être contrôlée régulièrement. Des sacs en plastique forts (sacs poubelle) peuvent être utilisés sur le terrain, mais les spécimens doivent être mis en bouteille dès que possible.

### Photographie et dessin

L’illustration est un très bon moyen d’augmenter l’utilité des échantillons. Des photographies de plantes dans leur habitat peuvent apporter autant d’informations que de longues descriptions. Les caractéristiques de l’aspect de grandes plantes, comme l’architecture d’un arbre, sont difficiles à décrire, des photographies de la plante entière ou des croquis sont alors très utiles. Les parties qui se pressent mal, comme les tiges ou les

feuilles succulentes, les fruits charnus ou les fleurs complexes peuvent aussi être décrits de façon précise par des croquis ou des photos. La couleur des fleurs et des fruits, les détails des motifs sont bien reproduits par des photographies en couleur (mais notez que certaines couleurs sont modifiées par les photos, notamment les nuances de bleu).

Les photographies et les schémas doivent toujours être référencés de façon croisée avec les spécimens, et soit collés aux feuilles d'herbier, soit conservés dans des classeurs qui réunissent tout le matériel d'illustration. L'étiquette accompagnant le spécimen doit indiquer qu'une photographie a été prise. Les diapositives offrent la meilleure qualité et sont les plus polyvalentes.

La photographie botanique de bonne qualité n'est pas facile, un appareil et des accessoires adéquats sont nécessaires. Il faut souvent utiliser un flash pour faire de bonnes photos, surtout dans la forêt ou pour les photos rapprochées. Cela permet de pallier les problèmes de faible profondeur de champ en lumière naturelle. Un morceau de tissu noir est très utile pour faire un arrière-plan neutre pour les spécimens isolés. Un objectif macro (pour prises de vue rapprochées) et un trépied peuvent aussi être utiles. Il existe de nombreux livres sur la photographie naturalistes pour ceux que ce sujet intéresse.

On fait généralement les croquis de terrain au crayon. Ils ne sont pas prévus pour être des oeuvres d'art, mais des dessins techniques décrivant certaines caractéristiques particulières qui seront difficiles à voir sur les spécimens séchés. Il est important d'utiliser du papier à dessin de bonne qualité, car le papier ordinaire peut mal se conserver. Ne refaites jamais un croquis, gardez l'original.

## **PRESSAGE ET SECHAGE**

### ***Principes généraux et méthodes***

La mise sous presse doit être faite dès que possible, après avoir terminé les notes de terrain (certaines personnes choisissent de prendre des notes préliminaires sur le terrain, puis de les compléter au camp de base). Si vous travaillez à deux, l'un de vous peut prendre des notes tandis que l'autre presse les spécimens (pour lesquels il n'y a plus de notes à prendre). Les spécimens sont pressés d'abord en étant placés dans une feuille de papier fin pliée en deux appelée chemise (le papier journal est parfait), en prenant en compte la taille finale de la feuille d'herbier (46 x 26 cm). Lorsque vous récoltez par temps pluvieux, égouttez l'excès d'eau avant de mettre sous presse.

Nettoyez avec précaution la terre des racines, en utilisant de l'eau si nécessaire, enlevez les parties indésirables et séparez les touffes en plus petits bouquets. Démêlez les tiges enchevêtrées des plantes grimpantes, leur support doit être enlevé complètement ou réduit au minimum.

Les spécimens ne doivent pas dépasser de leur chemise, il faut les recourber à l'intérieur si nécessaire. Les plantes trop longues pour rentrer dans la chemise doivent être pliées en " V ", " N " ou " W ". Ecraser ou pincer les tiges avant de les plier les rend moins susceptibles de se casser, les tiges épaisses peuvent être entaillées pour se plier plus facilement. On peut empêcher les chemises de s'ouvrir en les maintenant avec des morceaux de carton fendus. Les longs spécimens comme les lianes doivent simplement être enroulés dans l'espace disponible.

Certains spécimens peuvent être arrangés pour réduire leur épaisseur, pour éviter d'avoir trop de répétitions et pour exposer avantageusement certains caractères clés comme les fleurs, à condition qu'il reste suffisamment de matériel pour que la ramification, la disposition des feuilles et autres soient immédiatement visibles. Prenez garde de ne pas enlever l'extrémité de toutes les feuilles. Ne coupez pas un spécimen en plusieurs morceaux; essayez de garder les "connections organiques" autant que possible. Il est possible d'enlever certaines feuilles quand elles sont disposées en bouquets denses, mais il faut toujours laisser la base des pétioles attachée à la tige pour pouvoir les compter et observer leur disposition. Prenez garde de ne pas couper la base du pétiole et la zone d'attache à la tige d'une feuille composée. Disposez les spécimens de façon à voir les faces inférieures et supérieures des feuilles, mais essayez de conserver autant que possible l'orientation naturelle des différentes parties de la plante. Aucune feuille ne doit dépasser de la chemise - pliez et coupez s'il le faut.

Étalez les fleurs et les inflorescences pour montrer autant de vues que possible. Coupez certaines fleurs longitudinalement et pressez à plat pour montrer l'intérieur et ainsi éviter d'avoir à effectuer des dissections difficiles et préjudiciables aux spécimens séchés.

Les organes excessivement épais ou charnus tels que tiges ou fruits doivent être coupés en deux, en gardant les deux parties. Certaines plantes, comme celles à grandes feuilles (par exemple les palmiers) ou les plantes succulentes, présentent des problèmes particuliers pour le pressage: elles sont traitées plus bas.

## Figure

Ecrivez de façon visible avec un marqueur indélébile le numéro d'échantillon sur chaque chemise, à l'extérieur en haut à droite (la chemise étant verticale), ou accrochez une étiquette à chaque spécimen (et à chaque duplicata). Ecrivez les initiales du récolteur devant le numéro pour éviter des confusions quand les échantillons sont transférés dans un herbier, où le matériel d'autres récolteurs est également stocké. Les spécimens doivent rester dans leur feuille de papier journal jusqu'à ce qu'ils soient montés, pour éviter de les mélanger avec d'autres et de perdre de petits organes qui pourraient se détacher (particulièrement les graines). A chaque chemise ne doit correspondre qu'un numéro d'échantillon, utilisez d'autres chemises pour chaque duplicata récolté. Récoltez suffisamment de matériel, sans excès cependant, pour remplir chaque chemise duplicata, en évitant trop de chevauchement dans la chemise.

Une presse à plantes est constituée de deux cadres en bois légers, un peu plus grands que des feuilles d'herbier (environ 46 x 30 cm), entre lesquels les spécimens sont aplatis dans leurs chemises, en intercalant des " séchoirs " ou buvards (feuilles de papier absorbant) et des feuilles de carton ou d'aluminium ondulé, qui permettent d'aérer la presse et de garder les spécimens aplatis. Il faut disposer le carton de façon à avoir les ondulations en largeur, afin qu'elles soient verticales quand la presse est posée sur le côté dans un séchoir. Cela permet la circulation de l'air (les phénomènes de convection) dans la presse. Les feuilles de buvard et de carton ondulé doivent être de la même taille, de préférence aussi de la même taille que les cadres, ou un peu plus petits, et les chemises ne doivent pas être plus grandes que les buvards.

## Presse à plante de Kew

La façon habituelle de remplir une presse est la suivante: premier cadre, carton, buvard, chemise avec spécimen, buvard, carton, buvard, chemise et ainsi de suite. Terminez le sandwich avec buvard, carton et le second cadre. Maintenez serré fermement avec deux sangles, sans trop de force cependant: le but est de maintenir les spécimens plats pendant qu'ils sèchent, pas de les écraser pour en extraire l'eau !

En remplissant la presse, mettez toujours le côté numéroté du papier journal vers le haut. L'épaisseur de la presse est limitée par la longueur des sangles ou la taille du séchoir, mais évitez de trop remplir vos presses si vous voyagez sur de longues distances et sur de mauvaises routes, car elles risquent de devenir lâches et les spécimens peuvent être abîmés, ou la presse peut s'ouvrir. La presse est ensuite placée sur un séchoir. Une chaleur excessive rend les échantillons fragiles, mais trop peu de chaleur les laisse humides trop longtemps, et vous courez le risque de voir les feuilles tomber, les couleurs se faner, et la moisissure s'installer. La presse doit être contrôlée régulièrement, les buvards humides remplacés aussi souvent que possible. Les sangles doivent être retendues si nécessaire (elles deviennent presque toujours lâches quand les spécimens sèchent): une presse qui n'est pas suffisamment serrée donnera des spécimens tordus et recroquevillés, moins faciles à stocker et susceptibles de s'abîmer. Gardez la presse nette et propre. Certains collecteurs laissent leurs spécimens toute la nuit dans la presse et les réarrangent si besoin est le lendemain avant de commencer le séchage.

La presse est laissée au séchoir aussi longtemps qu'il faut pour que toutes les plantes sèchent complètement. Certaines mettront moins de temps que d'autres, elles devront être

retirées de la presse avec les feuilles qui les accompagnent quand elles seront sèches. Les spécimens secs doivent être stockés dans leur chemise.

S'il est impossible de commencer à faire sécher les plantes immédiatement, vos spécimens peuvent être conservés dans leur chemise indéfiniment, à l'aide d'alcool. Il faut les mettre dans des chemises comme s'ils devaient être pressés, puis attacher les chemises ensemble. Ces paquets seront placés dans de solides sacs en plastique et arrosés de suffisamment d'alcool à 70% pour humidifier complètement le papier, puis les sacs seront fermés. Chaque sac doit rester scellé jusqu'à ce que vous puissiez mettre les spécimens au séchoir. Vous disposerez alors les spécimens dans une presse et procéderez au séchage normalement. Il est important de s'assurer que les chemises ont été numérotées avec un crayon ou avec de l'encre insoluble dans l'alcool. Notez que des spécimens préparés de cette façon tendent à se décolorer, et que l'utilisation d'alcool présente un risque potentiel de feu. Cela détruit ou modifie certains composés chimiques, ce qui rend les spécimens moins utiles pour des analyses chimiques.

Lorsque vous bivouaquez à une certaine distance de la route, le poids représenté par des échantillons conservés dans l'alcool est prohibitif, il vaut mieux les sécher avant de les ramener avec vous. Peu de chercheurs de terrain en Afrique ont accès à des séchoirs à plantes faits sur commande, mais plusieurs modèles innovants ont été conçus au cours des années. Ils nécessitent tous une source de chaleur, comme le charbon de bois d'un feu de camp, ou un four à gaz ou à essence; il faut également un moyen d'isoler la presse de la source de chaleur pour éviter une trop grande chaleur ou même un incendie: on utilise généralement une étagère à une hauteur sûre (voir figure \*). Si il y a une source d'électricité, les radiateurs soufflants sont une bonne solution et produisent d'excellents spécimens; la presse et le radiateur sont enveloppés dans une bache épaisse qui canalise l'air chaud à travers la presse; la plupart des plantes sèchent en 24 heures environ. Si les plantes sont séchées sur le terrain, des précautions spéciales doivent être prises pour éviter de les abîmer pendant le transport, car les spécimens séchés sont plus fragiles que les spécimens frais ou en alcool.

### Camp de Kew

La plupart des herbiers insistent sur le fait que les spécimens apportés du terrain doivent subir une désinfection et une fumigation pour éviter d'introduire des insectes nuisibles aux collections. Les spécimens frais, partiellement séchés ou en alcool doivent être séchés dans un endroit isolé de l'herbier principal. Le matériel complètement sec peut être placé dans un *sac en plastique scellé* et mis à température très basse pour 48 heures au minimum, ou au four à micro-ondes (dans les deux cas, si les spécimens ne sont pas totalement secs, ils seront abîmés). Lorsque le sac en plastique est retiré du congélateur, il doit être laissé tel quel pendant quelques heures pour revenir à température ambiante avant de l'ouvrir et de le vider de son contenu.

#### ***Plantes présentant des difficultés pour la mise sous presse et le séchage.***

Bien que la plupart des plantes sèchent facilement et ne nécessitent aucun traitement particulier, certaines autres sont sources de problèmes et demandent une attention et des soins particuliers. Les plantes ayant des parties souterraines charnues, des tiges ou des feuilles succulentes ou des fruits grands et/ou charnus sont particulièrement problématiques. Non seulement ces plantes sont épaisses et difficiles à aplatir sans les écraser et les déformer, mais leur grande teneur en eau les rend lentes à sécher. De plus, le processus de déshydratation provoque des déformations considérables des organes charnus qui se recroquevillent en perdant leur humidité. Enfin, les plantes succulentes sont bien adaptées à supporter la sécheresse et résistent généralement à presque tous les efforts des collecteurs pour les sécher!

Beaucoup de collecteurs fuient ces plantes et les problèmes qu'elles posent, ce qui fait que les plantes succulentes par exemple sont sous-représentées dans les herbiers. Cependant la préparation d'un beau spécimen à partir d'une plante difficile est un challenge très satisfaisant lorsque vous comparez vos résultats avec les misérables spécimens qui existent

dans la plupart des herbiers. Bien évidemment, les plantes qui ne font pas de bons spécimens d'herbiers bénéficient beaucoup de la présence de notes de terrain détaillées, de l'addition de photographies ou de croquis et de la préparation de spécimens dans l'alcool. Les paragraphes qui suivent sont un guide des méthodes permettant de résoudre les problèmes causés par les plantes difficiles.

*Bulbes, oignons et tubercules* peuvent être coupés en tranches verticales et pressés séparément s'ils sont volumineux. Il ne faut mettre qu'un seul oignon par chemise.

Les *fruits charnus* peuvent aussi être coupés en tranches horizontales et verticales, pour montrer la forme, la structure interne, les protubérances etc. Les surfaces ayant été coupées tendent à adhérer au papier, des morceaux de papier paraffiné permettent de résoudre ce problème.

Les *graines* doivent être retirées du fruit et mises dans une enveloppe après séchage, pour ne pas les perdre si elles se détachent. Il est souvent plus aisé de trouver les graines dans un fruit charnu au moment de la récolte qu'après qu'il ait séché. Notez-le si vous procédez ainsi.

Les *plantes succulentes* peuvent également être coupées en tranches longitudinales ou transversales, mais sachez que les espèces les plus délicates s'aplatiront considérablement en séchant. Il faut les tuer avant d'une manière ou d'une autre. Une chaleur suffisante peut être le bon moyen, mais cela peut aussi faire gondoler le spécimen, qui deviendra très fragile. On peut aussi immerger la plante dans de l'alcool ou dans un acide comme le vinaigre ménager (l'addition de quelques gouttes de détergent par litre d'acide aide à imbiber le matériel) pendant une période dépendant de la taille des parties charnues. Une autre solution est de plonger les spécimens dans l'eau bouillante pendant quelques minutes, de laisser s'écouler l'eau en excès, puis de les presser. Certaines méthodes marchent mieux avec certaines plantes, provoquant moins de décolorations et de déformations: les essais et les erreurs sont la meilleure des écoles. En pratique, sur le terrain, vous ferez avec les moyens du bord. Il est généralement utile de presser d'autre part des plantes non traitées.

Les *tiges et les feuilles très épaisses* peuvent être fendues et les tissus mou enlevés après que les détails utiles ont été notés.

*NB: La méthode utilisée pour préparer le séchage des spécimens doit être notée sur l'étiquette, pour que les botanistes qui veulent entreprendre des études chimiques ou anatomiques puissent évaluer l'utilité de vos échantillons.*

Les *spécimens durs et épais* qui ne peuvent être tranchés, comme les grosses tiges, les fruits fibreux et les échantillons d'écorce peuvent souvent être séchés sans utiliser de presse. S'il faut les presser, mettez de la ouate ou du papier entre les parties épaisses pour s'assurer que la pression s'applique aussi aux parties fines dans la presse. Essayez de placer les spécimens dans la presse de façon à ce que les parties volumineuses de chemises successives ne soient pas les unes sur les autres. L'utilisation d'aluminium ondulé, si disponible, est préférable pour presser ces spécimens car le carton risque de se déformer et ses ondulations de s'écraser.

Les *plantes à épines* ont souvent de longs piquants saillants de tous côtés. Si certaines épines doivent être coupées, essayez d'en garder autant que possible, en les courbant sur le côté afin qu'elles soient toutes sur le même plan. Prenez des notes sur leur orientation.

Les *très grandes plantes* sont impossibles à presser entièrement. Des morceaux d'une taille adéquate doivent être prélevés et pressés, mais il vous faut prendre garde à ne pas les fragmenter de façon injustifiée. Lorsque vous coupez des tiges, des feuilles ou des folioles, veillez à laisser quelques millimètres avant la coupure pour en montrer l'emplacement. Lorsque vous mettez de très grandes plantes sous presse, faites plusieurs feuilles plutôt qu'une seule remplie de matériel. Les palmiers (Arécacées) et certaines autres plantes qui ont d'énormes feuilles et d'énormes inflorescences sont particulièrement problématiques. Dans ce cas, des fragments représentatifs de chaque partie doivent être collectés sans oublier la base de la feuille, la gaine, la section centrale et l'apex, ainsi que des fragments représentatifs de l'inflorescence.

Préparer un bon spécimen d'une grande espèce de plante peut prendre plusieurs heures, mais des fragments non représentatifs préparés à la hâte sont pratiquement inutiles. Des spécimens de grandes plantes doivent parfois être montés sur plusieurs cartons dans l'herbier: dans ce cas numérotez chaque feuille avec le même numéro d'échantillon et avec un numéro de fragment unique, par exemple *Diabata 428, feuilles 1 à 3*. Ces spécimens doivent être accompagnés de notes détaillées comprenant les mesures totales et/ou des croquis et des photographies de la plante entière.

Les *fleurs délicates* (par exemple beaucoup de Balsaminacées, Convolvulacées, Marantacées, Zingibéracées etc.) posent plusieurs problèmes:

- elles doivent être pressées dès que possible;
- elles se recroquevillent presque instantanément si leur chemise est ouverte avant qu'elles ne soient sèches;
- elles collent souvent à la chemise une fois sèches.

Si possible, d'autres fleurs doivent être récoltées et placées dans du tissu ou du papier paraffiné, ou encore montées sur du carton gommé. N'ouvrez pas les chemises avant d'être sûr que les fleurs sont sèches (marquez-les pour les distinguer des autres spécimens). Conservez certaines fleurs dans l'alcool, faites des dessins et/ou prenez des photographies si cela est possible.

Les *fleurs de structure complexe* comme celles des Orchidées doivent idéalement être conservées dans l'alcool. Leur couleur, leur parfum et leur dessin doivent être attentivement notés. Certaines fleurs peuvent être disséquées et montées sur des cartons gommés, ou ouvertes et pressées séparément.

Les *inflorescences de fleurs composées* comme celles des Astéracées doivent être pressées de façon à montrer les faces inférieures et supérieures. Il faut essayer de récolter des capitules matures, en fructification et en floraison. Certaines inflorescences peuvent être ouvertes et pressées telles quelles.

Le *noircissement des spécimens* existe pour beaucoup de familles de plantes, et est commun chez certaines Orchidées et Scrophulariacées. Pour ces plantes, des réactions chimiques dues à la présence d'iridoïdes font noircir l'ensemble de la plante qui perd toute sa coloration. Il n'y a pas grand-chose à faire, si ce n'est sécher les plantes rapidement et prendre des notes détaillées, faire des dessins et/ou prendre des photos qui permettront de connaître les couleurs originelles.

L'*abscission des feuilles* apparaît chez beaucoup de plantes dans les heures qui suivent la récolte, c'est la réponse naturelle de la plante au stress. Les espèces de *Ficus* y sont particulièrement sujettes. Il est recommandé de sécher rapidement ces plantes à la chaleur pour tuer les spécimens et prévenir l'abscission, ou d'utiliser les techniques recommandées pour les plantes succulentes.

### ***La préparation des échantillons de champignons***

Seuls les champignons en bon état doivent être récoltés. Ils doivent être placés dans une boîte à fond plat pour minimiser les dégâts, et tenus séparés sur le terrain, de préférence enveloppés dans du papier journal, ou pour des champignons plus petits et délicats, dans des containers séparés. Évitez d'utiliser des sacs en plastique. Il est important de récolter le champignon en entier, y compris la base du stipe et la volve. Les espèces parasites doivent être récoltées avec suffisamment de la plante hôte pour permettre sa détermination.

## **Champignon**

Si possible, il faut faire des recherches pour obtenir tous les stades de développement. L'habitat doit être noté pour chaque échantillon, ainsi que les plantes associées et le type de sol. Des notes précises doivent être prises sur le matériel frais, indiquant la couleur, les changements de couleur au séchage et aux meurtrissures, la couleur de la chair coupée, la présence et la couleur de tout latex ou exsudat, la consistance, l'odeur, la taille de la partie fructificatrice, les pubescence et leur localisation, et pour les Agarics une note sur la présence ou l'absence de stries au bord du pileus. Des photos du matériel frais sont



souhaitables, ainsi qu'une de la section verticale pour montrer le type d'attachement des lamelles.

Une *empreinte des spores* d'au moins un spécimen de chaque échantillon doit être faite pour les grands champignons. On les obtient en plaçant la partie fructificatrice (sans le stipe pour les Agarics), l'hyménium vers le bas, sur une feuille de papier ou du verre, pendant toute une nuit. Le champignon doit être placé sous un récipient en verre retourné pour éviter qu'il ne sèche. Pour les Agarics à lamelles blanches, un papier noir ou brun doit être utilisé pour faire apparaître les spores blanches. Il faut ensuite fixer l'empreinte à l'aide d'un fixateur à dessin (ou à défaut, de la laque à cheveux), en pulvérisant au-dessus et horizontalement, afin de ne pas déplacer les spores. Les empreintes des spores doivent être numérotées et référencées de façon croisée avec les spécimens.

Il est important de faire sécher les champignons aussi rapidement que possible après la récolte car cela aide à conserver la forme et la couleur, et empêche le matériel de s'abîmer. Les plus grands Agarics peuvent être coupés en deux pour faciliter le séchage. Le meilleur moyen est de faire passer sur le matériel un flux constant et rapide d'air chaud (40°C environ). Si la température est trop basse, les larves d'insectes risquent d'éclore, si elle est trop chaude le champignon va cuire. On ne met évidemment pas les champignons dans la presse à plantes. Les disposer sur un grillage au-dessus d'un radiateur ou d'un brûleur à gaz est idéal.

Les spécimens doivent être conservés dans des boîtes en carton de tailles diverses, car ils sont fragiles et cassants. Evitez les boîtes en plastique ou en métal. Les champignons séchés sont particulièrement sensibles aux attaques d'insectes et doivent être congelés dans un sachet en plastique fermé pendant 48 heures avant d'être mis avec d'autres spécimens.

#### ***La préparation des échantillons de lichens***

Les lichens doivent être préparés comme les champignons. Ils doivent être emballés individuellement dans du tissu sur le terrain pour éviter de les abîmer, séchés rapidement et éventuellement placés dans des enveloppes en papier avec une étiquette. Ils ne doivent jamais être pressés.

- les lichens foliacés (ressemblant à des feuilles) et crustacés doivent être récoltés avec une partie de leur substrat. Ils ne doivent jamais en être retirés car cela abîmerait le thalle et les rhizines.

- les espèces ramifiées (lichens fruticuleux) doivent être récoltées avec les parties basales intactes.

- les espèces saxicoles (étroitement fixées aux rochers) doivent être récoltées en utilisant un marteau et un burin ou une lame de couteau, pour ne pas les séparer de leur substrat. Le type de roche doit être noté.

#### ***La récolte des algues et des plantes aquatiques délicates***

Les algues et les plantes marines fragiles doivent être récoltées en marchant dans l'eau pour les espèces littorales (marée basse de printemps) ou en plongeant pour les espèces sublittorales (marée haute). Il est aussi important de noter l'habitat et le lieu pour les algues que pour les plantes terrestres. Elles doivent être pressées et séchées dans une presse à plantes, mais du fait de leur taux d'humidité, elles sont difficiles à sécher et sensibles aux attaques des champignons: changez fréquemment les buvards, ainsi que le carton ondulé. La meilleure façon de les récolter consiste à les poser directement sur du papier de bonne qualité auquel elles adhèrent, ce papier étant finalement collé au carton de présentation sans qu'il y ait besoin d'utiliser de colle ou de papier adhésif pour l'algue. Le papier paraffiné peut être utile pour empêcher le spécimen d'adhérer à la chemise. Les spécimens petits ou fragiles peuvent être déposés sur du papier et arrangés avec un pinceau. Pour les spécimens épais, la pression doit être faible au départ, puis augmentée graduellement pendant quelques jours, tandis que l'échantillon sèche.

#### ***La préparation d'échantillons de Bryophytes***

Placez les Bryophytes (mousses et hépatiques) dès que possible dans des sachets en papier, et ne les laissez jamais longtemps dans des sachets en plastique, car ceux-ci

encouragent le développement des moisissures. Les entrelacements et les coussins de Bryophytes sont souvent formés de plusieurs espèces, parfois avec une espèce dominante et plusieurs peu visibles. Essayez de séparer toutes les espèces avant qu'elles ne sèchent, ou envoyez tout le matériel à un spécialiste qui pourra séparer les espèces pour vous. Les spécimens doivent être séchés dès que possible à une température assez basse, car les hautes températures peuvent provoquer la déformation de la structure des cellules (et donc des spécimens). Ils ne doivent pas être pressés, mais laissés à sécher dans leurs enveloppes/sachets ouverts, dans un endroit bien ventilé. Les mousses sont généralement mises dans des enveloppes avec une étiquette plutôt que collées sur un carton.

### ***La préparation de spécimens de Ptéridophytes***

Comme les Ptéridophytes (fougères) non fertiles sont très difficiles à identifier, il ne faut récolter que des spécimens portant des spores (idéalement, les spores doivent être mûres, c'est-à-dire que les sporanges doivent libérer des spores). Il est aussi important de récolter des morceaux de rhizomes, car leur aspect, rampant ou dressé, et leur couverture d'écailles ou de poils donne des indices très importants pour l'identification. Notez aussi la présence ou l'absence de racines aériennes. Les informations sur les frondes doivent donner:

- la longueur et la largeur de la fronde, la longueur du stipe (pour les grandes fougères dont on ne peut pas récolter une fronde entière);
- le nombre de frondes poussant ensemble;
- si elles sont produites de façon synchrone ou séquentielle;
- combien forment un verticille complet.

Pour les fougères arborescentes:

- l'angle qu'elles font avec le tronc;
- si elles tombent du tronc quand elles meurent;
- comment sont-elles espacées sur le tronc ou le rhizome;

Certaines petites fougères poussant en groupes peuvent vivre en associations avec d'autres espèces, leurs rhizomes étant entremêlés: elles doivent être examinées attentivement et séparées avant le séchage. Dans certains cas les frondes peuvent être trop grandes pour rentrer dans une feuille d'herbier: les pennes de tout un côté peuvent alors être enlevées, en en laissant juste assez pour voir leur position. Notez que chaque côté de la fronde doit être visible une fois que le spécimen a été préparé: le matériel doit être pressé en conséquence.

### ***Transport des spécimens secs***

Lorsque vous ouvrez la presse, mettez de côté les spécimens qui ne sont pas complètement secs avec leurs cartons, tous ensemble, plutôt que de les disperser dans une autre presse en cours de constitution, et remettez-les sur le séchoir (les buvards humides peuvent être remplacés par des secs si nécessaire). Quand toutes les feuilles sont sèches, mettez les duplicatas d'un échantillon ensemble - ouvrez la première chemise et placez dedans les autres, toutes les ouvertures du même côté, les numéros vers le haut, de façon à être vus facilement. En enlevant les spécimens de la presse, maintenez-la à plat, ou l'ouverture vers le haut, afin que les fleurs et les fruits qui se sont détachés tombent en sécurité dans la pliure. Ordonnez tous les spécimens d'après leur numéro, en vérifiant en même temps que toutes les feuilles ont été correctement numérotées. Puis séparez les spécimens qui doivent être envoyés à différentes institutions de ceux qui seront conservés sur le terrain. Notez dans votre cahier d'échantillons ainsi que sur la chemise extérieure quels duplicatas ont été retirés, et pour quelles institutions (par exemple, -LBV, -MO, -WAG etc.).

Tous les spécimens à envoyer doivent être rassemblés en paquets d'environ 20 cm d'épaisseur. Chaque paquet doit être enveloppé fermement dans du papier journal pour éviter que le spécimen glisse, puis fermé avec de la ficelle ou du ruban adhésif de la façon suivante: rentrez deux feuilles entières de papier journal pliées en deux l'une dans l'autre, placez le spécimen au milieu, repliez le journal autour et liez fermement. Notez votre nom, le premier et le dernier numéro des échantillons contenus dans le paquet, et mettez plusieurs paquets étroitement attachés dans une solide boîte en carton. S'ils risquent de voyager ou d'être

stockés longtemps, ou d'être exposés à l'humidité, mettez les paquets dans des sacs en plastique avec de la naphthaline (si vous en avez), à l'intérieur du carton. Ajoutez les grands fruits ou les autres organes qui ont été séchés séparément ou préservés dans l'alcool. Si vous expédiez des spécimens à un herbier plutôt que de les apporter vous-mêmes, assurez-vous d'avoir envoyé avec votre paquet toutes les informations requises par cette institution, et prévenez le destinataire quand le paquet a été envoyé. Informez-vous auprès de l'herbier national ou du ministère de la recherche du pays où vous collectez, ainsi qu'auprès de l'herbier où vous envoyez des échantillons, pour savoir si des permis spéciaux d'importation ou d'exportation sont nécessaires.

### ***Un herbier de terrain***

Bien qu'il soit fortement recommandé de déposer des duplicatas de vos échantillons dans des herbiers actifs et soigneux, il est extrêmement utile d'avoir un herbier de terrain. Cela vous permettra de savoir quelles espèces ont ou n'ont pas été récoltées dans votre zone, et servira de référence aux visiteurs ainsi qu'aux nouveaux chercheurs et aux équipes de terrain. Il est peu probable que vous ayez la possibilité de gérer un herbier selon les standards internationaux, bien qu'y parvenir soit l'idéal. Si vous songez à vous embarquer dans une telle entreprise, les livres dont les références sont données à la fin de ce chapitre vous apporteront des informations et des conseils utiles. Avant de commencer, nous vous conseillons de visiter l'herbier national de votre pays et de passer quelque temps avec son conservateur, pour apprendre les principes de base de la préparation et des soins aux spécimens d'herbier. "The Herbarium Handbook" (Bridson & Forman, 1992), est une bonne introduction générale au sujet.

L'alternative la plus pratique et la moins encombrante pour créer un bon herbier de terrain est de ne prendre que des petits spécimens pouvant être montés sur du papier A4 et stockés dans un porte-fichier standard. Ce système s'est montré particulièrement efficace pour beaucoup de botanistes inexpérimentés qui commençaient l'étude de la flore tropicale. Cela permet de plus de garder les spécimens infertiles, les feuilles d'arbres à houppier élevé tombées à terre et les petites branchettes lâchées par les singes etc., en attendant de pouvoir récolter un spécimen fertile pouvant être envoyé à un herbier (figure \*\*). De tels fichiers sont suffisamment petits pour pouvoir être stockés dans des boîtes hermétiques avec du gel de silice et de la naphthaline pour les protéger de l'humidité et des insectes (notez que le gel de silice doit être chauffé périodiquement pour renouveler ses propriétés dessicatrices). Si vous disposez de place et si vous voulez faire un herbier plus "high tech", une pièce climatisée et fermée est idéale sous les tropiques humides, surtout si elle peut être désinfectée quand les attaques d'insectes deviennent un problème. Une autre solution est de garder la pièce très chaude, en utilisant un système adapté de celui de l'herbier du CEFRECOF en forêt d'Ituri, au Zaïre (figure \*\*).

### **Figure: feuille d'herbier de LJTW feuille d'herbier du CEFRECOF**

Bien que nous ne parlions pas en détail du montage et des soins à apporter aux spécimens dans les herbiers, il vous sera utile de savoir comment vos échantillons seront traités quand vous les aurez envoyés.

### ***ETIQUETAGE DES SPECIMENS EN HERBIER***

L'étiquette qui sera finalement attachée à la feuille d'herbier est aussi importante que le spécimen lui-même: sans elle, votre échantillon séché n'est qu'un peu de foin ! Elle donne les informations essentielles qui ne sont pas fournies par le spécimen lui-même, transcrites à partir de vos notes de terrain. On présente généralement ces informations dans un ordre uniforme et logique, pour faciliter un examen rapide. Les étiquettes sont faites de papier archive de bonne qualité, avec de l'encre indélébile (ou un autre type d'impression). Notez que les stylos à bille ne sont pas recommandés, car leur encre se ternit au cours du temps. Les étiquettes sont attachées sur le coin inférieur droit du carton sur lequel votre spécimen est monté (voir figure \*\*\*). La figure \*\*\* montre une étiquette typique.

**Spécimen de D. lopense**  
**Etiquette de D. lopense**

<b>SELMAR SCHONLAND HERBARIUM (GRA)</b>	1
Flore d'Afrique du sud Eastern Cape Province. 3226 DB. Amatole Mountains, Menziesberg. Colline à l'est du sommet principal. 32°37'10''S, 25°53'35''E, 1460m.	2
<b>ASTERACEES</b> <i>Senecio affinis</i> DC.	9411000/1000 3
Herbacée vivant en touffes dans les prairies, peu commune. Bractées en involucre avec des marques noir violacé à proximité de et sur l'apex. Stries jaune vif, devenant brun violet. Corolle en disque translucide, jaune pale.	4
<i>P.B. Philipson et D. James</i> 3189	5
3/02/1989	6
5 duplicatas	7

1. Nom de l'herbier, avec l'abréviation internationale entre parenthèses.
2. Localisation, en ordre croissant de précision (contraire d'une adresse), avec la latitude, la longitude, l'altitude et des notes sur l'habitat et l'écologie.
3. Nom de la plante (autant qu'il a pu être déterminé), comprenant la famille et le numéro de code (s'il y en a un).
4. Autres données sur la plante ne pouvant être obtenues par le spécimen séché.
5. Nom du (des) récolteur(s) et numéro d'échantillon.
6. Date de récolte.
7. Nombre de duplicatas récoltés.

Figure\*\*: Etiquette de spécimen typique, transcrite à partir des notes de terrain de la figure \*\*, après identification.

### **MONTRE LES SPECIMENS**

Les spécimens sont montés dans les herbiers pour:

1. Exposer le spécimen et les données de façon à pouvoir observer le maximum de caractéristiques.
2. Préserver le spécimen en l'attachant de façon sûre à une surface solide, tout en permettant d'en retirer de petits fragments pour des études plus détaillées.

Quand le récolteur a donné des spécimens dans leur chemise à un herbier, les étiquettes sont préparées et les spécimens sont montés. On demande généralement au récolteur de préparer lui-même ses étiquettes. La plupart des herbiers utilisent un matériel standard pour cela, mais il n'est pas toujours possible de se le procurer sur le terrain, et vous pouvez être contraint de faire votre herbier de terrain avec ce que vous trouvez sur place:

- Cartons de présentation (46 x 26 cm): carton blanc de bonne qualité (qualité archives), de préférence sans acide et 100% chiffon (fibre), mais le coût peut être prohibitif;
- petits morceaux de papier blanc de bonne qualité, utilisés pour faire des enveloppes (sachets à échantillons), pour stocker des fragments de spécimen. Les enveloppes normales ne sont pas recommandées car le matériel fragile peut être abîmé quand il en est retiré.
- papier collant pour fixer le spécimen au carton. Le spécimen peut également être collé au carton. Evitez le ruban adhésif type scotch, le sparadrap ou le papier ordinaire. Le papier pré-encollé en rouleau est coupé en bandes à l'herbier.
- les spécimens peuvent aussi être fixés en les cousant: du fil de lin fort est recommandé, le fil de coton n'étant pas une bonne solution.

Une fois montés, les spécimens sont posés sur les étagères de l'herbier (parfois appelées casiers), selon un système précis. Dans la plupart des herbiers, chaque spécimen est placé avec les autres de la même espèce dans une chemise en papier appelée *feuille d'espèce*, ces feuilles étant ensuite placées par ordre alphabétique dans chaque genre; les genres sont ensuite classés par ordre alphabétique ou taxonomique. Certains herbiers importants ont des feuilles d'espèce séparées pour les spécimens de chaque espèce venant de régions différentes, et les spécimens sont parfois disposés dans les feuilles d'espèce par ordre de date de récolte, par ordre alphabétique de nom de récolteur, ou géographiquement. Le but est de stocker les spécimens de façon sûre avec un système qui facilite les recherches ultérieures d'informations.

### APPENDICE 3: LECTURES SUPPLEMENTAIRES

#### Références générales

- Archer, W.A. 1945. *Collecting data and specimens for study of economic plants*. U.S. Department of Agriculture, Misc. Publ. 568: 1-52.
- Barghoorn, Elso S. 1943. Collecting and preserving botanical materials of archaeological interest. *American Antiquity* 9: 289-294.
- Bridson, D. & Forman, L. 1992. The herbarium handbook. Royal Botanic Gardens, Kew.**
- Coville, Frederick V. N.d. Directions for collecting specimens and information illustrating the aboriginal uses of plants. *U.S. National Museum, Bull. 39 (Part J)*: 1-8.
- Derr, H.B. and C.H. Lane. 1914. Collection and preservation of plant material for use in the study of agriculture. *U.S. Department of Agriculture, Farmer's Bull. 586*: 1-24.
- Forman, L. and D. Bridson, 1989. *The Herbarium Handbook*. Royal Botanic Gardens, Kew.
- Fosberg, F.R. 1960. Plant collecting as an anthropological field method. *El Palacio* 67 (4): 125-139.
- Fosberg, F.R. and M. Sachet. 1965. Manual for tropical herbaria. *Regnum Veget.* 39: 1-132.
- Hicks, Arthur J. and P.H. Hicks 1978. A selected bibliography of plant collection and herbarium curation. *Taxon* 27 (1): 63-99.
- Jain, Sudhansu K. 1977. *A handbook of field and herbarium methods*. Today and Tomorrow Printers & Publ., New Delhi. 157 p
- Martin, G.J. 1995. *Ethnobotany*. Chapman and Hall, London.
- Mirov, N.T. and C.J. Kraebel. 1939. Collecting and handling seeds of wild plants. *Civilian Conservation Corps. Forestry Publ. 5*: 1-42, Washington D.C.
- Polunin, Nicholas. 1949. Instructions for collecting and preserving plant specimens in the Arctic and Subarctic. *Arctic Unfolding*: 308-312.
- Radford, A.E., W.C. Dickison, J.R. Massey and C.R. Bell, 1974. *Vascular Plant Systematics*. Harper and Row, New York.
- Saville, D.B.O 1962. Collection and care of botanical specimens. *Canada Department of Agriculture, Publ. 1113*: 1-124.
- Wagstaffe, Reginald and J.H. Fidler. 1968. *The preservation of natural history specimens. Vol.2, Part 3 - Botany*. H.F. and G Witherby Ltd., London 404p.

Womersley, J.S. 1980. Manual for plant collecting and herbarium development. *FAO, Field Doc. 23*: 1-147.

Womersley, J.S. 1981. Manual for plant collecting and herbarium development. *FAO Plant Production and Protection Paper 33*: 1-137.

### **Collecte**

Blumer, J.C. 1907. A simple plan for collectors of ecological sets of plants. *Plant World 10*: 40-42.

Collis, D.G. and J.W.E. Harris. 1973. Line throwing gun and cutter for obtaining branches from tree crowns. *Canadian Journal of Forestry Research 3*: 149-154.

Corner, E.J.H. 1940. Botanical monkeys. *M.A.H.A. Magazine 10*: 147-149.

Corner, E.J.H. 1946. Botanical monkeys. *Zoo Life, Bull. Zool. Soc. London 1*: 89-93.

Culberson, William L. 1976. Water purification for field botanists. *Systematic Botany 1*: 194.

Hyland, B.P.M. 1972. A technique for collecting botanical specimens in reain forest. *Flora Males. Bull. 26*: 2038-2040.

Kajewski, S.F. 1933. Botanical collecting in tropics. *Contributions Arnold Arboretum 4*: 103-108.

Oskins, Wanda. 1982. Collecting plant specimens (an outline with appendice). *Erigenia 1*: 9-21.

Thomas, R. Dale. 1971. Collecting vascular plants in the habitat near the ground, or, locating and collecting belly plants. *Castanea 36(2)*: 148-149.

### **Mise sous presse**

Anonyme, 1876. How to apply pressure in making botanical specimens. *Botanical Gazette 1 (6)*: 21.

Bessey, E. 1886. Disposition of thick specimens. *Botanical Gazette 11(6)*: 157.

DeLanghe, J.E. 1972. Preparation of thick or succulent plants for the herbarium. *Nat. Belg. 53*: 508-509.

Nichols, George S. and H. St John. 1918. Pressing plants with double-faced corrugated paper boards. *Rhodora 20*: 153-160.

Stevens, F.L. 1926. Corrugated aluminium sheets for the botanists press. *Botanical Gazette 82*: 104-106.

### **Récolte et mise sous presse de plantes spécifiques.**

Dransfield, J. 1986. A guide to collecting palms. *Ann. Missouri Bot. Gard. 73*: 166-176.

Engelmann, George J., et al. 1886. How to collect certain plants. *Botanical Gazette 11(6)*: 135-150.

Furtado, C.X. 1940. Collecting of rattans. *Garden Bulletin Straits Settlement 9*:156.

Griffiths, David. 1907. Preparation of specimens of *Opuntia*. *Plant World 9*: 278-284.

Lellinger, D.B. and E.R. DeLaSota. 1972. Collecting ferns in the Choco, Colombia. *American Fern Journal 62*: 1-8.

MacDougall, T. 1947. A method for pressing cactus flowers. *Cactus and Succulent Journal 19*: 188.

Morong, T.L. and E.J. Hill. 1886. How to collect certain plants. Aquatic plants (Naiadaceae, etc.). *Botanical Gazette 11*: 139-141.

Soderstrom, Thomas R. and S.M. Young. 1983. A guide to collecting bamboos. *Annals Missouri Botanical Garden 70*: 128-136.

Stirton, C.H. 1981. Notes on the taxonomy of *Rubus* in southern Africa. *Bothalia 13*: 331-332.

Stone, Benjamin C. 1983. A guide to collecting Pandanaceae. (*Pandanus*, *Freycinetia*, and *Sararanga*). *Annals Missouri Botanical Garden 70*: 137-145.

## Séchage

Beard J.S. 1968. Drying specimens in humid weather. *Taxon* 17: 744.

Botha, D.J. and Coetzee. J. 1976. A portable drier for herbarium specimens. *South African Journal of Botany* 42: 41-44.

## **CHAPITRE 9**

### **DESCRIPTION ET INVENTAIRES DE VEGETATION**

Lee White & Ann Edwards

#### **Pourquoi étudier la végétation?**

La recherche et les activités de conservation dans les forêts pluviales africaines sont plutôt tournées vers les animaux, et en particulier les grands mammifères et les oiseaux. Cependant, on ne peut pas occulter le fait que par leur nature intrinsèque, ce sont les plantes qui définissent l'environnement forestier. Les forêts pluviales tropicales abritent une grande diversité d'espèces de plantes, d'aspects et de modes de vie très variés. Les plantes fournissent l'habitat, la nourriture et le support aux diverses espèces qui composent la forêt; la composition et l'histoire de la végétation ont une profonde influence sur les densités et les distributions des animaux; les rythmes saisonniers de production des plantes déterminent les périodes d'accouplement et de mises bas, ainsi que les migrations animales. De plus, la diversité des plantes tend à être corrélée avec la diversité spécifique globale, et comme une grande quantité de travail taxonomique a été entreprise sur les plantes dans de nombreuses régions (même si nos connaissances sont très loin d'être exhaustives), les plantes sont généralement plus étudiées que d'autres groupes très riches comme les insectes.

De plus, les plantes sont utilisées de nombreuses manières par les humains. Les exploitants forestiers coupent et enlèvent de grands arbres; les communautés locales utilisent beaucoup de plantes récoltées en forêt, pour la nourriture, les produits médicinaux ou les matériaux de construction, et ces produits font l'objet d'un commerce. Si de telles activités sont autorisées dans une aire protégée, où si elles y ont lieu de façon illégale, l'impact de l'extraction des ressources végétales doit être étudié pour savoir si les stratégies de gestion sont efficaces.

#### **INVENTAIRE BOTANIQUE**

L'inventaire est le premier pas indispensable de toute étude de la végétation, et peut être entrepris à la fois par les chercheurs et les gestionnaires. C'est également un exercice utile en lui-même:

- il donne des informations biologiques sur la diversité et le caractère exceptionnel d'une zone. Il est aussi une des composantes principales de toute classification de la végétation ou étude cartographique, recherches qui ont des applications évidentes en gestion;
- il est une base pour toute recherche écologique ou socio-économique future: pour comprendre le régime alimentaire d'un animal, l'impact de l'exploitation forestière sur un habitat (voir encart 9.1.), la disponibilité en nourriture pour les frugivores ou l'utilisation de plantes médicinales par les hommes, il faut pouvoir identifier les plantes;
- il est une science utile en elle-même, car la végétation des forêts pluviales d'Afrique est loin d'être complètement documentée, et les données de distribution sont assez rares;
- il peut être entrepris à n'importe quel rythme et à toute période de l'année, selon le temps et le personnel disponible;
- il constitue un bon exercice d'entraînement, qui vous permet de vous familiariser avec la botanique de votre zone de travail;
- la réalisation d'un inventaire botanique implique de former du personnel pour reconnaître et collecter les plantes; avec les connaissances acquises, ce personnel pourra mieux entreprendre d'autres formes de suivi en botanique et de cartographie de la végétation, exposées plus bas.

La réalisation d'une liste de plantes est cependant une entreprise de taille, car il y a sans doute au moins 2000 espèces dans la plupart des aires protégées dans la zone de forêt pluviale en Afrique. Il est généralement plus facile de collaborer avec un herbier national ou international, qui peut se charger d'une grande partie de la collecte, de la préservation et de l'identification des échantillons. Avant de commencer un inventaire, essayez de contacter des institutions ou des personnes qui ont récolté dans votre région, de façon à savoir combien de spécimens existent déjà, et où ils ont été récoltés. Cela vous donnera des indications sur ce qui est déjà connu dans une zone donnée, et où il y a des lacunes. Après avoir compilé ces informations, vous serez plus en mesure d'estimer le besoin de collectes supplémentaires, et de décider des efforts à entreprendre (voir encart 9.2). Cette première étape passée, vous devez vous assurer qu'on gardera une trace de toutes les collectes faites ultérieurement, par vous, par votre équipe, ou par des botanistes ou des chercheurs visiteurs. Si vous décidez de mettre en place un herbier de terrain, il est judicieux de demander à tous les chercheurs travaillant dans la zone de fournir des duplicatas de leurs récoltes.

Le chapitre 8 donne des instructions pour les collecteurs de plantes, ainsi que des suggestions pour établir une collection de référence sur le terrain. La collecte de spécimens de plantes doit être une activité continue; la définition et la description des types d'habitats doivent être la deuxième priorité. Le présent chapitre détaille les méthodologies utilisables pour classer et décrire la végétation. Le premier pas sera inévitablement une classification qualitative ou subjective, qui pourra être suivie d'une étude quantitative, si cela est important sur votre zone d'étude.



## ENCART 9.1: REGENERATION FORESTIERE APRES EXPLOITATION EN OUGANDA

John Kasenene (1987, sous presse) a étudié la régénération dans les éclaircies créées par l'exploitation dans la Kibale Forest Reserve, en Ouganda, pour estimer le taux de régénération forestière. L'exploitation datait d'une vingtaine d'années. Il a tout d'abord cartographié ces éclaircies (localisation et taille) dans une zone peu exploitée, deux zones très exploitées et une zone vierge. Il a ensuite sélectionné au hasard 40 éclaircies d'étude dans chaque zone. Il a étudié le dépôt de graines (la quantité de graines tombant sur le sol de la forêt) et la germination dans deux quadrats de 4 m<sup>2</sup> dans 20 éclaircies choisies au hasard, et a utilisé des transects de 5 m de large traversant les éclaircies pour compter toutes les plantules et les jeunes plants (entre 1,5 cm et 10 cm de dbh). Après avoir mis en place ces échantillons, il a suivi tous ces quadrats et ces transects chaque mois pendant 20 mois. Il a trouvé que:

- la taille des éclaircies était significativement différente entre les trois types de zones, les plus grandes étant dans la forêt très exploitée;
- les espèces arbres étaient peu représentées dans les banques de graines du sol;
- les plantules étaient étouffées par la végétation secondaire exubérante des chablis;
- les grandes éclaircies étaient régulièrement fréquentées par des éléphants qui abîmaient une grande proportion de jeunes arbres;
- l'abondance et la diversité des rongeurs étaient significativement plus grandes dans la forêt exploitée (les rongeurs sont des prédateurs importants de graines et de plantules en Ouganda et ont un fort effet négatif sur la régénération, particulièrement pour les espèces importantes commercialement).

Le résultat final montre que, même 20 ans après la fin de l'exploitation, il y a peu de régénération dans les forêts exploitées de Kibale. Tout plan d'exploitation cyclique selon des rotations prédéterminées doit donc être modifié (ou abandonné). Les résultats de Kasenene sont très importants pour les gestionnaires de la forêt en Ouganda, car ils montrent que la régénération n'est pas automatique après l'exploitation. Les gestionnaires doivent donc observer la régénération (ou l'absence de régénération) et étudier les processus écologiques qui y contribuent, car ils devront parfois intervenir intensivement pour la promouvoir dans certaines forêts. Etant donné la couverture forestière réduite en Ouganda, ce point doit être une priorité pour l'administration responsable des forêts.

L'étude de Kasenene est une bonne illustration de la façon dont les recensements de végétation et de mammifères peuvent contribuer à notre capacité à gérer les forêts tropicales. Elle constitue un avertissement utile pour tous les gestionnaires de ressources naturelles qui doivent comprendre les processus écologiques qui sous-tendent les écosystèmes. De plus, elle illustre clairement le besoin de plus de recherches appliquées en écologie tropicale et en foresterie.

## DESCRIPTION QUALITATIVE DE LA VEGETATION

### Différences entre descriptions d'habitat qualitative et quantitative.

Les habitats peuvent être décrits qualitativement ou quantitativement. Une description qualitative implique des descriptions subjectives plutôt que des chiffres. Elle décrit les caractéristiques les plus évidentes de l'habitat. Par exemple, vous pouvez parler de "forêt à canopée élevée" ou de "fourrés bas et fermés".

Une description quantitative utilise des chiffres pour décrire les caractéristiques d'un habitat. Elle est mieux adaptée pour faire des comparaisons détaillées entre des habitats. Par exemple, après avoir collecté et analysé des données sur la hauteur des arbres, vous pouvez dire qu'une forêt a une hauteur moyenne de canopée de 25 m, et une autre de 38 m.

### Descriptions qualitatives d'un habitat

Les descriptions qualitatives d'un habitat sont très utiles:

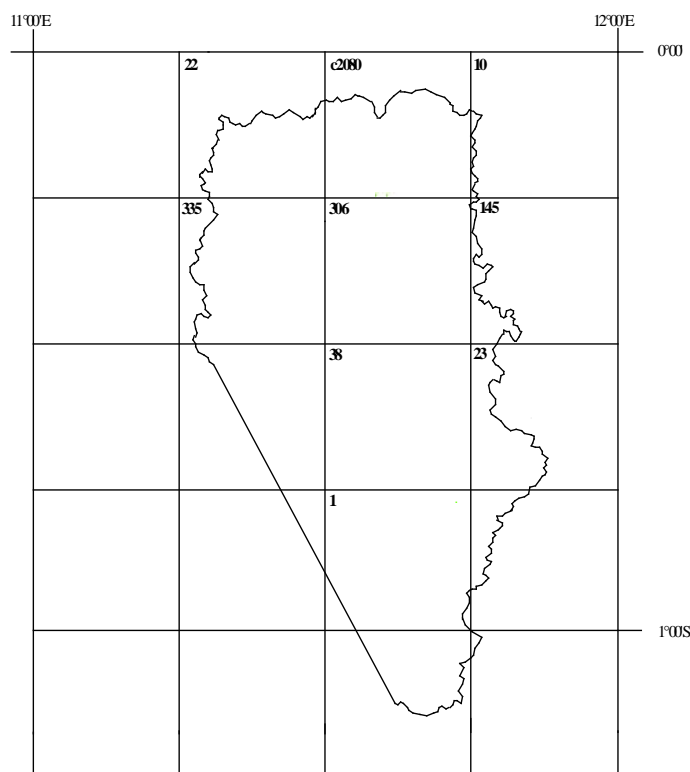
- pour situer une plante, un animal ou un événement dans un lieu connu, facilement compréhensible. Par exemple, vous pouvez dire que vous avez vu des traces de loutre à joues blanches du Congo dans une forêt marécageuse, ou qu'un nid de potamochère était dans un chablis en forêt à Marantacées;
- pour produire une stratification préliminaire d'une zone par types de végétation, avant de faire un échantillonnage systématique des densités animales ou des communautés de plantes. Pour des exemples, voir la stratification au chapitre 5;
- pour chercher des tendances dans la façon dont les animaux utilisent différents types d'habitats d'après les données de recensements animaux sans analyse détaillée de la végétation (pour des exemples, voir les chapitres 12 et 13);
- pour donner au personnel des aires protégées un ensemble de termes communs permettant de discuter aisément des différentes parties de la forêt. Cela permet une communication plus efficace entre collègues. Par exemple, vous pouvez dire que la patrouille commencera dans la forêt secondaire près de la route, passera dans la forêt exploitée et se terminera près de la clairière;
- pour permettre au personnel des aires protégées de décrire en termes généraux à n'importe qui les types d'habitat pouvant être trouvés dans une zone. Cela est important si le personnel est amené à devoir communiquer

souvent avec des visiteurs ou d'autres personnes intéressées. Par exemple, vous pouvez dire que presque toute la forêt du parc est haute et relativement ouverte, avec un sous-bois clair, mais que les zones plus humides sont caractérisées par de nombreux palmiers et un sous-bois plus dense.

### ENCART 9.2: EXPLORATION BOTANIQUE DE LA RESERVE DE LA LOPE

La réserve de la Lopé couvre juste 5000 km<sup>2</sup> dans le centre du Gabon. White et al. (sous presse) ont tenté de retrouver la trace de toutes les récoltes botaniques effectuées et d'analyser l'intensité d'échantillonnage dans différentes parties de la réserve. Actuellement, 3700 collectes ont été faites, et juste un peu plus de 1500 espèces ont été identifiées. La figure B9.1 montre comment les collectes ont été réparties dans la réserve: on voit clairement que la majorité des récolteurs se sont concentrés sur le nord de la réserve. Dans le futur, ils devront essayer de travailler dans les zones sud, mal échantillonnées, pour produire une liste de plantes qui donne une image plus représentative de la diversité botanique de la zone. Cette analyse donne aux chercheurs et aux gestionnaires la possibilité d'établir des priorités pour de futurs inventaires botaniques.

**Figure B9.1: Nombre de collectes botaniques dans la zone de la Lopé, par blocs de quart de degré.**



#### Termes descriptifs utilisés pour les descriptions qualitatives d'habitats

Basiquement, toute différence frappante trouvée entre des forêts ou des types d'habitat contrastés peut être utilisée pour les décrire. Les termes descriptifs les plus utilisés sont, entre autres:

- l'espèce d'arbre dominante ou la plus commune: certains types de forêt peuvent être décrits de façon adéquate en citant une à trois espèces d'arbres les plus communes de cette forêt: par exemple, la "forêt à *Gilbertiodendron dewevrei*" d'Afrique centrale. Quand il n'y a pas d'espèce très commune par rapport aux autres, la forêt peut être qualifiée de "mixte".

- les espèces indicatrices: certaines espèces d'arbres, appelées "espèces indicatrices", peuvent signaler des conditions de croissance ou d'anciennes perturbations de la forêt (voir plus bas).

- Hauteur moyenne de la canopée: une forêt relativement haute peut exister près d'une forêt relativement basse. Les causes de cette différence de hauteur de la canopée peuvent être dues à des différences de sol ou de conditions hydriques, et la description des types de forêt peut être "forêt à canopée élevée" ou "fourrés bas et fermés", si c'est cette caractéristique qui est la plus visible.

- Canopée ouverte ou fermée: certaines forêts ont une canopée fermée, ce qui signifie qu'il n'y a presque pas d'espace entre les houppiers d'arbres voisins. Une canopée ouverte décrit une forêt où de nombreux trous dans la canopée permettent à la lumière d'atteindre largement le sous-bois ou le sol.

- Taille moyenne des arbres: certaines forêts, telles que les forêts marécageuses ou les jeunes forêts secondaires, sont constituées de beaucoup de petits arbres (c'est-à-dire ayant un tronc de faible diamètre). Au contraire, d'autres forêts ont plus de grands arbres.
- Densité du sous-bois: certaines forêts ont une couche épaisse de végétation au sol (buissons et petits arbres), tandis que d'autres en sont relativement exemptes.
- Topographie, ou présence d'eau: des pentes fortes et rocheuses ou un sol épais et horizontal donneront parfois des types de forêt très différents. De la même façon, des zones marécageuses et humides ou des sols hauts et bien drainés n'auront pas les mêmes types de forêts.
- Perturbations: "forêt secondaire" est un terme utilisé pour décrire une forêt qui a été perturbée puis s'est régénérée naturellement (voir encart 9.1). D'autres termes pour décrire des forêts dégradées sont par exemple: "ancienne plantation", "forêt très exploitée", "forêt exploitée sélectivement", "forêt brûlée" etc.

### **ENCART 9.3.: ESPECES TOLERANTES OU INTOLERANTES A L'OMBRE**

Le sol de la forêt tropicale est couvert d'une multitude de graines et de plantules attendant de croître. Il y a généralement suffisamment d'eau et d'espace sur le sol pour que beaucoup d'entre elles survivent. Cependant, l'élément qui peut manquer, et donc limite leur croissance, est la lumière. La plupart des forêts pluviales tropicales ont une canopée "fermée", ce qui signifie que les branches des arbres de la canopée sont très proches les unes des autres. Comme les trous dans la canopée sont très rares, il n'y a que peu de lumière au sol, là où les graines et les plantules en ont besoin. Les arbres de la forêt pluviale tropicale sont donc en compétition pour la lumière du soleil jusqu'à ce qu'ils aient atteint la canopée. Cette compétition a amené différentes espèces d'arbres à adopter différentes stratégies pour croître lorsqu'elles sont encore petites.

Certaines espèces, appelées "tolérantes à l'ombre" ou sciaphiles, croissent lentement avec peu de lumière, survivant en dépit de la pénombre constante. Ces espèces tendent à produire des graines grosses et peu nombreuses. La taille de ces graines permet de subvenir aux besoins de la plantule suffisamment longtemps pour produire des feuilles suffisamment grandes pour capter le peu de lumière disponible. Les plantules des espèces tolérantes à l'ombre deviennent des arbres qui dominent la canopée de la forêt mature, et peuvent vivre des siècles. Ainsi, même si quelques plantules seulement de chaque arbre mature deviennent des arbres adultes, ces espèces se reproduisent de façon efficace.

D'autres espèces, qui sont intolérantes à l'ombre, attendent que la lumière directe atteigne le sol de la forêt. Elles grandissent alors très rapidement. Les arbres adultes de ces espèces produisent beaucoup de petites graines: ainsi, lorsque par chance un arbre tombe, certaines des graines seront déjà au bon endroit et au bon moment. Dès que la lumière aura atteint le sol, elles pourront alors germer, puis les plantules grandir. Les espèces intolérantes à l'ombre grandissent vite et se reproduisent jeunes, mais elles ne vivent généralement pas plus de quelques dizaines d'années.

Au début, l'éclaircie créée par la chute d'un arbre (le chablis) semblera dominée par des espèces intolérantes à l'ombre, car elles croissent vite au soleil. Mais tandis qu'elles grandissent et produisent une canopée plus fermée, les espèces tolérantes à l'ombre continuent à grandir sous elles, tandis que les espèces intolérantes à l'ombre ne se régénèrent plus et deviennent plus rares. Quand les espèces intolérantes à l'ombre vieillissent et meurent, les autres reviennent dominer la canopée refermée.

Notez que ces stratégies représentent des extrêmes, et sont exposées ici pour accentuer les compromis que doivent faire des arbres poussant avec des ressources limitées. La plupart des espèces d'arbres ont des stratégies de croissance qui se placent quelque part entre ces deux extrêmes.

#### Pour des descriptions d'habitats simples et cohérentes

Les descriptions d'habitat qualitatives doivent être simples. Un type d'habitat ne doit pas être décrit par chacune des caractéristiques exposées ci-dessus: il suffit d'utiliser une ou deux caractéristiques qui séparent deux habitats de façon évidente. Par exemple, la forêt d'Ituri dans l'est du Zaïre peut être décrite en utilisant quatre types d'habitats généraux: forêt mixte, forêt à *Gilbertiodendron dewevrei*, forêt marécageuse et forêt secondaire.

Il n'est pas nécessaire de décrire comme habitats toutes les petites zones qui se distinguent de ce qui les entoure: elles peuvent être décrites par une note dans la description général. Par exemple, vous pouvez citer une zone de rochers trouvée dans une forêt mixte haute. Ou vous pouvez mentionner une petite aire brûlée dans une grande parcelle de vieille forêt secondaire.

Les descriptions qualitatives de l'habitat ne sont pas vraiment utiles si elles ne sont pas cohérentes les unes avec les autres. Toutes les personnes travaillant sur la forêt devraient s'accorder sur les façons de distinguer les types d'habitats. Dans une zone donnée, les gardes, les gestionnaires et les chercheurs doivent aller une fois ensemble dans les différents types de forêt et discuter de leurs similarités et de leurs différences. Il faut se concentrer sur les zones qui peuvent être difficiles à classer, comme les limites entre deux types de forêts.

#### Types d'habitat communs en forêt pluviale en Afrique:

Les descriptions d'habitats suivantes sont largement utilisées par les chercheurs en forêt pluviale africaine:

- Forêt mixte à sous-bois ouvert: ce que beaucoup appelleraient forêt "primaire", avec de nombreux grands arbres, une canopée élevée et continue, une végétation au sol éparse constituée principalement de buissons;
- Forêt mixte à sous-bois fermé - peut être similaire à une vieille végétation secondaire, avec beaucoup de grands arbres mais une végétation dense au sol (noter si le sous-bois est dominé par des lianes, des Marantacées ou une autre végétation);
- Forêt monodominante: forêt ayant une structure de forêt mixte mais où une espèce d'arbre est nettement dominante (noter l'espèce dominante, par exemple *Gilbertiodendron*, *Garcinia*, *Berlinia*, *Uapaca*, *Lophira*, *Aucoumea*, *Julbernardia* etc.);
- Forêt à Marantacées: forêt à canopée à peu près constante, avec un étage intermédiaire épars et une dense couverture herbacée sur le sol, dominée par les Marantacées et les Zingibéracées (noter l'espèce d'herbacée dominante);
- Forêt à lianes: forêt dans laquelle l'étage intermédiaire est dominé par des lianes, souvent près de grands cours d'eau;
- Forêt galerie: forêt située le long d'une rivière ou d'un ruisseau, dans un grand bloc forestier ou isolée dans une savane;
- Maquis côtier: zone côtière, dominée par des buissons denses avec quelques arbres isolés, visiblement très tourmentés par les vents;
- Mangrove: forêt poussant dans des marécages soumis à l'action des marées;
- Forêt de montagne ou de moyenne montagne: constituée d'arbres relativement petits festonnés de mousses et de lichens;
- Forêt à proximité ou sur une zone de rochers: constituée généralement d'arbres petits ou moyens formant des peuplements à canopée dense et uniforme, avec un sous-bois épars constitué principalement de buissons;
- Inselberg: massif granitique important entouré de forêt;
- Fourrés bas et fermés: généralement autour des bayes, fourrés denses fréquemment formés de palmiers du genre *Ancistrophyllum*, parfois des zones ouvertes dominées par *Anthonotha macrophylla*;
- Marécages: forêt inondée toute l'année;
- Forêt inondée de façon saisonnière: forêt inondée pendant la saison humide;
- Marais: zone humide ou inondée de façon permanente, dominée par des monocotylédones telles que *Raffia* ou *Marantochloa*;
- Eclaircies (bayes créées par les éléphants ou un marécage): zones ouvertes en forêt, dominées par les carex;
- Salines: zones où les éléphants et d'autres animaux viennent manger la terre riche en sels minéraux, créant des ouvertures dans la forêt;
- Chablis importants: zones où un grand arbre est tombé (ou plusieurs), créant des conditions favorables pour une végétation dense et luxuriante;
- Savanes: zones dominées par les graminées, parfois par les fougères;
- Végétation secondaire mature: zone avec de grands arbres montrant des signes de dégradation humaine passée, sans plantes cultivées mais parfois avec encore des palmiers à huile ou des manguiers;
- Végétation secondaire jeune/plantations actives ou récentes: zones cultivées ou récemment abandonnées, des plantes cultivées y subsistent encore;
- Forêt exploitée: zones exploitées pour le bois. Noter si possible le temps passé depuis l'exploitation.

#### Espèces indicatrices

Comme certaines espèces d'arbres n'atteignent la maturité que dans des conditions particulières (par exemple sol bien drainé, chablis, zones de rochers, galeries, villages), la présence d'un arbre adulte d'une de ces espèces peut être le témoignage de conditions particulières passées ou présentes dans la forêt. De telles espèces sont appelées "espèces indicatrices", car leur présence suffit à indiquer que des conditions environnementales spécifiques existent, ou que dans le passé un événement particulier tel que la chute d'un arbre a eu lieu.

Comme on peut estimer la durée de vie de certaines espèces indicatrices, et comme les arbres sont affectés plus intensément par les conditions extérieures pendant la période de croissance initiale (plantule ou jeune arbre), la présence de certaines espèces en forêt peut permettre d'estimer la date d'un défrichement, d'une inondation, d'un feu etc.

Par exemple, *Musanga cercropoides* et *Fagara macrophylla* sont deux espèces intolérantes à la pénombre (voir encarts 9.4 et 9.5), et indiquent donc que la lumière a autrefois atteint le sol, et que la canopée a été ouverte. *M. cercropoides* vit moins de 25 ans, tandis que *F. macrophylla* peut atteindre 100 ans. Ainsi, la présence de *F. macrophylla* et l'absence de *M. cercropoides* peut indiquer qu'une certaine forme de perturbation a eu lieu entre 25 et 100 ans auparavant (bien qu'on ne puisse évidemment pas être certain qu'il y a eu présence de *Musanga* dans le passé). Cette estimation de 75 ans pourra peut-être être affinée en observant le nombre et l'aspect des *F. macrophylla*, et en estimant l'âge d'autres espèces vivant à proximité.

#### ENCART 9.4: FORETS PRIMAIRES ET FORETS SECONDAIRES: L'HISTOIRE DES SUCCESSIONS FORESTIERES

Une forêt secondaire est créée quand il y a une perturbation à grande échelle de la végétation préexistante, suivie par une régénération de la végétation. De telles perturbations, qui ont pour résultat la chute, la destruction ou l'enlèvement des arbres existants, incluent les feux, les inondations, les glissements de terrain, les vents forts et soudains qui abattent les arbres, et surtout, aujourd'hui, l'altération du paysage par l'homme (agriculture, exploitation etc.).

Le temps passant après la perturbation initiale, la composition spécifique et la structure de la forêt changent graduellement et de façon prévisible (jusqu'à un certain point). Ces changements sont connus sous le nom de "successions forestières". Au départ, la zone perturbée sera couverte de plantes herbacées et de buissons qui se développent dans des conditions de lumière, croissent et se reproduisent vite. Après une année, quelques arbres maigres vont apparaître au-dessus de la végétation dense sur le sol. Avec le temps, une forêt plus haute, à canopée plus fermée, caractérisée par de nombreux arbres de taille petite ou moyenne s'établit, et la végétation au sol devient moins dense. Cette forêt peut être décrite comme une jeune forêt secondaire.

Plus tard, on a une nouvelle forêt, dont la structure rappelle celle de la forêt pluviale mature (voir ci-dessous), mais dont la composition spécifique reste différente; cette forêt peut être décrite comme une ancienne forêt secondaire. Quand les arbres de canopée intolérants à l'ombre vieillissent et meurent, ou lorsqu'ils sont dépassés par des arbres matures tolérants à l'ombre, la forêt peut être décrite comme une forêt mature.

Quand les espèces tolérantes à l'ombre deviennent les plus nombreuses dans la canopée (et dans l'étage intermédiaire), et s'il n'y a plus de perturbation à grande échelle, la structure et la composition spécifique de la forêt dans son ensemble pourront ne changer que très peu pendant des siècles. Cela est dû au fait que les arbres du sous-bois qui auront le plus de chances de survivre et de devenir aptes à la reproduction sont les espèces tolérantes à l'ombre, les mêmes espèces que celles qui dominent à ce moment dans la canopée. Une forêt non perturbée qui ne connaît que peu de changements dans sa composition spécifique et sa structure au cours du temps est souvent appelée "forêt primaire", bien que cela soit trompeur car, en Afrique, elles sont généralement de très anciennes forêts secondaires (voir encart 9.6).

Les ouvertures créées par la chute d'un arbre affecteront la composition spécifique d'une forêt primaire en permettant aux espèces intolérantes à l'ombre d'atteindre la canopée. Cependant, les chutes d'arbres ne sont que des formes isolées et peu importantes de perturbations, et font partie de la structure naturelle et de la composition d'une forêt primaire.

Différentes espèces peuvent être utilisées pour indiquer la présence d'événements passés divers ou de conditions environnementales. Par exemple, la présence de palmier à huile (*Elaeis guineensis*) dans une forêt haute et à canopée fermée est un bon signe de l'utilisation passée de cette zone pour l'agriculture (voir encart 9.6). Le tableau 9.1. donne une liste de quelques espèces indicatrices, avec leur longévité estimée et les conditions environnementales qu'elles révèlent.



## ENCART 9.5: LES CHABLIS: DES ECLAIRCIES DUES A DES CHUTES D'ARBRES

### Fréquence des chablis

Un chablis se forme quand un grand arbre tombe en forêt, entraînant souvent d'autres arbres dans sa chute. Ces éclaircies sont importantes car elles permettent à la lumière du soleil d'atteindre le sous-bois et le sol de la forêt. Beaucoup d'espèces d'arbres ont besoin de cette lumière directe pour croître (voir encart 9.3): les chutes d'arbres peuvent donc beaucoup influencer la composition spécifique d'une forêt.

La distribution, et parfois l'abondance des animaux est affectée par la distribution et l'abondance des chablis dans une forêt. Certains animaux comme les okapis, les éléphants et beaucoup d'oiseaux sont attirés par ces éclaircies. Cela peut être dû au fait que les espèces végétales qui y sont fréquentes donnent de jeunes feuilles tendres ou beaucoup de fruits sucrés que les animaux peuvent manger.

La distribution des chablis n'est pas toujours due au hasard. En d'autres termes, les arbres peuvent avoir tendance à tomber plus souvent dans certaines zones que dans d'autres. Par exemple, les arbres tombent plus facilement sur des pentes fortes et rocheuses, avec un sol peu profond, sur les crêtes, ou dans les zones marécageuses. Cela donne une distribution fragmentée ou groupée des chutes d'arbres. Les arbres tombent aussi plus souvent à certaines périodes de l'année, par exemple quand il y a beaucoup de vent, ou quand le sol est détrempé.

Pour estimer la fréquence de création des chablis, notez la présence de toutes les éclaircies vues d'un transect. Comme un arbre tombé peut rester visible pendant des décennies, pour standardiser vos recherches ne comptez que les arbres de canopée tombés dont les petites branches sont encore intactes (ceci indique qu'ils sont tombés récemment). En ne notant que les éclaircies "grandes" et "nouvelles", les informations de plusieurs années peuvent être comparées. Déterminez leur fréquence en calculant le nombre de nouveaux chablis vus pour chaque kilomètre de transect.

Pour chaque arbre tombé, notez les informations suivantes:

- localisation des éclaircies (distance le long du transect);
- taille de l'arbre tombé, pour obtenir une indication de la taille de l'éclaircie (vous pouvez également estimer la surface de l'éclaircie);
- l'espèce de l'arbre (si possible);
- si possible, une explication de la cause de la chute: par exemple, l'arbre poussait sur une crête rocheuse, il était enraciné dans un sol peu profond et marécageux, le tronc était pourri au milieu et fendu en deux, etc. Mesurez aussi la longueur de l'arbre tombé pour avoir une indication de la taille de l'éclaircie, et relevez l'espèce de l'arbre.

Les chablis sont une bonne occasion d'étudier la succession et la régénération des forêts. Beaucoup de choses intéressantes peuvent être apprises si la structure et la composition des plantes vivant dans le chablis sont étudiées au cours du temps. Ainsi, vos données pourront représenter une base importante pour des études futures de la composition de la végétation dans des éclaircies de différents âges et tailles.

## CLASSIFICATION QUANTITATIVE

La description quantitative d'un habitat est une description numérique de ses caractéristiques. Généralement, les descriptions quantitatives sont plus détaillées que les descriptions qualitatives. Par exemple, vous pouvez dire que 23% des arbres d'une forêt primaire mixte appartiennent aux Césalpiniacées, avec une densité moyenne de 579 arbres/ha, et un diamètre de tronc moyen (en ne comptant que les arbres de diamètre supérieur à 10 cm) de 32 cm.

Les études quantitatives sont extrêmement utiles pour beaucoup de raisons, et peuvent procurer les informations détaillées nécessaires pour prendre des décisions de gestion efficaces et réalistes. Par exemple, elles peuvent servir pour les quelques exemples suivants (la liste est presque sans fin):

- déterminer quelles espèces sont communes et quelles autres sont rares dans une zone donnée;
- quantifier la composition spécifique dans divers types d'habitats, et ainsi améliorer et affiner des classifications subjectives de la végétation;
- quantifier la densité d'arbres fruitiers qui sont d'importantes sources de nourriture pour les animaux;
- aider à déterminer si une espèce importante commercialement est exploitée de façon raisonnée;
- estimer le temps nécessaire pour que d'anciennes plantations deviennent de la forêt mature;
- cartographier les types de forêt importants;
- fournir une base de données permettant d'évaluer tous les changements futurs;
- faire des comparaisons détaillées avec d'autres forêts;
- étudier les liens entre la végétation et le nombre ou les mouvements des animaux.

### ENCART 9.6: NOIX DE PALME A NOUABALE-NDOKI

Dans la forêt pluviale africaine, le palmier à huile *Elaeis guineensis* se rencontre principalement dans ou autour des villages inhabités ou récemment abandonnés. Donc, quand on trouve des palmiers à huile dans la forêt, cela suggère que la zone a été habitée, bien qu'il y ait une régénération naturelle dans les forêts galeries en savane ou le long des rivières. En 1988, Mike Fay (Fay, en préparation) a trouvé de nombreuses noix de palme (plusieurs centaines de milliers a-t-il estimé) dans le lit d'une petite rivière dans le sud-ouest de la République Centrafricaine. La forêt bordant la rivière était une forêt à *Gilbertiodendron dewevrei* mature, et il n'y avait pas de palmiers à huile dans la zone, bien qu'on en trouve autour des villages de la région.

C'était une véritable énigme. Pour essayer de comprendre, Fay envoya deux échantillons de noix de palme à un laboratoire aux USA pour les dater au carbone 14 (cette méthode sophistiquée permet de déterminer la date à laquelle de la matière organique (ici, la noix de palme) était vivante). Les noix étaient vieilles de  $1590 \pm 50$  et  $1510 \pm 60$  ans: les arbres qui avaient produit ces noix avaient vécu au V<sup>ème</sup> siècle après JC. Mais Fay et ses collègues avaient trouvé de plus en plus de dépôts de noix de palmes dans les forêts bordant les frontières entre la République Centrafricaine, le Cameroun et le Congo. Il y en avait dans 80% des rivières prospectées au cours de marches de centaines de kilomètres, dans ce que l'on pensait être des forêts pluviales non perturbées (primaires). Un échantillon de 80 noix fut analysé et donna un ensemble de dates variant entre 2340 et 990 années BP (Before Present, ce qui signifie "avant nos jours").

La conclusion de Fay est que les forêts "primaires" du nord du Congo et des régions adjacentes de RCA et du Cameroun étaient en fait des zones de plantations densément peuplées jusqu'il y a environ 1000 ans quand, pour une raison inconnue, les populations humaines s'effondrèrent. Dans ce cas, le palmier à huile est donc un indicateur de peuplements humains disparus il y a plusieurs siècles. De tels dépôts ont été trouvés en beaucoup d'endroits d'Afrique centrale et de l'ouest, et indiquent que les forêts de la région ont eu un passé mouvementé. Gardez toujours ceci à l'esprit quand vous tentez d'expliquer les distributions en forêt, et recherchez les noix de palme, les charbons et les tessons de poterie dans les lits des rivières et les ouvertures de pistes.

La conservation étant un travail à longue échéance, le suivi de long terme est très important, en plus de la documentation des changements de court terme. Beaucoup de forêts pluviales qui étaient considérées comme vierges, comme à Nouabale-Ndoki, ont révélé qu'elles avaient subi des changements importants dans un passé récent. Jones (1955, 1956) a étudié l'histoire des forêts du sud-ouest du Nigeria, renommées pour leurs grands acajous, et est arrivé à la conclusion qu'elles étaient des terres cultivées environ 300 ans auparavant. A Ituri (Zaire), Terry et John Hart ont récemment découvert des preuves de feux importants, datant d'il y a environ 2000 ans, qui ont balayé une zone occupée maintenant par une forêt monodominante à *Gilbertiodendron*. Les forêts à *Gilbertiodendron* étaient autrefois supposées être d'anciennes formations, mais les Hart ont été surpris de trouver que les charbons venaient d'autres espèces, ce qui suggère que la végétation actuelle est relativement récente (Hart et al., 1996). A la Lopé, au Gabon, de grandes zones de forêt étaient des savanes il y a environ 1000 ans. Ces forêts ne se sont établies qu'à la suite d'un effondrement de la population humaine, population qui avait entretenu les savanes avec des feux pendant des milliers d'années (Oslisly et al., 1996). De plus, de récentes recherches en archéologie au centre du Gabon montrent que les forêts y ont été très perturbées par les hommes pendant les derniers 2000 ans (Oslisly & White, sous presse).

Ces quelques exemples illustrent le dynamisme de ce qui peut paraître un système statique aux humains qui eux, vivent peu de temps. Dans le passé, des changements climatiques ont provoqué des mouvements à grande échelle des limites entre les végétations de forêt et de savane en Afrique (par ex., Maley 1996), et cela se retrouve à la fois dans la distribution (voir Kingdon, 1990) et les densités (White, 1994) animales.

**Tableau 9.1. Quelques espèces indicatrices.**

Espèce	Longévité estimée	Conditions environnementales
<i>Musanga cercropoides</i>	<25 ans.	Perturbation
<i>Macaranga</i> spp.	15-20 ans.	Perturbation
<i>Anthocleista</i> spp.	env. 20 ans	Perturbation
<i>Fagara macrophylla</i>	100 ans.	Perturbation / éclaircie
<i>Ricinodendron heudelotii</i>	100 ans.	Perturbation / éclaircie
<i>Alstonia boonei</i>	100 ans.	Perturbation / éclaircie
<i>Hallea (Mitragyna)</i> spp.		Sol humide ou inondé
<i>Nauclea pobeguinii &amp; vanderguchtii</i>		Sol humide ou inondé
<i>Macaranga schweinfurthii</i>		Sol humide ou inondé
<i>Anthocleista vogelii</i>		Sol humide ou inondé
<i>Raffia</i> spp.		Sol humide ou inondé
<i>Guibourtia demeusii</i>		Zone inondée de façon saisonnière
<i>Uapaca</i> spp.		Zone inondée de façon saisonnière
Palmiers à huile, bananiers, manguiers etc. Agriculture		

## INFORMATIONS POUVANT ETRE OBTENUES PAR UNE ETUDE QUANTITATIVE

### Structure de la forêt

La structure physique est un des moyens les plus évidents pour décrire une forêt. Elle est importante car elle peut aider à déterminer le type d'espèces qui y vivent. En particulier, la quantité de lumière qui atteint le sol de la forêt peut fortement influencer la composition spécifique végétale (voir encart 9.4), qui, en retour, peut influencer le type d'espèces animales qu'on pourra y trouver.

De plus, certaines espèces animales peuvent être restreintes à des forêts aux caractéristiques physiques particulières: par exemple, une végétation suffisamment touffue pour s'y cacher, ou des arbres suffisamment grands pour y grimper.

### Hauteur moyenne de la canopée

La hauteur réelle de la canopée est difficile à mesurer. Se tenir sous un arbre et deviner sa hauteur n'est pas une méthode sûre, bien que ce soit sans doute la plus utilisée. Vous pouvez vous entraîner à estimer la hauteur d'un arbre en contrôlant vos estimations avec un clinomètre (voir encart 4.6). Si la hauteur d'un arbre ou de la canopée est importante pour votre travail, il est préférable de mesurer plutôt que d'estimer. Un autre moyen d'estimer la hauteur moyenne de la canopée est d'utiliser un mètre d'arpenteur pour mesurer la longueur de beaucoup de grands arbres tombés, puis de calculer la moyenne de ces mesures.

### Fermeture de la canopée

La fermeture de la canopée permet de mesurer la quantité de lumière pénétrant à travers les différentes couches de la forêt. En règle générale, les forêts ont une canopée très fermée et il n'y a qu'une végétation éparsée dans le sous-bois sombre. Les forêts secondaires ou perturbées ont généralement une canopée ouverte et une végétation dense au sol. Beaucoup de méthodes ont été essayées pour estimer la fermeture. Certains chercheurs ont utilisé des photographies prises verticalement, avec un objectif standard ou un fish-eye, et ont estimé la proportion de ciel sur leurs photos. D'autres ont utilisé des instruments capables de mesurer la lumière (ou des appareils photos, en notant l'ouverture de diaphragme requise pour une sensibilité de film et une vitesse d'obturation données, comme mesure de la disponibilité en lumière). Une méthode simple utilisant un clinomètre est donnée plus bas.



### **Densité du sous-bois herbacé**

Des études variées dans la forêt pluviale africaine ont démontré l'abondance dans certains types de forêts de la *Terrestrial Herbaceous Vegetation* (THV: végétation herbacée terrestre), constituée d'espèces du groupe des monocotylédones enracinées dans le sol, (par exemple, Fay, 1997, dont la définition est adoptée ici; Rogers & Williamson, 1987; White et al., 1995; Wrangham, 1986). En particulier, certaines forêts, souvent appelées forêts à Marantacées, ont une dense couche d'herbacées dominée par plusieurs espèces de THV.

La THV est une importante source de nourriture pour de nombreux grands mammifères, comme les éléphants, les gorilles, les chimpanzés, les bonobos et les mandrills. Il semble même que les densités d'au moins certaines espèces (particulièrement les éléphants et les gorilles) soient en général plus fortes dans les forêts ayant beaucoup de THV. De plus, une THV abondante est souvent un indicateur de perturbations passées (telles qu'agriculture ou feux de forêt), ou d'autres formes de changements de végétation (tels qu'expansion de la forêt dans la savane).

Il est donc intéressant d'estimer les densités de THV dans les inventaires de végétation. Cela peut être fait avec de petites parcelles (1 m<sup>2</sup> ou 4 m<sup>2</sup> sont les tailles les plus utilisées) situées systématiquement ou au hasard (voir chapitre 5) le long d'un transect ou dans des quadrats placés régulièrement ou au hasard dans une plus grande parcelle. La façon la plus rapide de visualiser les limites d'un quadrat est d'utiliser un cadre, ou quatre piquets. Les dimensions internes du cadre doivent être égales à celles du quadrat (par exemple, 1 m x 1 m). Le cadre peut être en bois, en tubes métalliques ou plastique ou en tout autre matériau solide, mais il sera plus facile à utiliser s'il est léger et s'il peut être démonté pour le transport. On peut également utiliser des "quadrats" circulaires: placez un piquet au centre du quadrat et utilisez un mètre ruban ou une ficelle coupée à la bonne longueur pour déterminer quelles tiges sont à l'intérieur du quadrat.

Notez le nombre de tiges et l'espèce pour chaque Marantacée, Zingibéracée, Commelinacée, Arécacée (palmiers), Aracée, Dioscoriacée (ignames sauvages), Cypéracée et Poacée (graminées) (pour les deux derniers, il peut être plus pratique de noter le pourcentage de couvert estimé). Gardez à l'esprit qu'échantillonner le sous-bois herbacé d'une forêt à Marantacées prend du temps. Vous aurez fait une bonne journée de travail si vous avez réussi à compter et identifier toutes les tiges herbacées sur 200 m<sup>2</sup>.

### **Mesurer l'importance relative de différentes espèces d'arbres: abondance et taille**

L'abondance des arbres est généralement décrite par la densité ou l'aire de base. La densité est une mesure du nombre d'arbres, tandis que l'aire de base prend en compte leur taille relative.

#### **Mesurer l'abondance des arbres: la densité**

La densité des arbres dans une forêt est un des moyens de description les plus répandus car:

- 1) elle se mesure facilement et de façon précise;
- 2) les densités des différentes espèces peuvent être utilisées pour classer les types de forêts;
- 3) savoir combien il y a d'arbres de chaque espèce importante (que ce soit en terme commercial, culturel ou biologique) peut être très utile pour la gestion.

La densité de tous les arbres combinés dans la zone d'échantillonnage est déterminée en comptant tous les arbres dans une aire de taille connue (par exemple l'aire globale d'une parcelle ou d'une série de parcelles), puis en divisant ce nombre par la surface. Par exemple, si on a compté 1000 arbres sur 2 hectares, la densité en arbres est 1000 arbres divisé par 2 hectares, ce qui donne 500 arbres/ha, ou 50 000 arbres/km<sup>2</sup>.

La densité de tous les arbres combinés révèle un aspect de la forêt. La densité totale peut indiquer les conditions de croissance. Par exemple, une perturbation récente par le vent, le feu ou l'exploitation diminue la densité totale. De même, la qualité du sol et la disponibilité en eau peuvent affecter la densité.

La densité des arbres peut aussi être déterminée pour chaque espèce. La densité d'une espèce est obtenue en divisant le nombre total d'arbres comptés de cette espèce par la surface de la zone échantillonnée.

Des estimations du nombre d'arbres présents de chaque espèce peuvent donner une idée du nombre d'arbres disponibles (ou non disponibles) pour une exploitation durable. De plus, les informations sur l'abondance d'une espèce donnée permettent de faire des comparaisons détaillées entre des zones différentes (par exemple, différents types d'habitat, différents niveaux de perturbation, ou différents lieux). Elles permettent aussi d'estimer les changements dans la composition spécifique au cours du temps.

Notez que la densité ne révèle rien sur la taille des arbres pris individuellement.

#### **Mesurer la taille des arbres: dbh et surface de base**

Collecter des informations sur la taille des arbres, en plus de leur abondance, aide à déterminer "l'importance" relative de deux espèces (ou plus). Par exemple, une espèce peut être grande, émergente de la canopée, tandis que l'autre peut être de taille moyenne seulement, atteignant l'étage intermédiaire. Même s'il y a le même nombre d'arbre de ces deux espèces dans la forêt (c'est-à-dire la même densité), les plus grandes espèces donneront probablement plus de

fruits et de bois, ou d'espace pour que les lianes, les singes et les fourmis y grimpent, ou pour que les oiseaux s'y perchent.

Pour une espèce donnée, le diamètre du tronc est généralement fonction de la hauteur de l'arbre et de la taille de son houppier. De ces trois mesures, le diamètre du tronc est utilisé le plus souvent pour donner la taille d'un arbre car il peut être mesuré facilement et précisément. Si des questions écologiques spécifiques nécessitent des données sur la hauteur ou l'importance du houppier, ces informations peuvent être mesurées indépendamment du diamètre du tronc.

Le diamètre du tronc peut être utilisé pour calculer la distribution des classes de taille (voir encart 9.7) et les surfaces de base (voir ci-dessous).

#### **ENCART 9.7: DISTRIBUTION DES CLASSES DE TAILLE**

Une distribution de classes de taille est un moyen graphique simple pour présenter l'ensemble des diamètres des arbres trouvés dans une zone. En disposant ces diamètres de façon ordonnée, les taux de reproduction, de croissance et de mortalité des arbres pourront être mieux compris.

##### **Faire un graphique de distribution des classes de taille**

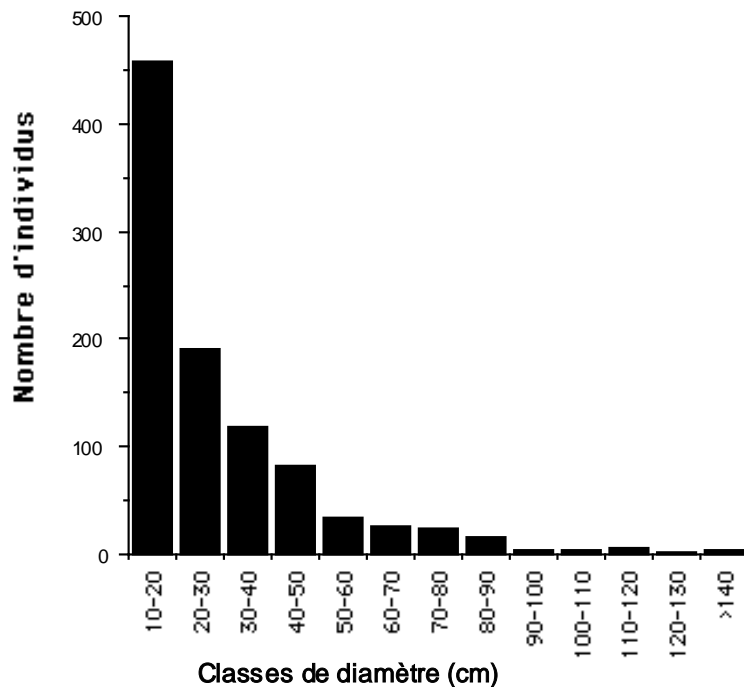
Pour montrer graphiquement la distribution des tailles des arbres mesurés dans la forêt, disposez les informations en classes de taille. Ces classes peuvent être de n'importe quelle amplitude, mais celles de 10 cm sont les plus communes (par exemple, 10-19 cm, 20-29 cm, 30-39 cm etc.). Puis déterminez le nombre d'arbres (ou calculez une densité d'arbres par hectare) pour chaque classe de taille et faites un graphe.

**Tableau B9.1** Exemple de tableau utilisé pour dessiner un graphique de distribution de classes de taille.

Diamètre des arbres (cm)	Nombre d'arbres sur transect
10-19	457
20-29	191
30-39	119
40-49	82
50-59	35
60-69	26
70-79	25
80-89	17
90-99	5
110-119	5
120-129	6
130-139	2
>140	4

Dessinez ensuite le graphique de distribution des classes de taille (voir figure B9.4.). Disposez tout d'abord les classes de taille sur l'axe horizontal. Graduez ensuite l'axe vertical, en vous assurant de prendre en compte la plus forte des densités. Remplissez ensuite le graphe en utilisant les données du tableau.

**Figure B9.2:** Nombre d'individus de chaque classe de diamètre pour un ensemble d'arbres et de lianes de plus de 10 cm de dbh dans un échantillon de 2,5 ha le long d'un transect de 5 km (Tr. 4 de la figure 9.8).



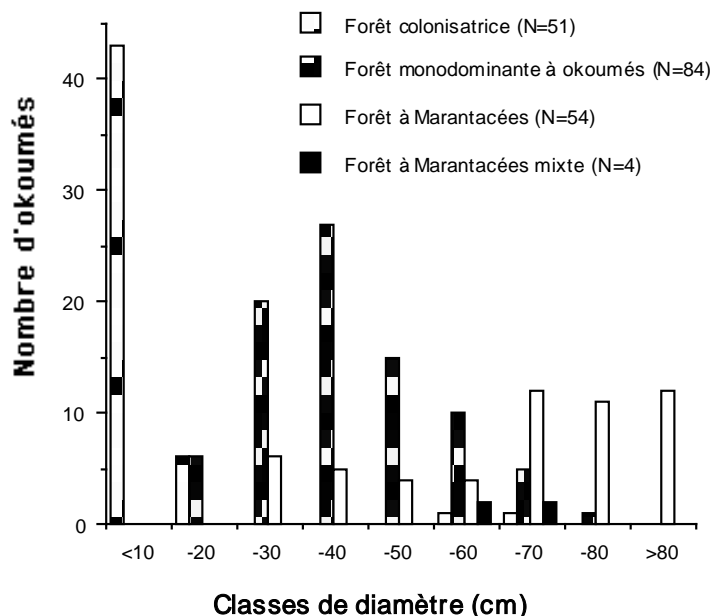
#### **Interprétation des courbes de distribution des classes de taille**

Typiquement, la distribution des classes de taille est une courbe “ en forme de J renversé ”, avec beaucoup d'arbres de petite taille (ou jeunes). Ce grand nombre diminue rapidement au début, puis plus lentement, tandis que le diamètre des arbres augmente. La forme de la courbe indique que malgré le fait qu'il y ait de nombreux jeunes arbres et plantules pouvant croître dans la forêt, la plupart meurent rapidement, laissant quelques arbres de taille moyenne, et encore moins de grands et de très grands arbres.

Des changements subtils de la forme de la courbe peuvent être révélateurs. Cependant, à moins qu'il y ait de grosses différences entre deux échantillons (telles qu'on pourrait en trouver en comparant une jeune forêt secondaire avec une forêt pluviale non perturbée à canopée fermée), faire le graphique de distribution des classes de taille pour toutes les espèces réunies peut masquer certaines informations pouvant être obtenues par ce type d'analyse. La figure 9.4. montre la distribution des classes de taille pour un arbre important, *Aucoumea klaineana* (okoumé), poussant dans quatre types de forêt à la Lopé, au Gabon.

**Figure 9.4.:** graphique de distribution des classes de taille pour *Aucoumea klaineana* dans quatre types de forêts dans la réserve de la Lopé au Gabon.

(d'après White, 1995. Quatre parcelles rectangulaires de 20 m x 40 m ont été placées au hasard dans chaque type de végétation et tous les okoumés de plus de 5 cm de dbh ont été mesurés).



Ce graphique montre qu'en forêt colonisatrice, il y a eu installation récente d'okoumés, avec beaucoup de jeunes arbres et très peu de grands arbres. Les okoumés sont communs en forêt monodominante, particulièrement ceux de taille moyenne (donc d'âge moyen), mais il ne semble pas qu'il y ait de régénération, puisqu'il n'y a aucun okoumé de la plus petite classe de diamètre. En forêt à Marantacées, la plupart des arbres sont grands (vieux), les petites classes de diamètre sont mal représentées, et en forêt à Marantacées mixte, on n'a trouvé que quelques grands (vieux) arbres. Ces types de forêt sont en fait les stades de succession entre la savane et la forêt qui apparaissent quand les feux de savane cessent (voir encart 9.4). Dans ce cas, la distribution des classes de taille est un moyen rapide pour révéler des informations sur une forêt, qui sans cela resteraient cachées. Considérez-les comme des images du passé.

#### **Diamètre à hauteur de poitrine (dbh: diameter at breast height)**

Le dbh est le moyen standard de mesurer et de noter la taille d'un arbre. Pour le mesurer, placer un mètre autour du tronc à 1,3 m du sol (voir figure 9.2.). S'il y a des contreforts ou des racines échasses à cette hauteur, la mesure doit être faite plus haut, au premier endroit où le tronc peut être entouré sans rencontrer de racine. Si un arbre doit être mesuré de nouveau dans le futur, pour suivre sa croissance, la hauteur exacte à laquelle le diamètre a été mesuré doit être signalée de façon permanente (voir plus bas).

Comme c'est la longueur du tour du tronc (la circonférence), et non la longueur du segment passant par le centre du tronc (le diamètre) qui est mesurée, il faut transformer cette circonférence en diamètre. Pour cela, il y a deux moyens: tout d'abord, il existe des mètres spéciaux (dbh tape). Un "dbh tape" est gradué de façon à donner directement le diamètre quand il est placé autour du tronc. Ces mètres peuvent être obtenus auprès de sociétés qui fournissent du matériel de foresterie, mais vous pouvez aussi les fabriquer (voir encart 9.7).

On peut aussi mesurer la circonférence du tronc avec un mètre gradué en centimètres, puis convertir la circonférence en diamètre. Pour cela, il faut diviser la circonférence mesurée par pi (3,1416).

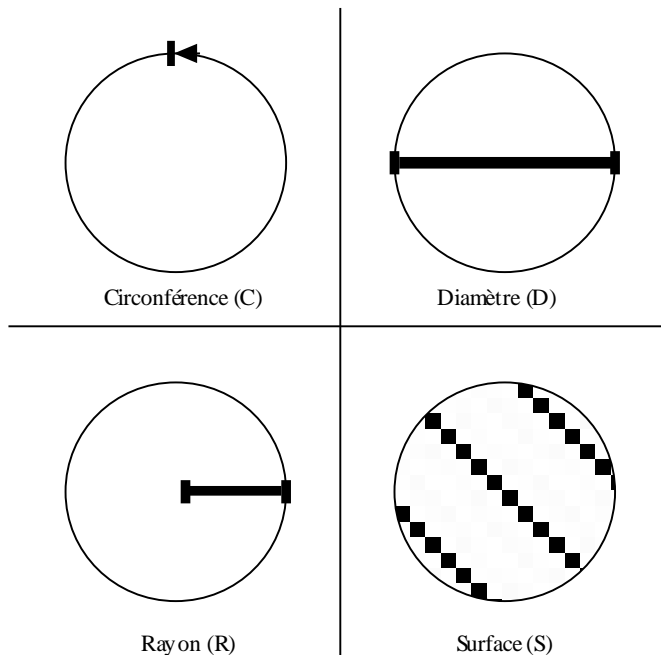
#### **Surface de base**

La surface de base est la surface (voir figure 9.2) de la section transversale d'un tronc d'arbre. Elle est utilisée plutôt que le diamètre quand les tailles de tous les arbres sont additionnées (additionner tous les diamètres donnerait un chiffre qui n'aurait pas de sens). La surface de base totale donne une indication de la quantité totale (qui pourra plus tard être convertie en masse ou en volume) des arbres mesurés. La surface de base est utilisée pour déterminer l'importance relative d'une espèce. En d'autres termes, quelques grands arbres peuvent avoir une surface de base globale plus grande que beaucoup de petits. De la même façon, ces quelques grands arbres peuvent donner plus de bois, d'espace pour grimper et de graines que beaucoup de petits ensemble.

La surface de base d'un arbre est calculée de la façon suivante: tout d'abord, diviser le diamètre du tronc par deux pour obtenir le rayon (par souci de simplicité, le tronc est considéré comme ayant une section circulaire, voir figure 9.2). Ensuite, élever le rayon au carré (rayon multiplié par lui-même), puis multiplier ce nombre par pi ( $P=3,1416$ ).

Par exemple, quelle est la surface de base d'un arbre ayant un diamètre de 40 cm? Premièrement, diviser 40 par deux pour obtenir le rayon, soit 20 cm. Le rayon multiplié par lui-même, 20 cm x 20 cm, donne 400 cm<sup>2</sup>. Ensuite, ce nombre multiplié par pi, 400 cm<sup>2</sup> x 3,1416, vaut 1256,6 cm<sup>2</sup> (égal à 0,12566 m<sup>2</sup>, car 1 m<sup>2</sup>=10 000 cm<sup>2</sup>).

**Figure 9.2: Circonférence, diamètre, rayon et surface d'un cercle.**



$$C = 2\pi R = \pi D; R = C/2\pi; D = C/\pi; S = \pi R^2 = \pi(D/2)^2.$$

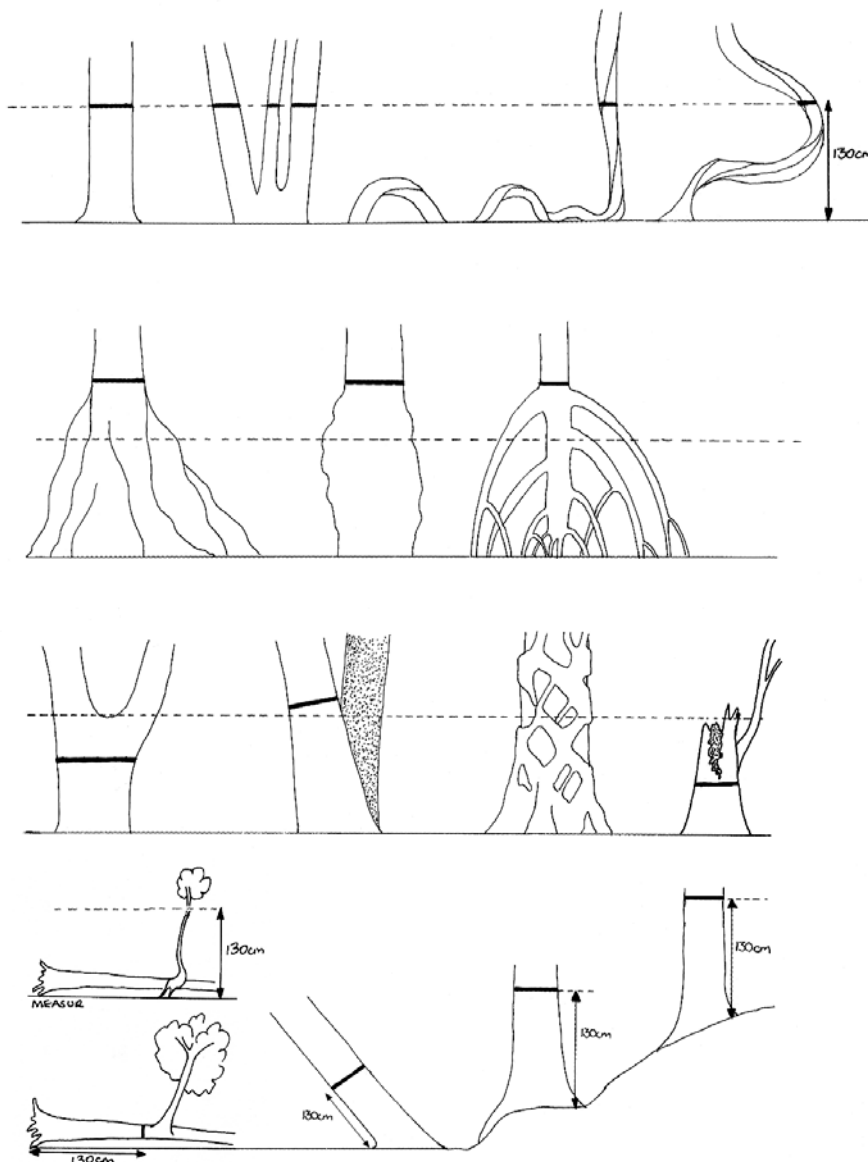
### Équipement

L'équipement nécessaire pour un inventaire quantitatif de la végétation est le suivant:

- équipement standard de collecte de spécimens botaniques (voir chapitre 7);
- équipement de camping si vous ne travaillez pas depuis un camp de base;
- mètres ruban de 50 m (2);
- marteaux à panne fendue (3);
- clous en aluminium ou en acier galvanisé<sup>1</sup>;
- étiquettes numérotées<sup>1</sup>;
- fiches de prise de données, sur un sous-main en aluminium;
- crayons et gommes;
- boussoles (3);
- clinomètres (2);
- topofil avec de la ficelle en coton;
- mètres à dbh de 10 m (2);
- rouleaux de ruban de couleur (6);
- marqueurs indélébiles fins (5);
- boîtes de peinture rouge de un litre (2);

Il faut aussi 52 piquets en bois de 1,5 m de long, mais il est souvent plus aisé de les trouver sur place. NB: le bout des piquets doit être peint en rouge.

**Figure 9.3: mesurer le dbh de plantes posant des problèmes**



<sup>1</sup> Le nombre de clous et d'étiquettes doit prendre en compte le commentaire précédent concernant le nombre de troncs attendus par parcelle. En règle générale, prenez plus que ce que vous pensez être nécessaire, car il est mieux de rapporter du matériel non utilisé que de ne pas pouvoir terminer le marquage des troncs dans la parcelle.

#### **ENCART 9.8: FABRIQUER UN METRE A DBH**

Tout d'abord, trouvez un matériau adéquat pour fabriquer un mètre résistant. Un morceau de tissu solide de 5 mètres de longueur environ peut être utilisé s'il n'est pas élastique. Fixez un morceau de métal ou d'un autre matériau dur au bout de la bande de tissu pour qu'elle ne s'effiloche pas. Fixez la bande sur une table pour pouvoir la mesurer et la marquer soigneusement.

En utilisant une règle standard, mesurez exactement 3,14 cm à partir du bout de la bande. A cet endroit, tracez un trait et marquez "1" sur la bande: quand la circonférence est de 3,14 cm, le diamètre est de 1 cm (figure 9.2). Mesurez encore 3,14 cm et marquez ce point avec un trait et un "2". Continuez ainsi à marquer la bande jusqu'à ce qu'elle puisse être utilisée pour mesurer des arbres de diamètre égal à un mètre ou plus.

Si vous voulez mettre des marques entre les marques de centimètres, vous pouvez le faire (par exemple tous les demis centimètres de diamètre - 1,57 cm), mais n'écrivez pas de nombres sur ces marques.

## LE PREMIER STADE D'UNE ETUDE DE LA VEGETATION

Une étude qualitative préliminaire (par exemple pour un recensement d'animaux) peut permettre de définir des questions intéressantes et suggérer des zones appropriées pour entreprendre des études botaniques quantitatives plus détaillées. L'utilisation de transects de 5 km de longueur a été un premier pas très utile pour caractériser la végétation dans de nombreux sites, dont la Lopé (Gabon), Ituri et Kahuzi Biega (Zaïre) et Lobéké et Korup (Cameroun), et depuis son adoption comme méthode standard par le programme ECOFAC, à Odzala (Congo), Monte Alèn (Guinée Equatoriale), Dja (Cameroun) et N'gotto (République Centrafricaine). Nous recommandons donc cette méthode pour une première approche dans des sites où la végétation est mal connue, pour produire des résultats comparables entre les sites et les pays. Au départ, on choisit de préférence des zones proches du camp de base.

On utilise des transects longs et relativement étroits car ils passent à travers de nombreux types d'habitats et donnent une bonne mesure globale de la composition et de la variété de la végétation. De plus, cette longueur est idéale pour recenser plusieurs groupes de grands mammifères (voir chapitre 11): plusieurs types d'informations peuvent être obtenues sur les transects, ce qui augmente la valeur de toutes les données qu'on peut en tirer.

Pour placer les transects, étudiez tout d'abord une carte de la zone (s'il n'y a pas de carte disponible, faites un schéma vous-même - cf. chapitre 4). Pour avoir des proportions représentatives de crêtes, de flancs de vallée, de cours d'eau et de marais, afin d'obtenir un échantillon représentatif de la zone d'étude, le(s) transect(s) doit (doivent) couper les reliefs hydrologiques majeurs de la zone (Norton-Griffiths, 1978). Cela signifie qu'il(s) doit (doivent) croiser à environ 90° (perpendiculaire) les principaux cours d'eau et les crêtes. Démarrez à un endroit sélectionné au hasard dans votre zone d'étude (voir chapitre 5) et ouvrez un transect de 1 m de large et 5 km de long en suivant un cap compas permettant de couper les cours d'eau (voir chapitre 12 pour la méthode de traçage d'un transect). Coupez la végétation au minimum et assurez-vous de ne pas abîmer les arbres ou d'autres plantes qui seront comptés dans votre échantillon (ou qui pourraient être utilisés les années suivantes quand l'échantillonnage sera répété). Marquez le transect tous les 25 m avec du ruban coloré ou des piquets (à ce stade, l'instrument de mesure le plus pratique est le topofil). Notez les coordonnées GPS aux points de départ et d'arrivée.

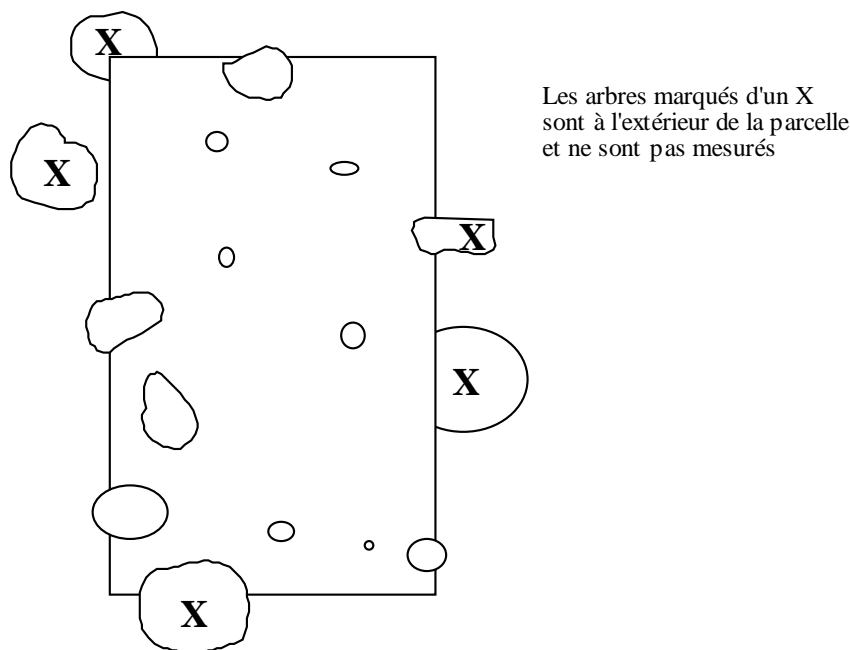
La collecte de données sera faite d'un bout à l'autre du transect, ou depuis un camp situé au milieu. En prenant des données, mesurez toutes les distances avec un mètre d'arpenteur (plus précis qu'un topofil). La localisation des points remarquables (par exemple ruisseaux, marécages, zones de rochers, anciennes pistes d'exploitation forestière, crêtes, arbres tombés, ancienne végétation secondaire), ou les changements de type de sol doivent être notés, et la pente moyenne doit être mesurée avec un clinomètre pour chaque section de 50 m (voir chapitre 4).

Mesurez avec un mètre ruban le diamètre de tous les arbres et lianes de dbh supérieur à 10 cm dans une bande de 5 m de large, à 2,5 m de chaque côté du transect (ce qui donne une surface couverte de  $5 \text{ m} \times 5 \text{ m} = 2500 \text{ m}^2 = 2,5 \text{ ha}$  par transect). La mesure doit être effectuée à 1,3 m au-dessus du sol (diamètre à hauteur de poitrine, dbh), ou immédiatement au-dessus des contreforts ou des racines échasses. L'axe central du tronc doit passer à moins de 2,5 m du transect pour qu'un arbre soit inclus dans l'échantillon (figure 9.4). Faites vos mesures au millimètre près. Ayez un bâton de 1,3 m de long pour connaître la hauteur du point de mesure. La figure 9.3 montre comment traiter les arbres de forme irrégulière, ou cassés. Prenez des mesures sur les arbres morts, en notant bien qu'ils ne sont plus vivants. Chaque arbre doit être identifié avec une étiquette numérotée. Utilisez des clous en aluminium ou en acier galvanisé si possible (ils risquent moins de rouiller et de permettre aux infections de pénétrer dans le tronc), et fixez les étiquettes exactement 30 cm au-dessus (ou au-dessous, si les éléphants ne risquent pas trop de se frotter au tronc) du point de mesure de dbh. De cette façon, des mesures futures pourront être faites exactement au même endroit. Si cela n'est pas fait, la précision des mesures futures est très réduite. A Ituri, Zaïre, dans une grande parcelle botanique, les étiquettes sont attachées aux arbres pour éviter d'augmenter la mortalité due aux clous, et le point de mesure est peint sur l'écorce.

Les espèces d'arbres peuvent être identifiées en utilisant une combinaison de caractéristiques "stériles": silhouette générale (par exemple, contreforts, racines-échasses); texture de l'écorce, couleur, texture et odeur des entailles (mais ne faites des entailles que si cela est nécessaire, et aussi discrètes que possible, car elles peuvent provoquer des infections qui conduisent parfois à la mort de l'arbre), type et forme de feuille (voir encart 9.9). S'il y a un doute pour l'identification sur le terrain, des feuilles doivent être collectées et comparées avec des spécimens d'herbier, et si possible il faut récolter des fleurs et des fruits avec les feuilles. Un spécimen doit être collecté pour chaque nouvelle espèce rencontrée.

Notez aussi la localisation de chaque individu sous forme de coordonnées (distance le long du transect, distance à gauche ou à droite du transect). Estimez la hauteur de chaque individu, et la hauteur des premières branches. Si vous avez du temps, ces mesures doivent être effectuées à l'aide d'un clinomètre ou d'un appareil similaire. Répétez ces opérations pour tous les arbres de plus de 60 cm de dbh (ce diamètre peut varier pour satisfaire les besoins de votre étude), dans une bande de 50 m de large, 25 m de part et d'autre du transect. Notez les individus dont les éléphants ou d'autres animaux comme les écureuils ont arraché de l'écorce.

**Figure 9.4: la situation du centre d'un arbre (ou d'une liane) permet de déterminer s'il est ou non à l'intérieur de la parcelle**



#### ENCART 9.9: IDENTIFICATION DES ESPECES

La chose la plus importante à avoir en tête en identifiant une espèce végétale est qu'il faut être certain de l'identification. Il est préférable de lister un arbre comme "inconnu" plutôt que d'inclure une identification dont vous êtes incertain, laissant ainsi toutes vos déterminations ouvertes aux suspensions. Les fausses identifications n'aident personne.

Lors d'une détermination, il est préférable de noter le nom scientifique. Les noms scientifiques ont été standardisés dans le monde entier, ils sont donc le moyen le plus sûr de transmettre des informations à une personne non familiarisée avec une forêt particulière. L'utilisation des noms scientifiques permet des comparaisons précises des forêts.

Si une plante ne peut pas être identifiée jusqu'à l'espèce, alors identifier le genre, la famille ou le morphotype (espèces ayant des caractéristiques semblables, telles que fruits similaires) est utile.

Si le nom scientifique n'est pas connu, alors le nom vernaculaire peut être utilisé. Si c'est le cas, il est indispensable que tous les membres de cette espèce (et aucun d'une autre espèce) soient appelés de la même façon. Un même nom vernaculaire est parfois utilisé pour plusieurs espèces se ressemblant, ou ayant des utilisations similaires, donc faites attention.

Si l'on ne connaît pas non plus le nom local, on peut donner le nom "inconnu 1" à toutes les plantes qui semblent appartenir à la même espèce inconnue. Ensuite, "inconnu 2" peut être utilisé pour des plantes d'une autre espèce inconnue, et ainsi de suite. Si des plantes sont identifiées de façon homogène comme appartenant à la même espèce, en utilisant soit un nom vernaculaire, soit "inconnu 1", "inconnu 2", "inconnu 3" etc., elles peuvent alors être comptées et mesurées tout de suite, et le nom scientifique donné plus tard.

Si même après de nombreuses recherches, une espèce reste non identifiée, alors elle doit être listée dans le rapport final comme "inconnu". La plupart des recherches qui ont pour but d'identifier les espèces végétales listent:

- 1) le pourcentage d'individus inconnus;
- 2) le nombre d'espèces non identifiées (inconnus).

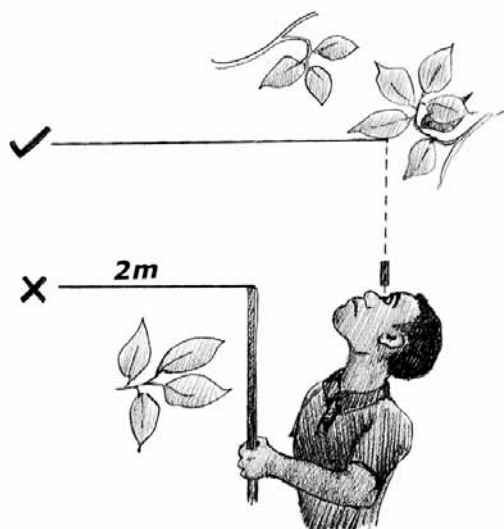
Par exemple, si 300 arbres sur 400 ont été identifiés, alors 25% des arbres ont été listés "inconnus". Ces inconnus peuvent appartenir à 36 espèces différentes.

Estimez la fermeture de la canopée pour quatre hauteurs (0-2 m, 2-10 m, 10-20 m, supérieure à 20 m) le long du transect. On peut adapter une méthode classique utilisée par les botanistes, la méthode point-quadrat (Greig-Smith, 1983 - figure 9.5): prenez les mesures à deux mètres du transect, à des intervalles de 5 m. Préparez une fiche de données avec 5 colonnes, une pour la distance le long du transect, les autres pour les catégories de hauteur (figure 9.6). Pour les mesures entre 0 et 2 m, utilisez un bâton de 2 m de long pour approximer un point; tenez-le verticalement, et s'il touche de la végétation, notez "+" (sinon, notez "-"). Pour les mesures à plus de 2 m, utilisez un clinomètre à visée pour regarder verticalement. Utilisez la mire de la visée du clinomètre comme "point". Notez la canopée "+" ou "-", à chacune des trois classes de hauteur, selon que le point visé est dans la végétation ou non. Ainsi, 1000 points seront



enregistrés à chaque hauteur, le long de chaque transect de 5000 m. La couverture globale est notée “ présente ” si, à une des classes de hauteur, le point de visée passe par de la végétation.

**Figure 9.5: utilisation de la méthode point-quadrat pour estimer la couverture de la canopée**



**Figure 9.6: extrait de fiche de prise de données sur la mesure de la couverture de la canopée.**

Distance	0-2	2-10	10-20	>20
75	+	-	-	+
80	+	+	-	+
85	-	+	-	+
90	-	-	+	+
95	-	+	+	+
100	-	+	+	-
105	+	-	-	-
110	-	+	+	-
115	+	-	-	+
120	+	-	+	+
125	-	-	+	+

De plus, mesurez les densités de tige de chaque espèce de monocotylédone rencontrée (particulièrement les familles des Arecacées (palmiers), Commelinacées, Marantacées et Zingibéracées) dans des parcelles de 1 m<sup>2</sup>, à des intervalles de cinq mètres tout le long du transect. Pour éviter toute conséquence de la coupe du transect, placez les parcelles à 2 m du transect. Pour signaler les parcelles, faites un cadre en bois ou en métal, ou plantez quatre piquets dans le sol, pour marquer les coins. Pour les Poacées (graminées) et les Cypéracées, estimez le pourcentage de couverture. Notez aussi les herbacées et les buissons dominants en terme de couverture du sol par les feuilles.

Comme ces longues et étroites “parcelles” passent à travers différents types de végétation, mais n'échantillonnent pas forcément tous les habitats en détail, elles représentent la première étape d'une description détaillée des types de végétation. En se familiarisant avec l'observation de la végétation, les chercheurs peuvent plus aisément voir des changements subtils qu'ils n'auraient pas remarqué auparavant. Il faut étudier les photographies aériennes pour voir si tous les types de végétation reconnus au sol peuvent être détectés d'en haut; les habitats rares, peu représentés sur les transects, peuvent être échantillonnés plus tard en établissant des parcelles.

#### **PARCELLES OU TRANSECTS?**

Les transects botaniques décrits ci-dessus sont de longues et étroites parcelles conçues pour échantillonner le plus d'habitats différents possibles. Ils sont parfaits pour vos premiers échantillonnages botaniques dans une zone inconnue (dans les mosaïques de forêt et de savanes, vous devrez peut-être choisir des transects ou des parcelles plus petits si vous voulez vous restreindre à la végétation forestière). Cependant, après avoir déterminé les différents types de végétation pouvant être rencontrés sur le terrain, ou si vous êtes dans une zone pour laquelle existent déjà des cartes de végétation, il sera sans doute plus approprié d'échantillonner dans des parcelles situées au hasard dans des types de végétation spécifiques. La taille des parcelles dépendra des objectifs exacts de votre étude (voir encart 9.10).

### Quelle taille d'échantillon?

Lorsque vous prévoyez une étude d'échantillonnage de la végétation, une question que vous pouvez vous poser est la suivante: " quelle quantité de données dois-je collecter pour avoir un échantillon représentatif de la végétation de mon site? ". Etant donnée la diversité de la forêt pluviale tropicale, vous n'obtiendrez jamais un échantillon contenant tous les végétaux, et beaucoup d'espèces rares ne seront représentées que par un ou quelques individus. De plus, en augmentant la taille de votre échantillon, vous rencontrerez de nouveaux habitats et entrerez dans l'aire de répartition de nouvelles espèces. Ainsi, tout ce que vous pouvez espérer obtenir est la composition et l'abondance spécifiques d'une parcelle botanique de votre zone d'étude, ou pour les divers types d'habitats qui la composent.

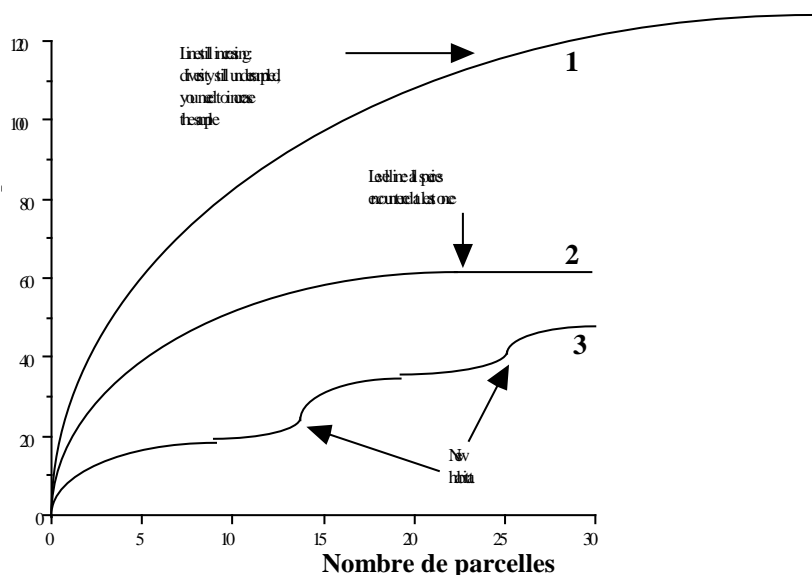
Un moyen simple et rapide d'estimer la validité de votre échantillon est de tracer une courbe aire-espèces. Cela implique de diviser votre échantillon en plusieurs sous-unités de tailles égales et de tracer la courbe du nombre cumulé d'espèces rencontrées en fonction de la surface échantillonnée. Si vous travaillez avec de petites parcelles, chacune peut être considérée comme une unité discrète. Si vous travaillez sur un long transect, analysez-le par sections de 50 ou 100 m. Comptez le nombre total d'espèces dans la première parcelle ou section. Pour la parcelle (ou la section) suivante, comptez le nombre d'espèces trouvées qui n'étaient pas présentes dans la première. Pour la troisième, comptez le nombre d'espèces qui n'étaient pas dans les deux premières, et ainsi de suite. Quand vous aurez fait cela pour toutes les parcelles (ou les sections), tracez la courbe du nombre cumulé d'espèces rencontrées (axe des y) en fonction de l'aire totale échantillonnée (axe des x).

La figure 9.7 montre trois courbes aire-espèces théoriques. Les courbes 1 et 2 passent dans des zones homogènes (un type d'habitat). L'échantillon 1 a été tiré d'une zone riche, la courbe aire-espèces est encore croissante au bout des 30 parcelles, ce qui suggère que l'échantillon n'était pas assez important. La forêt d'où a été tiré l'échantillon 2 était moins riche, la courbe aire-espèces s'est stabilisée bien avant d'avoir échantillonné 30 parcelles, ce qui montre que l'échantillon est représentatif de cette zone. L'échantillon 3 montre une courbe qui n'est pas "lisse". Dans ce cas, la courbe aire-espèces commence à se stabiliser après 10 parcelles (dans ce cas dix sections de 100 mètres d'un transect), puis les chercheurs sont arrivés dans un nouvel habitat et ont rencontré de nombreuses nouvelles espèces (le transect a traversé une rivière et est entré dans une forêt inondée de façon saisonnière). Un deuxième nouvel habitat a été rencontré après 25 parcelles, et la courbe était encore croissante après 30 parcelles, ce qui montre que 3 km de transect (trente sections de 100 m) ne constituent pas un échantillon représentatif.

Dans une étude au Gabon, des courbes aire-espèces ont été obtenues pour 5 transects linéaires divisés en sections de 100 m de long (figure 9.8). La figure montre clairement qu'il y avait des différences nettes de la diversité spécifique dans les 5 transects (Tr 3 étant le plus diversifié, Tr 1 le moins). Quand la taille de l'échantillon (dans ce cas, la longueur de transect échantillonnée) augmente, le nombre de nouvelles espèces (celles non rencontrées précédemment sur le transect) par unité de surface diminue graduellement. Des augmentations occasionnelles (sections de la courbe ayant une pente plus forte) correspondent aux zones où le transect passe par de nouveaux habitats. Quand l'échantillon devient plus représentatif du site d'étude, la pente de la courbe diminue. En théorie, on pourrait continuer à échantillonner jusqu'à ce que la pente devienne nulle (c'est-à-dire que toutes les espèces présentes seraient apparues au moins une fois dans l'échantillon), mais en pratique, ceci n'est presque jamais possible. La méthode consiste plutôt à observer la courbe et à voir si elle a commencé à devenir horizontale. Dans la figure 9.8, l'échantillon sur le site 1 (Tr. 1) est probablement représentatif de la zone dans son ensemble car la pente s'est stabilisée (remarquez tout de même l'augmentation au kilomètre 4 lorsque le transect croise une grande rivière et entre dans un type de forêt légèrement différent). De façon similaire dans le site 5 (Tr. 5), la courbe devient plus horizontale, l'échantillon est probablement presque suffisant. Néanmoins, dans les trois autres sites, de nouvelles espèces continuent à être rencontrées de manière régulière, ces échantillons devraient être augmentés. Remarquez en particulier le site 2 (Tr. 2) où la courbe semblait s'aplatir juste après le kilomètre 3 puis est redevenue nettement plus pentue (là où le transect a coupé une grande rivière et est entré dans un type de forêt qui était assez différent de celui des trois premiers kilomètres de l'échantillon).

**Figure 9.7: Trois courbes aire-espèces théoriques**

Nombre cumulé d'espèces



**1: La courbe est encore croissante: la diversité est sous-échantillonnée, vous devez augmenter la taille de l'échantillon.**

**2: Courbe horizontale: toutes les espèces ont été rencontrées au minimum une fois.**

**3: Nouvel habitat.**

### REPETITIONS

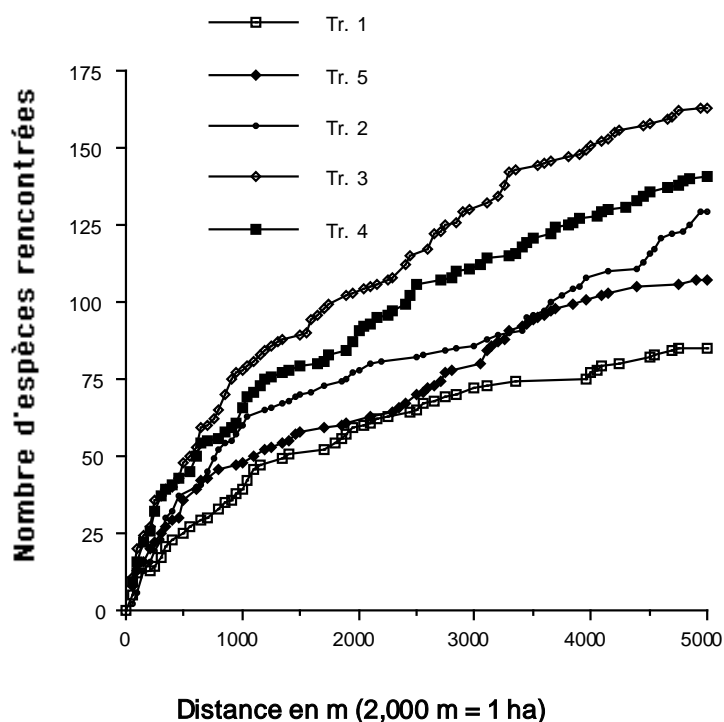
En reprenant vos mesures dans vos parcelles et transects au cours des années (par exemple une fois par an, ou une fois tous les cinq ans), vous obtiendrez des données sur:

- les taux de mortalité des arbres et des lianes;
- les taux de recrutement des arbres et des lianes;
- les taux de croissance des arbres et des lianes.

Les données de mortalité et de recrutement vous donneront une idée de la dynamique de la forêt dans votre site. Vous pourrez aussi contribuer aux études pan-tropicales entreprises pour estimer les impacts possibles des changements climatiques (voir p. \* et encart 9.11). Les données de croissance pour les arbres tropicaux sont rares, et sans elles il est difficile de concevoir des programmes d'exploitation du bois à long terme - si vous ne savez pas à quelle vitesse croît un arbre, comment pourriez-vous mettre en place des cycles de rotation pour des espèces qui ont une croissance très lente? Un exemple extrême est le cas de l'ébène africain bien connu, *Diospyros crassiflora*. Il existe peu de données sur son taux de croissance, mais en 10 ans, deux individus suivis à la Lopé ont eu une croissance moyenne de 1 mm de diamètre par an. D'autres espèces du même genre croissent encore plus lentement: par exemple, *D. zenkeri* a eu une croissance annuelle moyenne de 0,5 mm par an au cours de la même étude. On peut donc supposer qu'un ébène de 1 m de diamètre peut avoir 1000 ans - quelle doit être la durée d'un cycle de rotation pour l'exploitation d'une telle espèce?

En notant attentivement la localisation de vos parcelles et en étiquetant les arbres vous rendez possible le suivi à long terme de vos échantillons, ce qui augmente beaucoup leur valeur, et justifie encore plus les efforts entrepris pour les établir. Les transects et les parcelles doivent être re-mesurés à intervalles de cinq ans, ou plus fréquemment si possible. Le dbh de chaque arbre doit être re-mesuré, et les causes de mortalité doivent être notées si elles sont visibles. Les nouvelles recrues qui étaient trop petites pour être incluses dans l'échantillon les fois précédentes doivent être identifiées, mesurées et étiquetées.

**Figure 9.8: courbe aire-espèces pour cinq transects linéaires de 5 km dans la Réserve de la Lopé (Gabon), sur lesquels tous les arbres de plus de 10 cm de dbh dans une bande de 5 m de large ont été comptés, donnant un échantillon de 2,5 ha (d'après White, 1992).**



## L'ETAPE SUIVANTE: TYPES DE VEGETATION A GRANDE ECHELLE ET CARTOGRAPHIE

### Intégrer la télédétection et les études botaniques

Une fois que vous avez une bonne connaissance des types de végétation, il est intéressant et utile de produire une carte de la végétation pour votre zone d'étude. Les cartes de végétation sont utiles pour de nombreuses raisons, par exemple:

- elles permettent d'élucider les mouvements saisonniers des animaux à l'intérieur et à l'extérieur des zones protégées;
- elles permettent d'identifier des habitats clés pour certaines espèces animales, afin de sélectionner des zones prioritaires pour les actions de conservation;
- elles permettent de délimiter des habitats rares, fragiles ou particulièrement riches qui doivent être protégés de l'exploitation et d'autres impacts humains;
- elles permettent de planifier des recensements animaux efficaces en stratifiant les échantillonnages (voir chapitre 5);
- elles permettent de s'assurer que les collectes botaniques et l'échantillonnage de la diversité des autres espèces ont été faits dans tous les habitats de l'aire protégée; etc.

On peut faire une carte de la végétation à partir de deux types d'information: l'imagerie aérienne ou satellite, et les observations effectuées sur le sol. La plupart des cartes nécessitent d'utiliser les deux. S'il existe des photographies aériennes ou satellites pour votre site, il faut les étudier attentivement pour voir ce que l'on peut y repérer. Certains ensembles seront faciles à interpréter sur la photo, surtout dans les zones où vous connaissez bien la végétation. Dans celles que vous ne connaissez pas, ils pourront correspondre à des formations que vous connaissez, mais si vous voyez des ensembles nouveaux ou inexplicables, vous devrez entreprendre des études qualitatives et quantitatives au sol pour interpréter l'imagerie. Les photographies aériennes sont généralement plus utiles que l'imagerie satellite. Une autre alternative est l'imagerie radar, très utile pour la topographie, d'utilisation plus limitée pour la cartographie de la végétation: elle ne peut pas vous fournir les détails que vous cherchez (voir encart 9.12 pour plus de détails).

### ENCART 9.10: DETERMINER LA BONNE TAILLE DE PARCELLE POUR ECHANTILLONNER LA VEGETATION.

Les parcelles peuvent être de n'importe quelle taille ou forme, mais certaines sont plus appropriées que d'autres pour étudier les arbres dans la forêt. Les parcelles carrées ou rectangulaires sont les plus fréquemment utilisées, mais leur taille varie selon les sites. La taille et la forme des parcelles sont déterminées en équilibrant trois facteurs:

- 1) la capacité à déterminer les limites de la parcelle avec un minimum d'effort;
- 2) la réduction des "effets de bord";
- 3) la taille présumée des ensembles dans la végétation.

#### **Déterminer les limites de la parcelle avec un minimum d'effort**

Quand les limites de la parcelle sont reconnues de façon efficace, le processus de comptage des arbres est plus rapide. On simplifie la localisation en démarrant les mesures à partir d'une piste (transect), et si la largeur de la parcelle est faible. Ainsi, des parcelles longues et étroites avec une piste les parcourant en leur milieu sont pratiques pour des études qui doivent être effectuées rapidement (par exemple, lorsqu'on compte les arbres sur une grande zone).

Le positionnement des limites de la parcelle doit être précis, mesuré avec un mètre ou un objet de mesure fabriqué sur place. De tels objets peuvent être une corde avec des noeuds aux distances voulues, ou pour des parcelles très étroites (par exemple, moins de 5 m de large), un bâton coupé à la bonne longueur.

#### **Réduire les "effets de bord"**

Un effet de bord est tout phénomène qui affecte les arbres en bordure de parcelle mais pas ceux au centre de la parcelle. Dans le cas des parcelles en forêt, il s'agit du fait de se tromper pour les arbres situés en bordure, et d'inclure un arbre hors de la parcelle, ou d'exclure un arbre qui est dedans (voir figure 9.1). Une augmentation du pourcentage d'"arbres limite" augmentera probablement les erreurs d'échantillonnage.

Lorsqu'on utilise des parcelles, les effets de bord doivent être réduits autant que possible car ils sont une source potentielle d'erreurs dans les données. Les effets de bord sont réduits dans les parcelles courtes et larges, car il y a moins de longueur de bords comparé à la zone centrale que sur des parcelles longues et étroites. Ils sont aussi réduits dans les grandes parcelles et augmentés dans les petites. La forme optimale de parcelle est circulaire, car cela minimise le rapport bord/surface. De telles parcelles sont faciles à tracer avec un mètre d'arpenteur ou une corde de longueur appropriée et un piquet central. Cependant, cartographier les arbres ou diviser la parcelle en sous-parcelles est plus facile si elle est carrée ou rectangulaire.

#### **Taille présumée des ensembles de végétation**

Dans une végétation relativement homogène, la taille et la forme des parcelles ne devraient pas jouer sur vos résultats. Par contre, si vous travaillez dans une zone avec une mosaïque de nombreux types de végétation distincts, comme un delta de rivière, ou une zone où d'étroites forêts galeries serpentent le long de cours d'eau dans un paysage de savane, la taille des parcelles doit être prévue pour échantillonner des unités de végétation homogènes.

#### **Exemples de tailles de parcelles**

5 m x jusqu'à 5000 m: la taille et la forme de la parcelle sont correctes si vous voulez étudier rapidement une grande zone de forêt inconnue et si vous voulez obtenir un échantillon représentatif de plusieurs types de végétation. Vous pouvez décider de ne collecter que des informations limitées (par exemple, vous intéressez seulement à quelques espèces, aux grands arbres ayant une valeur commerciale, ou compter et mesurer les arbres en identifiant seulement les espèces communes etc.). La forme de ces parcelles rend facile la localisation de ses limites depuis une piste, et ainsi vous permet de couvrir de grandes zones en peu de temps. Cependant, les effets de bord dans ce type de parcelle seront importants et les estimations de densité pourront être fausses.

50 m x 10 m, ou 50 m x 20 m: la forme et la taille de ces parcelles est appropriée si vous voulez obtenir des informations de fond (par exemple, la densité d'arbres, la taille des arbres, la composition spécifique). Ces parcelles représentent un compromis entre 1) localiser facilement les limites de la parcelle et 2) réduire les effets de bord. Elles vous permettront de plus d'échantillonner des ensembles homogènes.

Mesurez tout d'abord 50 m le long d'une piste. Puis mesurez soit 10 m (pour la parcelle de 50 m x 10 m), soit 20 m (pour la parcelle de 50 m x 20 m) d'un côté de la piste pour placer les limites.

20 m x 20 m ou 50 m x 50 m: les dimensions de ces parcelles carrées sont parfaites si vous voulez commencer une étude détaillée de la dynamique de la forêt, en utilisant des parcelles permanentes. Les parcelles carrées sont conçues pour réduire les effets de bord, pour maximiser la précision des résultats. Des résultats précis sont importants pour estimer les changements au cours du temps.

Une méthode proposée par le Missouri Botanical Garden est appliquée dans divers sites en Amérique du sud, en Afrique et en Asie du sud-est. Une parcelle de un hectare de 500 m x 20 m est établie, et seules les plantes de 10 cm de dbh au moins sont marquées et cartographiées. Le choix d'une parcelle relativement longue plutôt que circulaire ou carrée signifie que plusieurs types de végétation seront probablement échantillonnés, ce qui augmente la diversité spécifique observée. Comme cette méthode est utilisée dans divers sites, la valeur de vos données pour les comparaisons sera accrue: si cette forme de parcelle peut être adoptée, c'est une bonne méthodologie.

### ENCART 9.11: DEMANDE D'INFORMATION SUR LES PARCELLES PERMANENTES

Le centre de recherche en foresterie internationale (Centre for International Forestry Research - CIFOR) met en place un index des parcelles permanentes sous les tropiques, faisant partie du Tree Growth Potential Information System (TROPIS: système d'information potentielle sur le potentiel de croissance des arbres). Il offre d'autre part d'aider les chercheurs et collaborateurs potentiels à se mettre en contact les uns avec les autres. L'index TROPIS comprend un résumé des objectifs des parcelles, de leur localisation, des espèces, de leur histoire et des personnes impliquées. Toute personne désirant faire une recherche dans cet index recevra la liste des parcelles correspondant aux critères demandés, ainsi que les noms et adresses des personnes à contacter pour obtenir les données. Le but de ce service est de stimuler la collaboration entre de nombreux chercheurs, et d'aider toute personne établissant ou suivant des parcelles permanentes à les contacter.

Contact: Jerry Vanclay, CIFOR, PO Box 6596 JKPWB, Jakarta 10065, Indonesia. Fax + 62 251 326433; E-mail J.Vanclay@cgnnet.com.

### ENCART 9.12: L'IMAGERIE: MÉRITES ET COUTS

David Wilkie

Après avoir réalisé des inventaires botaniques et défini les types de végétation, vous pouvez vouloir les cartographier. Cela nécessitera sans doute l'utilisation de certaines forme d'imagerie, combinées à des recensements terrestres plus poussés. Les pays africains ont des archives de photographie aérienne d'importances très variables. Par exemple, le Cameroun a des archives relativement complètes de photographies aériennes historiques (elles couvrent l'ensemble du pays), tandis que le Congo n'en a que très peu. Il n'existe pas de couverture photographique aérienne contemporaine (moins de 10 ans), au niveau national comme régional, et cela serait beaucoup trop chère à obtenir et à analyser. Donc, à moins d'être suffisamment chanceux pour travailler dans une zone déjà couverte par des photographies aériennes, vous devrez commander des images, ou convaincre quelqu'un de vous les donner.

#### Sélectionner l'outil le plus approprié

Vous trouverez ci-dessous un très bref récapitulatif des avantages et des inconvénients de chaque source d'information à distance (d'après Wilkie, sous presse). Pour une étude plus détaillée, vous pouvez consulter: Wilkie, D. S. & Finn, J. Y. (1996). Remote sensing imagery for natural resources monitoring: a guide for first-time users. Colombia University Press, New York.

#### Photographie aérienne commerciale

La photographie aérienne grand format (c'est-à-dire film d'au moins 70 mm) est utilisée dans la plupart des pays du monde pour faire des cartes topographiques et d'utilisation des sols. Ainsi, on peut souvent obtenir des photographies aériennes d'archives, panchromatiques, couleur ou IR (infrarouge) auprès d'agences cartographiques nationales ou fédérales. S'il n'y a pas de photographies de votre zone, il est possible d'établir un contrat avec des sociétés privées pour obtenir des photographies à l'échelle et à l'époque les plus appropriées. La photographie aérienne est très adaptée pour des projets qui:

- concernent une petite zone ou des perspectives locales, inférieures à 1000 km<sup>2</sup>;
- servent de base pour la cartographie;
- impliquent de détecter et d'identifier de petits objets, de moins de 10 m de diamètre.

Les avantages de la photographie aérienne sont: résolution spatiale supérieure; faible besoin de rectifications géographiques; opération simple; faible coût des équipements d'analyse. Ses inconvénients sont: les films couvrent un spectre limité; l'analyse digitale n'est possible qu'en scannant ou en numérisant des diapositives ou des photos sur papier; il est difficile d'interpréter un grand volume de données (grandes zones); coût d'acquisition de données et d'analyse élevés par km<sup>2</sup> pour des zones de plus de 1000 km<sup>2</sup>.

#### Photographie aérienne non commerciale

La photographie aérienne au 35 mm est la plupart du temps effectuée par le chercheur quand il en a besoin. En utilisant un objectif 35 mm, on prend des photographies obliques à travers la fenêtre ouverte d'un petit avion de location volant au-dessus de la zone cible. La photographie aérienne au 35 mm est appropriée pour des projets qui:

- concernent une ou plusieurs petites zones, inférieures à 5 km<sup>2</sup>;
- demandent une couverture fréquente et répétée;
- impliquent de détecter et d'identifier de très petits objets, de moins de 5 m de diamètre.

Les avantages de la photographie aérienne au 35 mm sont: très peu chère pour des études et des suivis sur de toutes petites zones (échantillonnage), la location d'un avion coûtant entre 100 et 200\$ par heure; résolution spatiale supérieure, possibilité de travailler à une échelle inférieure au 1:500; opération simple; faible coût des équipements

d'analyse. Ses inconvénients sont: rectifications géographiques requises pour l'estimation des surfaces; l'analyse digitale n'est possible qu'en scannant ou en numérisant des diapositives ou des photos sur papier; les pellicules infrarouges peuvent obliger les utilisateurs à développer et tirer leurs négatifs; les films couvrent un spectre limité; difficulté (en temps et en travail) à interpréter de grandes quantités de données (régions étendues). Cependant, l'arrivée sur le marché d'appareils photographiques numériques qui joignent la photographie au 35 mm traditionnelle à la collecte de donnée numérisées permet d'allier la facilité de traitement du numérique aux avantages de la photographie aérienne au 35 mm. Bien que plus chers que les appareils photographiques classiques, avec une résolution moins bonne, les appareils numériques permettent un accès presque immédiat à des images qui peuvent être transmises électroniquement par les lignes téléphoniques ou les réseaux informatiques, qui peuvent être traitées et améliorées numériquement, et qui peuvent facilement être intégrées à des documents en utilisant des logiciels graphiques. La résolution des appareils numériques rejoindra celle des appareils traditionnels dans un futur proche.

### **Vidéographie aérienne**

Elle peut être effectuée comme la photographie aérienne au 35 mm, en filmant avec un caméscope par la fenêtre d'un avion de location. Plus fréquemment, la caméra vidéo est montée à l'extérieur de l'avion, pointant vers le bas, et est contrôlée à distance par le chercheur dans l'avion (Sidle & Ziewitz, 1990). La vidéographie aérienne est adaptée pour des projets qui:

- impliquent quelques zones assez petites, ou des échantillons le long d'un transect ou quelque chose de linéaire, inférieur à 50 km<sup>2</sup>.
- demandent une couverture fréquente et répétée;
- demandent de détecter et d'identifier des objets relativement grands, de plus de 5 m de diamètre.

De même que pour la photographie aérienne, la résolution spatiale de la vidéographie aérienne peut être augmentée en allongeant la distance focale de l'objectif, ou en réduisant l'altitude de l'avion. Ainsi, bien qu'il soit possible d'utiliser la vidéographie aérienne pour compter des carcasses d'éléphants braconnés, ou même des crottes d'éléphants dans une clairière, la haute résolution spatiale est au prix d'un champ de vision étroit (c'est-à-dire une bande prospectée étroite). Les avantages de la vidéographie aérienne sont: procédé le moins cher pour des études et des suivis à petite ou moyenne échelle (échantillonnage), possibilité de voir les images pendant qu'elles sont prises; analyse visuelle et numérique possible; opération simple; caméras vidéo allant du visible au proche infrarouge; faibles coûts d'acquisition et des équipements d'analyse. Les inconvénients sont: faible résolution; demande une lumière assez forte pour l'acquisition des images; rectification géographique requise pour l'estimation de la topographie. Cependant, la technologie et les logiciels pour cette technique progressent rapidement, elle sera donc très utilisée dans les années qui viennent.

### **Imagerie satellite**

On peut obtenir des images satellites auprès de sociétés privées (par exemple EOSAT, SPOT Image) ou d'agences gouvernementales (par exemple United States Geological Survey, Eurimage). Il existe des images sous forme numérisée (c'est-à-dire que l'image est stockée sur une cassette ou une disquette et doit être transférée et regardée sur un ordinateur), d'autres sur papier couleur ou noir et blanc, ou encore sur diapositives. Bien qu'aujourd'hui, l'imagerie satellite donne la couverture à l'échelle régionale et les informations globales sur l'utilisation du sol les plus complètes, ces données ne sont pas disponibles pour les années avant 1972, correspondant au lancement du premier satellite Landsat. L'imagerie satellite est très adaptée aux projets qui:

- impliquent de grandes zones, avec une perspective régionale ou globale, supérieures à 20 000 km<sup>2</sup>;
- impliquent d'étudier, de suivre ou de comparer plusieurs zones séparées dans l'espace;
- demandent une couverture fréquente et répétitive;
- demandent ou bénéficient de données multispectrales;
- s'intéressent à des objets plus grands que la résolution spatiale obtenue.

Plusieurs systèmes sont utilisables pour évaluer les ressources de la forêt africaine, avec des résolutions spatiales et temporelles variées. Le AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer: radiomètre avancé à très haute résolution) a une couverture quotidienne avec une résolution de 4 km ou de 1 km, à seulement 90\$ par image. La haute résolution temporelle donne la meilleure possibilité d'obtenir des images sans nuages rapidement, et permet une cartographie de la végétation à l'échelle régionale, mais la grossière résolution spatiale et spectrale (l'AVHRR a été conçu comme un capteur météorologique) exclut son utilisation pour une cartographie détaillée de la végétation.

Bien qu'une série de satellites SPOT et LANDSAT à haute résolution spatiale aient été mis en orbite depuis 1973 et 1986 respectivement, la couverture complète pour l'Afrique n'existe pas, à cause des problèmes de couverture nuageuse, de l'absence d'efforts concertés pour obtenir des données, et de l'augmentation démesurée des prix des images depuis que LANDSAT a été privatisé en 1984 (le prix d'une image est passé de 200\$ à 3500\$). La situation va peut-être s'améliorer, au moins pour les prix des images LANDSAT, car des changements récents de la législation aux Etats-Unis permettront d'obtenir des images beaucoup moins chères. Quand Landsat 7 aura été lancé (1997), les images seront disponibles au prix de la duplication et des manipulations (approximativement 200\$). Le système SPOT est

complètement opérationnel avec 3 satellites en orbite, mais le prix des images SPOT couvrant une zone de 60 km x 60 km est de 3000\$.

Il est prévu de placer en orbite en 1998 le radiomètre à balayage MODIS, premier des satellites du Earth Observation System. Ce satellite procurera une imagerie à haute résolution spectrale (36 canaux entre 0,4 et 15 m) et temporelle (cycles de 2 jours) avec une résolution spatiale modérée (250 - 1000 m), et permettra de faire de la cartographie régionale de la végétation sans problèmes de nuages.

Les avantages de l'imagerie satellite sont: spectre large (de l'ultraviolet à l'infrarouge); analyse digitale et visuelle; sortie digitale ou photographique (analogique); grande amplitude dynamique des détecteurs (valeurs de luminosité); mesures biophysiques quantitatives à partir d'informations radiométriques obtenues par des capteurs calibrés; angle du soleil, perspective et réponse des capteurs uniformes; facilité à comparer différentes échelles et longueurs d'ondes; traitement semi-automatique utilisant toute l'amplitude dynamique des données. Les inconvénients sont: la faible résolution spatiale comparée à celle des capteurs aériens ou au sol; le coût élevé des équipements de démarrage.

#### **Side Looking Airborne Radar (SLAR) et Synthetic Aperture Radar (SAR)**

L'imagerie radar peut être obtenue par avion ou par satellite. Les systèmes de télédétection précédents dépendent tous du soleil pour éclairer le paysage. Au contraire, les systèmes radar ont leur propre source d'illumination qui est la transmission d'un signal EMR dans les micro-ondes. Ces micro-ondes, reflétées par les accidents du paysage, sont détectées par des capteurs. Le temps d'arrivée et l'intensité du signal retour sont utilisés pour générer l'image radar finale. Le lancement du satellite canadien RadarSat fin 1995 a permis d'obtenir pour la première fois des images de zones couvertes de nuages de façon permanente. L'imagerie radar est appropriée pour les projets qui:

- impliquent des zones à couverture nuageuse permanente;
- s'intéressent à la détection et à l'identification de relativement gros objets de plus de 50 m de diamètre.

L'avantage du radar est de pouvoir obtenir des données quelles que soient les conditions météorologiques. Ses inconvénients sont: le coût élevé du matériel; systèmes satellites principalement expérimentaux; résolution spatiale modérée; analyse des images et méthodes d'interprétation pour la gestion des ressources naturelles mal développées; informations obtenues seulement sur la texture du terrain et de la végétation et sur le contenu en eau.

#### **Choisir l'imagerie la plus appropriée**

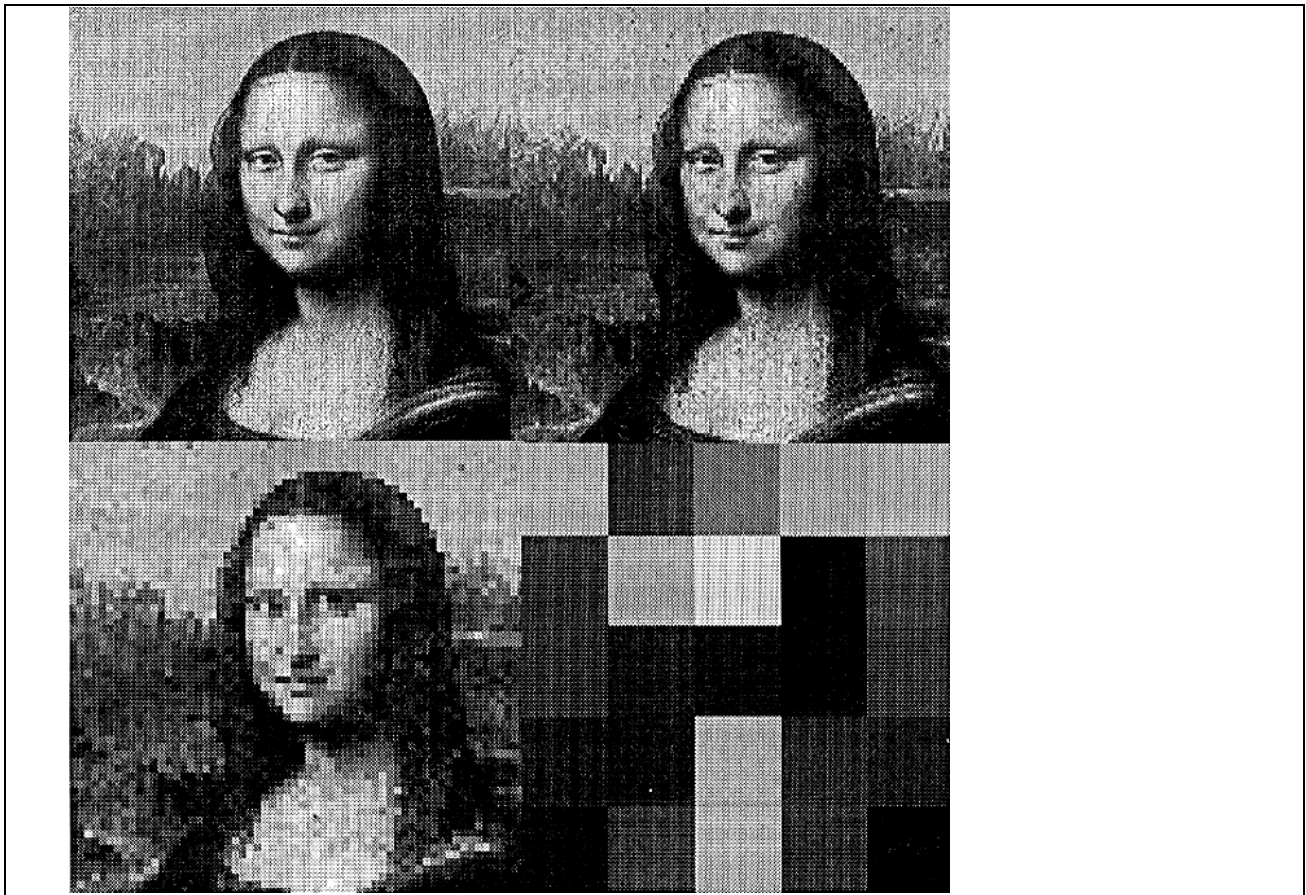
Choisir un système de télédétection approprié dépend beaucoup de la taille de la zone à étudier et du niveau de détail voulu. Toutes les images disponibles pour l'Afrique montrent un équilibre entre le niveau de détail (le plus petit objet pouvant être identifié sur l'image) et la couverture de chaque image. La figure B9.3 montre graphiquement cet équilibre. Une seule image NOAA-AVHRR couvre presque l'ensemble du bassin du Congo, mais la résolution spatiale cache les détails fins du paysage. Au contraire, la vidéographie aérienne ne couvre qu'une bande extrêmement étroite du paysage, mais avec beaucoup de détails. Le tableau B9.2 décrit en termes très généraux les types d'objets du paysage pouvant être identifiés à différentes échelles, et le tableau B9.2 résume les équilibres entre échelle, résolution spatiale et couverture pour les types de couverture et de données d'utilisation du sol les plus facilement disponibles pour l'Afrique centrale.

De plus en plus de projets de conservation dans la forêt pluviale africaine se tournent vers des outils "high tech" tels que les images satellites pour obtenir des informations et décider des politiques. Cependant, les gestionnaires et les chercheurs de terrain qui n'ont pas accès à ces technologies ne doivent pas se décourager. L'analyse digitale d'informations obtenues par télédétection peut détecter une tache de couleur unique dans un paysage, mais sans information obtenue sur le terrain, la personne qui interprète ces données est incapable de savoir quelle classe de couleur doit être associée avec quel type particulier de couverture du sol tel que village, ferme, plantation, forêt de régénération ou forêt marécageuse. La vidéographie aérienne à basse altitude assistée par GPS (Marsh et al., 1994; Sidle & Ziewitz, 1990) aide énormément à la classification des images, en procurant rapidement et de façon précise des informations de terrain sur des zones relativement grandes. Cependant, elle ne remplace pas de solides connaissances des conditions au sol.

La combinaison du travail de biologistes conservacionnistes de terrain avec les connaissances techniques d'analyse d'images des modélisateurs des changements climatiques est nécessaire pour améliorer la précision et la fiabilité des images de composition de la végétation du Bassin du Congo obtenues par télédétection. Ainsi, les données que vous pouvez collecter au sol, si elles sont notées attentivement et précisément, sont aussi importantes que les autres types d'information.

#### **Figure B9.3: représentation schématique des effets des différentes échelles de résolution**





**Tableau B9.2: guide très général des objets pouvant être identifiés à différentes échelles**

<b>Echelle</b>	<b>Objets</b>
1:500	Identification des espèces végétales, taille d'arbres individuels, utilisation de bâtiments, types d'industries.
1:5 000	Volume de bois, limites de zones humides, tracé de tributaires mineurs, identification des réseaux de transport, limites de propriétés.
1:50 000	Tracé des zones de forêt décidue ou sempervirente, tracé des zones d'associations de forêts, direction des courants, tracé des côtes, réseaux locaux de transport majeurs, mesure des zones de terres agricoles.
1:500 000	Classifications régionales de la végétation et de l'utilisation du sol.
1:5 000 000	Fleuves majeurs, zones de végétation continentales, couverture nuageuse continentale.

## **LA PHENOLOGIE**

La phénologie est l'étude des rythmes de floraison, fructification et production des feuilles chez les végétaux. Le but d'une étude phénologique est de mieux comprendre le rythme et la production potentielle pour la reproduction (c'est-à-dire la quantité de fleurs et de fruits) d'une espèce d'arbre ou d'autre plante. Cela peut être très important d'un point de vue botanique: une espèce peut avoir des rythmes de fructification très différents dans deux habitats. Cela peut aussi être important si vous vous intéressez à une espèce d'arbre qui est une source de nourriture significative pour un animal comme un calao, un céphalophe ou une chauve-souris. Beaucoup des grands mammifères et oiseaux vivant dans les forêts pluviales africaines sont frugivores: les variations saisonnières de la production des fruits peuvent avoir des

implications importantes pour certains comportements comme les déplacements ou la reproduction, et peuvent limiter l'abondance et la distribution des animaux.

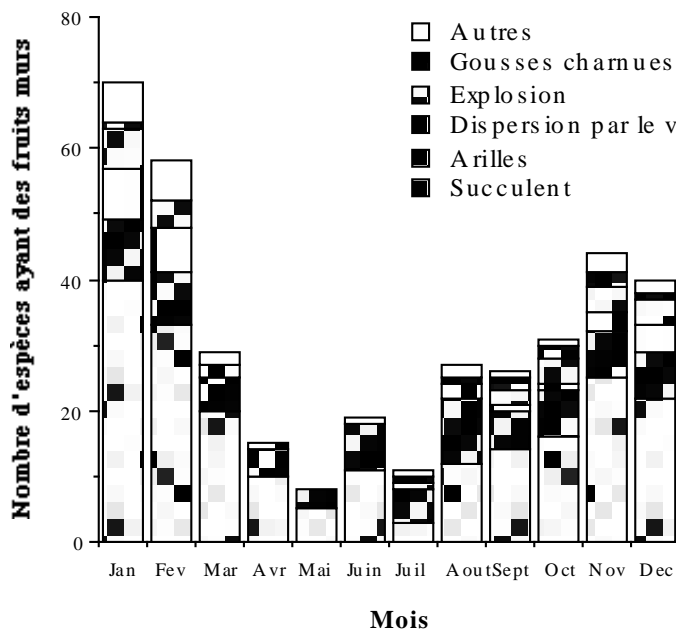
### Phénologie des chutes de fruits

Les études détaillées de la phénologie des plantes demandent du temps. Cependant, elles révèlent les rythmes de fructification et peuvent être obtenues sans trop d'efforts (figure 9.9). La méthode suivante a ses limites, puisqu'elle est basée sur les fruits tombés de la canopée, et parce que les fruits peuvent être retirés du transect par les frugivores terrestres, mais on a montré qu'elle donne des résultats comparables aux mesures *in situ* d'abondance des fruits dans une forêt africaine (Tutin & White, sous presse).

Les comptages de fruits tombés peuvent être faits sur les transects botaniques de 5 km, ou en même temps que les comptages de crottes sur un transect. Parcourez le transect sur une base de une ou deux fois par mois, et comptez et identifiez tous les fruits frais, mûrs ou non, tombés sur une bande de 1 m de large. Enlevez tous les fruits qui pourraient encore être intacts au prochain recensement. Pour chaque espèce, collectez un échantillon de fruit mûr et calculez la masse moyenne d'un fruit (ou collectez et pesez tous les fruits tombés). Comptez les restes frais de fruits mangés par des mammifères ou des oiseaux, tout comme les fruits entiers. Classez les fruits par catégories: succulent, à arille, déhiscent, gousse charnue, dispersé par le vent, autres.

Les études de phénologie par les fruits tombés entreprises en même temps que des études de densités animales peuvent révéler des relations entre l'abondance des fruits et les déplacements des animaux. Par exemple, à la Lopé, cette méthode a été utilisée pour identifier un type de forêt peu étendu (couvrant environ 200 km<sup>2</sup>) vers laquelle presque tous les éléphants d'une zone de 3000 km<sup>2</sup> convergeaient pour se nourrir de fruits de *Sacoglottis* en octobre et en novembre (White, 1994c, encart 12.4). Des efforts spéciaux sont entrepris pour protéger ce type de forêt de l'exploitation.

**Figure 9.9: données obtenues sur des transects linéaires de 5 km de comptages de fruits tombés dans la réserve de la Lopé, Gabon. Les fruits sont classés en plusieurs catégories, basées sur leur aspect et leur mécanisme de dispersion (d'après White 1994b).**



### Sur la phénologie des arbres

La méthode décrite ci-dessus mesure les fruits tombés. D'autres méthodes permettent d'estimer la quantité de fruits (ou de fleurs, ou de feuilles) présents sur les arbres et les lianes. De telles études nécessitent plus de temps que les comptages de fruits tombés, mais donnent plus d'informations. Si les mouvements saisonniers des animaux sont particulièrement marqués et leur compréhension importante pour la gestion, de telles études peuvent être justifiées. Cependant, gardez à l'esprit le fait que la fructification, la floraison et la mise en place des feuilles sont en évolution constante, et que vous aurez à collecter les données à intervalles réguliers et courts (généralement deux ou quatre semaines) pendant une période d'au moins un an, pour obtenir des données ayant du sens. Cela représente un investissement majeur en temps. Cependant, si vous pensez pouvoir entreprendre une telle étude, les informations qui en

seront tirées pourront être extrêmement intéressantes. Gardez en tête qu'il y a souvent des différences marquées entre les années et que vos résultats auront plus de valeur si vous pouvez continuer l'étude pendant au moins 2 ou 3 ans.

### **Que faut-il noter pour chaque plante étudiée?**

Une liste de caractéristiques est remplie pour chaque individu étudié, et peut inclure tout ou partie de ce qui suit:

- jeunes feuilles, feuilles matures, feuilles sénéscentes;
- boutons floraux, fleurs matures;
- fruits immatures sur l'arbre, fruits mûrs sur l'arbre, fruits immatures sur le sol, fruits mûrs sur le sol.

### **Situer les arbres étudiés:**

Pour commencer une étude phénologique, déterminez tout d'abord quelles espèces d'arbres seront étudiées. Les espèces communément étudiées sont celles dont les fruits sont fréquemment consommés par des animaux étudiés, celles qui ont une importance commerciale, et celles que l'on trouve en fortes densités dans la forêt. Déterminez alors dix arbres en âge de reproduction pour **chaque** espèce choisie. Essayez de sélectionner les arbres dans des emplacements "représentatifs" (ou "normaux") (par exemple, tous ne doivent pas être situés en lisière de grandes éclaircies, ou au-dessus d'une rivière etc.), et assurez-vous que leur houppier est clairement visible d'au moins un endroit. Il est préférable de placer ces arbres à une distance telle qu'ils soient facilement visibles depuis une piste ou un transect. Chaque arbre doit être marqué de façon permanente. Dresser une carte ou documenter d'une autre façon la localisation de chaque arbre aidera les nouveaux observateurs à trouver les arbres étudiés.

### **Estimer la quantité de feuilles, de fleurs et de fruits:**

Cela est difficile. Une façon simple de noter les quantités estimées consiste à utiliser un barème à trois notes (voir tab. 9.3.). Ce barème est recommandé si de nombreux observateurs vont être impliqués dans la récolte de données, particulièrement si ce sont des gens avec assez peu d'expérience de la recherche, car plus le système est simple, plus vous aurez des chances d'obtenir des résultats cohérents.

**Tableau 9.3.: exemple d'un barème de trois notes utilisé pour caractériser les informations phénologiques** (Terese et John Hart, communication personnelle).

<b>Caractéristiques</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
Feuilles matures	Aucune à très peu	Jusqu'à 75% de la "capacité" totale	Supérieur à 75% jusqu'à 100%
Jeunes feuilles	Aucune	peu ou limitées à 1 ou 2 branches	nombreuses sur la majorité du houppier
Fleurs	Aucune	peu ou limitées à 1 ou 2 branches	abondantes sur la majorité du houppier
Fruits dans l'arbre	Aucun	peu ou limités à 1 ou 2 branches	abondants sur la majorité du houppier
Fruits sur le sol	Aucun	peu	beaucoup et sous la majorité du houppier

L'avantage d'un système simple tel que celui-ci est que la qualité des données peut être maintenue même si de nombreux observateurs sont impliqués dans leur collecte. L'inconvénient est la faible résolution: des changements discrets peuvent passer inaperçus. Si l'étude des rythmes phénologiques est jugée importante, et si on a accès à un personnel bien formé, une méthodologie plus détaillée peut être utilisée. A la Lopé, Caroline Tutin et ses collègues ont utilisé le protocole suivant pendant une étude de 10 ans des rythmes phénologiques:

Chaque plante est contrôlée mensuellement. Son houppier est observé aux jumelles, d'un point connu sur une piste empruntée régulièrement (une piste d'éléphants cartographiée). Il est divisé visuellement en quatre quarts et reçoit une note de 4 s'il a le maximum de fruits (de fleurs, de feuilles) sur l'ensemble du houppier. S'il a une production maximum sur la moitié seulement du houppier, ou si la production est équivalente à la moitié de la production maximum possible, sa note est 2. Ainsi, des notes de 1, 2 ou 3 représentent des productions qui sont le quart, la moitié ou les trois quarts de la production maximale possible (notée 4). Pour prendre en compte le fait que les plantes n'ont parfois que peu de fruits (ou de feuilles sénéscentes par exemple), les notes sont affinées de la façon suivante: 0,  $\sqrt{1}$ , 0,5, 1, 1,5, 2, 2,5, 3, 3,5, 4. La note  $\sqrt{1}$  est attribuée quand il y a quelques éléments (feuilles, fleurs ou fruits), mais moins de 1/8 de la production maximale. Les autres notes s'expliquent d'elles-mêmes, chaque demi représentant 1/8 de la production maximale. De plus, la présence de dégâts dus aux insectes, à des animaux se nourrissant, les branches cassées etc. doivent être notés. Les notes pour les feuilles jeunes, matures et sénéscentes (souvent détectées grâce aux changements de couleur) doivent donner 4 en étant additionnées (elles représentent l'ensemble du houppier), à moins qu'une partie du houppier soit nue. Ainsi, un *Irvingia grandifolia* ayant les notes suivantes: JF (jeunes feuilles): 1,5, FM (feuilles matures):  $\sqrt{1}$ , FS (feuilles sénéscentes): 1 a un houppier qui ne possède que les 3/4 de la production normale de feuilles: l'équivalent d'un quart du houppier était couvert de feuilles sénéscentes rouges, la note pour les jeunes feuilles pâles correspondait à entre un quart et la moitié de l'ensemble du houppier, et seules quelques feuilles matures normales ont été vues. La figure 9.10 montre une partie d'une fiche d'étude phénologique remplie.

Ce système peut sembler trop complexe pour vos besoins, mais les chercheurs ayant une longue expérience de la prise de données phénologique trouvent utiles d'affiner ces notes.

**Figure 9.10: fiche de prise de données phénologiques de l'étude de Caroline Tutin**

Code esp. <sup>1</sup>	N <sup>o2</sup>	Espèce	JF	FM	FS	FL	FRI	FRM	Commentaires
51	1	<i>Dacryodes buettneri</i>		4				1,5	
80	5	<i>Xylopia quintasii</i>	√	3,5	√	1,5	1		
59	4	<i>Duboscia macrocarpa</i>	3	0,5	0,5	4			
133	1	<i>Treculia africana</i>	1	3					Dégats d'insectes
98	2	<i>Enantia chlorantha</i>	0,5	3,5					
71	1	<i>Irvingia grandifolia</i>		3,5	√				
98	1	<i>Enantia chlorantha</i>	√	3,5	√				
59	3	<i>Duboscia macrocarpa</i>		1	2,5			√	
43	4	<i>Diospyros polystemon</i>	√	3	0,5			1	Feuilles jaunissantes

1: numéro de code pour les espèces dans la base de données informatique; 2: numéro de l'individu; JF: jeunes feuilles; FM: feuilles matures; FS: feuilles sénéscentes; FL: fleurs; FRI: fruits immatures; FRM: fruits murs.

## CHAPITRE 10 LA SIGNIFICATION DES PISTES ET DES TRACES D'ANIMAUX

Richard J. Parnell

Tout ce qui se déplace laisse des traces. Ce fait est commun à l'ensemble du règne animal, mais tandis que la plupart de ces traces sont imperceptibles ou ne durent qu'un instant, d'autres sont plus durables. Lorsqu'elles sont observées, puis interprétées judicieusement, elles peuvent être une aide inestimable pour les personnes impliquées dans la gestion et la conservation de la faune, ainsi que dans la recherche. Cela constitue l'art du pistage.

Les animaux sauvages sont généralement difficiles à observer, particulièrement en forêt. Ils utilisent leurs sens très aiguisés, leur discrétion et parfois leur camouflage pour se protéger de la prédation et des dérangements, ou pour maximiser leurs chances en chassant. De plus, beaucoup sont nocturnes (actifs pendant la nuit) ou vespéraux (actifs au crépuscule et à l'aube). De fait, presque toutes les activités des animaux forestiers nous échappent, et même de grands animaux passent inaperçus pendant toute leur vie ou presque. Néanmoins, en étudiant les pistes et les traces qu'ils laissent, il est souvent possible d'apprendre beaucoup sur leur mode de vie, et d'augmenter les chances de les observer.

Il semble que la majorité des gens qui travaillent sur la faune sauvage ne passe pas assez de temps à étudier les traces. Le travail de terrain doit souvent être conduit dans des périodes assez courtes; les personnes impliquées n'ont pas le temps de se familiariser complètement avec les traces laissées par l'animal qu'elles étudient, avant d'essayer de comprendre les problèmes complexes posés par l'écologie ou le statut de cet animal. Pour pallier à cette difficulté, il est fréquent de rechercher l'aide de chasseurs locaux ou de guides, dont la connaissance de la faune de leur région, transmise de génération en génération, est souvent considérable. Il faut garder en tête le fait que ces connaissances locales n'ont pas été développées dans un but scientifique, mais bien pour des besoins réels et immédiats liés à la survie. Bien entendu, des guides locaux ne sont pas toujours disponibles. Et même lorsqu'ils le sont, il faut noter que dans de nombreux pays en voie de développement, le passage graduel d'une économie de subsistance villageoise à une économie plus urbaine, basée sur le salariat, a provoqué un fossé entre les générations. Comme la chasse n'est plus nécessaire pour survivre, l'habileté des pisteurs actuels n'est qu'un pâle reflet de celle de leurs grands-parents. La connaissance du suivi des traces d'animaux permet donc aussi de juger de la validité des interprétations données par d'éventuels guides. Si vous ne trouvez pas de guide, une connaissance de base des traces vous permettra de mieux comprendre un animal, et donc d'appréhender les questions de détails avec une meilleure acuité.

Ce chapitre a pour buts d'illustrer: a) comment le suivi des traces permet d'aider le chercheur de terrain ou le gestionnaire de faune, b) comment et où trouver des traces, et c) comment conserver les pistes et les traces. A la fin de ce chapitre, vous trouverez une sélection de dessins de traces d'animaux faits à la réserve de la Lopé, au Gabon.

### TERMINOLOGIE

Dans tout le texte, le mot "trace" est utilisé pour désigner une seule empreinte de patte. Une "piste" est le signe du passage d'un animal pouvant être suivi dans une certaine mesure, tel qu'une série d'empreintes, mêlées parfois de débris de nourriture, de sites de repos ou de fèces. Il est des animaux qui signalent leur présence avec des marques territoriales telles que jets d'urine, odeurs sécrétées par des glandes, fèces, marques sur les troncs d'arbres ou sur des souches. Par souci de simplification, ces signes, ainsi que d'autres, tels que poils ou débris de peau, seront tous compris dans le terme "piste". Le terme "substrat" sera utilisé fréquemment et réfère à la surface sur laquelle une trace est visible.

### COMMENT PISTES ET TRACES PEUVENT ETRE UTILISEES POUR IDENTIFIER ET ETUDIER LES ANIMAUX

#### Identification des animaux

La première chose qu'une trace peut nous révéler est l'identité de son auteur. Même une trace mal définie peut permettre de savoir s'il s'agissait d'un ongulé (traces de sabots fendus

ou non), ou d'un animal appartenant à une famille telle que celle des canidés (chiens) ou des félidés (chats), dont les traces montrent l'empreinte des coussinets ou pelotes. Pour être plus précis dans votre identification, le seul moyen est de connaître les empreintes de chaque espèce. Des confusions peuvent apparaître entre espèces semblables: par exemple, beaucoup de céphalophes de taille moyenne ont des traces très semblables. Même avec des empreintes parfaites, les variations dans la forme et la taille du pied entre individus d'une même espèce peuvent fausser l'identification. Des guides des traces d'animaux existent, mais pour l'Afrique, ils sont souvent décevants. Il y a des exceptions, mais elles concernent généralement des régions du continent où le tourisme est répandu (voir la bibliographie en fin de chapitre). Il n'existe quasiment rien pour la forêt pluviale équatoriale. Pour apprendre à reconnaître les traces, le meilleur moyen est donc de les étudier vous-même. A chaque fois que vous observez un animal, essayez de trouver ses empreintes. Si possible, asseyez-vous et attendez à un endroit que vous savez fréquenté par un animal. Identifiez-le de manière certaine, puis dès qu'il est parti, recherchez ses traces. Le problème de savoir comment conserver ces traces le mieux possible est traité plus loin, mais pour l'instant, il suffit de rappeler qu'il faut répertorier les traces de nombreux individus d'une même espèce pour être sûr de savoir à quoi ressemble une empreinte entière et typique.

Lorsque l'identification est certaine, elle permet de confirmer la présence d'une espèce dans une zone. La distribution géographique de nombreuses espèces s'est révélée beaucoup plus large que prévue, grâce à la découverte de leurs traces dans de nouvelles régions (par exemple, la loutre à cou tacheté et le serval en Afrique du sud, Liedenbergh, 1990). Bien entendu, l'observation est nécessaire pour confirmer l'identification des traces s'il y a une ambiguïté, et spécialement si l'animal n'a encore jamais été observé dans la région. Le type de sol, la météo et les mouvements de l'animal lui-même peuvent déformer les traces, les faisant apparaître plus ou moins grandes, ou même d'une forme complètement différente: il ne faut pas tirer de conclusions hâtives d'une seule série de traces (voir figure 9.3).

En plus de permettre l'identification d'une espèce, l'étude attentive et les mesures des traces peuvent parfois aider à établir ou à confirmer l'identité d'individus de certaines espèces dans une population. Plusieurs chercheurs ont réussi à individualiser des panthères et d'autres grands félins d'après leurs empreintes. De cette façon, ils ont pu cartographier leurs territoires et connaître les densités de populations minimum avec très peu d'observations directes des animaux.

#### Classe d'âge et sexe

Un problème commun pour les gestionnaires d'aires protégées en forêt africaine est le besoin d'évaluer l'impact du braconnage sur les populations animales, ou d'estimer si la pression de chasse affecte négativement la structure de la population des espèces cibles. Une des façons d'y parvenir est de suivre les structures d'âge de la population. Des populations très stressées peuvent arrêter de se reproduire, ce qui se traduit par l'absence d'empreintes de juvéniles; la chasse peut aussi toucher sélectivement les grands mâles de certaines espèces, comme les éléphants, ce qui provoque l'absence de grandes empreintes. En suivant de telles tendances au cours du temps, ou en comparant les proportions de traces de différentes tailles dans des zones où les pressions de chasse diffèrent, vous pourrez identifier puis réagir aux problèmes de gestion (ou montrer qu'il n'y a pas de problème).

En étudiant les traces, l'âge d'un animal peut être estimé avec une certaine précision jusqu'à l'âge adulte, mais seulement si les dimensions et la forme des empreintes de l'adulte sont connues, ainsi que le dimorphisme sexuel (mâles plus grands que les femelles ou le contraire). Par exemple, un gorille mâle adulte, ou dos-argenté, est beaucoup plus grand qu'une femelle adulte, et cette différence de taille se retrouve dans les empreintes. Des problèmes peuvent survenir dans le cas de mâles subadultes, car à une période de leur développement, leurs traces peuvent sembler identiques à celles des femelles adultes. Beaucoup de mammifères montrent au moins un certain dimorphisme sexuel, la détermination de l'âge par les traces est donc rarement sûre. Avec les traces de jeunes ou de juvéniles, les choses sont en général plus simples, mais là encore, il faut du temps pour réunir une collection de traces de référence en fonction de l'âge. Un problème à redouter est la ressemblance entre les traces d'adultes d'une espèce avec celles de juvéniles d'une autre

espèce, plus grande. Soyez particulièrement prudent si vous trouvez les traces d'un juvénile sans celles de la mère à proximité. Par exemple, les traces d'un jeune guib harnaché *Tragelaphus scriptus* sont très semblables à celles d'un adulte de céphalophe rouge *Cephalophus spp.*, de même que celles d'un jeune céphalophe rouge peuvent facilement être prises pour celles d'un adulte de céphalophe bleu *Cephalophus monticola*. Ne tirez jamais de conclusion sur l'âge d'un animal d'après ses empreintes sans être d'abord complètement certain d'avoir correctement identifié l'espèce. Notez l'habitat dans lequel vous avez trouvé les empreintes, et tout autre facteur utile permettant d'estimer la probabilité de présence d'une espèce particulière.

Nous avons noté que la différence de taille entre mâles et femelles peut fausser notre estimation de l'âge. Elle peut en revanche nous permettre de déterminer le sexe d'un animal. Quand le dimorphisme sexuel est absent ou peu visible, d'autres indices peuvent nous permettre de déterminer le sexe d'après des traces ou une piste. Quand un ongulé urine, la position de la zone humide sur le sol, par rapport aux empreintes, peut permettre de déterminer son sexe. Considérez l'anatomie de l'animal: chez un mâle, la flaque d'urine doit se trouver entre les pattes de devant et celles de derrière, sous le corps, tandis que pour une femelle, elle doit se trouver entre les pattes arrières, ou juste derrière. Chez certaines espèces, les mâles adultes ont la poitrine plus large: les empreintes des pattes avant sont plus écartées que celles des pattes arrières, tandis que chez les femelles, le bassin plus large produit l'effet opposé.

Le sexe et l'âge peuvent occasionnellement être déterminés par l'examen des fèces, bien qu'un important dimorphisme sexuel soit nécessaire pour pouvoir déterminer le sexe. En mesurant précisément le diamètre (et non la longueur) de toutes les fèces collectées après avoir observé un animal, il est possible de constituer un diagramme de dimensions qui permet de déterminer grossièrement les classes d'âge. Mesurez toujours le diamètre au point le plus large. Là aussi, certains facteurs peuvent altérer la taille des fèces, ils doivent être pris en compte avant de pouvoir faire une interprétation. Le plus important de ces facteurs est le régime alimentaire. Les fèces d'animaux herbivores reflètent souvent la nature et la qualité de la nourriture ingérée. Les nouvelles pousses, très riches, seront mieux digérées que les vieilles tiges fibreuses, et seront à l'origine de fèces plus molles, moins utilisables pour déterminer l'âge. Chez les omnivores, les proportions relatives de fibres et de chair modifient les fèces. Un chimpanzé ayant mangé des tiges et des feuilles fera habituellement des fèces plus solides et plus dures que s'il a mangé de la viande. La pulpe des fruits altère souvent la consistance des excréments de la même façon que la chair, la rendant plus molle. Les fruits de *Irvingia gabonensis* (mangue sauvage) sont un bon exemple, car ils rendent les fèces des chimpanzés, des gorilles, et des éléphants particulièrement humides et visqueuses. Dans l'ensemble, plus les fèces sont fermes, plus la mesure du diamètre est représentative. Les autres facteurs qui modifient la consistance et donc la mesure des fèces incluent la santé et l'état mental de l'animal. Les animaux sujets à des infections intestinales ou porteurs de nombreux parasites feront souvent des fèces plus liquides, et chez certaines espèces, des fèces mélangées à de l'urine seront émises si l'animal est effrayé (par exemple par un contact avec des hommes). Les excréments séchés ont sans doute perdu du volume, ne mesurez donc que des échantillons frais, à moins que la majorité de vos échantillons soient secs, comme dans les zones ouvertes et ensoleillées. La variabilité du matériel utilisé peut être un piège dans la détermination du sexe ou de la classe d'âge, et chez les petites espèces, la différence de taille entre échantillons peut être trop faible pour être d'une quelconque utilité pratique. Cependant, dans le meilleur des cas, la mesure des fèces peut, par exemple, donner la classe d'âge de tous les individus d'un groupe de gorilles, des fèces de 1 à 3 cm de diamètre des plus jeunes à celles des dos argentés, en passant par celles des juvéniles, des adolescents/sub-adultes et des femelles adultes. Gardez à l'esprit qu'il n'est habituellement pas possible de déterminer l'âge d'un animal une fois qu'il est devenu adulte.

Figure 9.2: crottes de gorilles de différents âges

Restes de nourriture

Quand les traces d'une espèce sont très semblables à celles d'une autre, ou si elles sont peu claires, déformées ou même absentes, les pistes (restes de nourriture, fèces, sites de repos et marques territoriales) donnent souvent des indices supplémentaires pour révéler l'identité de l'animal. De nombreux animaux laissent des restes de nourriture caractéristiques en se déplaçant dans la forêt. En examinant attentivement ces restes après avoir observé l'animal, il est possible de se constituer une base de données comme pour les empreintes, ce qui vous permettra d'obtenir des informations sur des espèces discrètes, même si vous les voyez rarement. De plus, si elles sont bien archivées, les informations issues des restes de nourriture peuvent apporter des données précieuses sur le régime alimentaire d'animaux peu connus, ce qui conduira à une meilleure compréhension de leur écologie et des besoins de gestion. Par exemple, la majorité de ce que nous connaissons de l'écologie alimentaire des gorilles de plaines de l'ouest *Gorilla g. gorilla* et des éléphants de forêt *Loxodonta africana cyclotis* provient d'informations notées méticuleusement par des chercheurs à partir de restes de nourriture et de fèces.

Bien que les régimes alimentaires de nombreux animaux vivant dans le même habitat puissent se chevaucher, certains types de nourriture sont souvent consommés par un seul membre d'un groupe d'espèces donné. Par exemple, au Gabon, les gousses ouvertes de *Tetrapleura tetraptera*, un arbre de forêt, éparpillées sous la canopée, sont le signe du passage de colobes noirs, *Colobus satanas*, et non de cercopithèques. De même, une piste de grands singes anthropoïdes comprenant des débris de *Pentadesma butyracea* indiquerait que des gorilles, *Gorilla g. gorilla*, étaient présents, et non des chimpanzés *Pan t. troglodytes*. Prenez garde cependant: les préférences alimentaires peuvent varier entre les populations d'une espèce, sans raison apparente (le fruit de *Tetrapleura tetraptera* est une nourriture fréquente pour les gorilles dans le nord du Congo !): pour identifier des restes, utilisez avec circonspection une liste de nourriture ne venant pas de votre zone d'étude.

Même lorsqu'un aliment est consommé par plusieurs espèces, la façon dont il est mangé peut parfois permettre d'identifier l'animal. Par exemple, la base tendre des jeunes feuilles non encore déployées de *Megaphrynium* est mangée par les grands singes anthropoïdes et par les mandrills. Bien que les reliefs de nourriture qu'ils laissent soient très similaires, un examen attentif permet souvent de distinguer les feuilles à la bordure déchirée laissées par les mandrills de celles, coupées nettement, laissées par les gorilles et les chimpanzés. De façon similaire, les restes d'herbes peuvent nous apprendre beaucoup sur l'animal qui les a mangées. Un brin d'herbe coupé proprement, comme avec un couteau, souvent selon un angle aigu, peut être la signature d'un rongeur. Si la coupure est horizontale, en dents de scie, cela indique plutôt un ruminant qui maintient les brins d'herbe entre les dents inférieures et le palais et les arrache. Une herbe qui semble avoir été mâchée est souvent laissée par un carnivore comme un félin. En effet, ceux-ci mangent des végétaux, pour leurs vitamines ou pour provoquer des vomissements qui les débarrassent des balles de fourrure qu'ils ont dans l'estomac, ou qui les aident peut-être à combattre certains parasites. Les endroits où l'herbe a été mangée peuvent être délimités en observant la hauteur de coupe.

#### Encart 9.1: restes de Marantacées

La façon dont une espèce proie est consommée par différents prédateurs peut aussi être suffisamment caractéristique pour permettre de les différencier, au moins jusqu'au niveau de l'ordre. Par exemple, l'examen des plumes arrachées à la carcasse d'un oiseau peut permettre d'identifier le type de prédateur. Les rapaces retirent les plumes en pinçant le tuyau qui présente parfois un petit trou, tandis que les petits mammifères carnivores ont tendance à les arracher avec leurs dents, laissant la base du rachis comme déchiquetée.

#### Fèces

Le comportement alimentaire peut également être utilisé pour identifier les espèces à travers l'examen des fèces; à l'opposé, des fèces identifiées correctement peuvent être extrêmement utiles pour étudier le régime alimentaire d'espèces peu connues. De plus, la densité des crottes est souvent utilisée comme index d'abondance animale ou pour estimer les préférences d'habitats (voir chapitre 12); les classes de taille des fèces peuvent être



utilisées comme celles des empreintes pour suivre les changements de structure d'âge des populations.

La taille et la forme des fèces sont un bon indicateur de l'espèce. Elles peuvent légèrement changer avec l'alimentation, mais les caractéristiques globales sont généralement conservées. Par exemple, les fèces de l'athérure *Atherurus africanus* sont des cylindres aux extrémités aplaties (1,5 x 0,5 cm); les fèces du potamochère *Potamochoerus porcus* sont constituées de nombreux éléments, ronds ou en forme de coeur, de 2 cm de diamètre, éparpillés ou au contraire compactés en un cylindre de 4 cm de diamètre. Les fèces de gorille sont constituées de longues sections trilobées, tandis que celles des chimpanzés montrent des sections plus rondes et compactées.

L'emplacement où les fèces ont été déposées peut aussi aider à identifier l'espèce concernée. Les loutres défèquent habituellement sur des surfaces élevées proches de l'eau, telles que des rochers, pour signaler leur présence. La civette, *Viverra civetta*, montre un comportement similaire: elle dépose fréquemment ses fèces sur des rochers plats ou des zones de terre nue. On trouve celles de la panthère *Panthera pardus* sur les pistes ou les sentiers, où elles ont le plus de chance d'être découvertes par d'autres panthères, servant ainsi de marqueurs visuels et olfactifs.

Lorsqu'on étudie le régime alimentaire, ou que l'on cherche des indices pour identifier un animal, les fèces dures et sèches peuvent être ramollies dans l'eau ou doucement dilacérées telles quelles. Avec des fèces plus molles, un tamis et de l'eau courante peuvent être utilisés pour séparer la matrice des reliefs identifiables, tels que graines, fruits non digérés, fragments de feuilles et de fibres, morceaux d'insectes, os, chair et poils.

#### Autres marques

Les autres indices qui peuvent aider à identifier des animaux comprennent les sites de repos, de sommeil ou de reproduction (nids des oiseaux), les marques territoriales et les poils ou débris de peau. Ils ne permettent pas seulement l'identification des espèces, mais peuvent également parfois être utilisés pour estimer des densités ou pour connaître les rythmes de reproduction. Cela recouvre déjà beaucoup d'exemples. Considérez les différents types de nids d'oiseaux, de l'étroit tunnel creusé dans les berges des rivières par le martin-pêcheur azuré *Alcedo quadibrachys*, au panier tissé suspendu du malimbe à bec bleu *Malimbus nitens*, en passant par l'énorme structure recouverte construite dans les arbres des marais par l'ombrette *Scopus umbretta*. Certains nids, comme ceux du malimbe de Cassin ou de l'ombrette, sont reconnaissables au premier coup d'oeil et sont des indices de présence certains, mais d'autres sont plus difficiles à identifier. Le lieu où a été construit le nid est très important pour l'identification de l'auteur du nid: petit arbre en bord de cours d'eau forestier pour le gobemouche à pattes jaunes *Muscicapa sethsmithii*, ou grand arbre émergeant de la canopée pour le palmiste africain *Gypohierax angolensis*. Les nids sont généralement des signes de reproduction, bien que parfois, ils soient construits sans qu'il y ait reproduction (jeunes oiseaux notamment). Vous pouvez récolter les nids si vous êtes sûr qu'ils sont abandonnés, et les conserver au sec avec de la naphthaline pour les protéger des insectes, en notant l'espèce, la date et le lieu précis de récolte. Rappelez-vous néanmoins qu'il ne faut pas déranger un oiseau en cours de nidification pour prendre son nid: le bien-être d'un animal doit passer avant votre plaisir de collectionneur. Cela vaut aussi pour les oeufs: vous pouvez ramasser les coquilles vides que vous trouvez, mais vous ne devez pas prendre les oeufs dans un nid. L'observation des nids peut indiquer la présence d'une espèce dans une aire protégée, même si l'oiseau n'a pas été vu en chair et en os; ces observations peuvent servir à définir les saisons de reproduction, pour savoir quand la chasse ou le tourisme doivent être plus réglementés; si elles sont faites de façon systématique, les nids peuvent servir pour mesurer la taille d'une population ou les variations au cours du temps.

Les densités des grands singes africains sont généralement estimées en suivant des transects le long desquels les chercheurs comptent les nids (voir chapitre 12). Dans les arbres, les nids des chimpanzés et des gorilles peuvent facilement être confondus. Cependant, les chimpanzés construisent toujours leurs nids en hauteur (à l'exception de nids de jours occasionnels sur le sol), tandis que les gorilles font des nids dans les arbres ou sur le sol. La hauteur à laquelle les nids sont construits dans les arbres peut aider à distinguer les

espèces, car ceux des chimpanzés sont souvent plus élevés que ceux des gorilles. Cependant, des indices plus probants sont donnés par la recherche de nids au sol et l'examen de la forme d'éventuelles fèces.

D'autres sites de repos tels que des terriers peuvent indiquer la présence d'animaux comme le ratel *Mellivora capensis*, l'oryctérope *Orycteropus capfer*, des serpents ou des rongeurs (attention aux confusions créées par l'utilisation par une espèce d'un terrier creusé par une autre).

Nous avons déjà signalé que certaines espèces utilisent leurs fèces comme marquage territorial. D'autres traces de ce type peuvent être utiles au pisteur: griffures ou odeurs laissées par des félins comme la panthère. Les griffures de panthère sont souvent situées à 2 ou 3 m du sol, sur de gros troncs inclinés. Elles semblent avoir des buts divers: retirer les vieux fourreaux des griffes, mais aussi laisser une marque odorante grâce aux glandes situées sur les pattes, et jouer un rôle d'avertisseur visuel renforçant l'odeur du jet d'urine qui accompagne d'ordinaire ces griffures. De même, les potamochères marquent fréquemment la végétation à l'aide de leurs défenses. Ces marques sont situées en général entre 10 et 50 cm du sol, sur de jeunes arbres dépassant rarement 5 cm de diamètre. Même lorsque l'arbre n'est pas abîmé par les défenses, l'écorce, polie par les joues de l'animal, et l'odeur distinctive permettent toutes deux d'identifier le potamochère. Il est bien sûr impossible de constituer une collection d'odeurs de référence, mais le pisteur ne doit jamais oublier cet outil important dans l'identification d'un animal. L'odeur d'animalerie, piquante, laissée par un potamochère, celle, extraordinaire, d'un gorille dos-argenté effrayé, ou encore celle d'ananas, fruitée, laissée par un céphalophe de Peters *Cephalophus callypigus*, font toutes leur chemin dans la mémoire avec une efficacité que des pages de notes et de schémas n'atteindront jamais.

Il convient de terminer avec les traces qui sont des parties d'animaux. La mue d'un serpent peut être utilisée pour identifier de façon certaine une espèce. Moins évidents sont les poils perdus. Ils peuvent constituer des indices précieux par exemple quand on suppose la présence d'un nid de gorille au sol sans qu'il y ait de traces de construction évidentes dans la végétation. Les poils de gorilles sont difficiles à trouver, mais on peut généralement en ramasser près des nids, des sites de nourrissages et des pistes, et ils deviennent plus faciles à localiser avec de la pratique. Les sites de repos d'animaux comme les céphalophes se reconnaissent à la litière écrasée dans des endroits cachés, par exemple entre les contreforts d'un grand arbre de forêt. La présence de poils permet de confirmer qu'il s'agit bien d'un céphalophe. Il est frappant de se dire que l'un des éléments de piste les moins évidents peut maintenant nous en apprendre plus sur l'animal qui l'a laissé que l'observation directe: grâce aux procédés d'extraction puis d'amplification de l'ADN, un seul poil peut nous révéler non seulement le sexe de l'animal, mais aussi ses liens de parenté avec d'autres (cf. encart 12.12).

Pour conclure cette section, nous devons insister sur le fait que tandis qu'une seule trace ou élément de piste peut être la preuve infaillible de la présence d'une espèce particulière, de nombreuses situations de terrain demandent au pisteur d'étudier une zone en détail, d'utiliser une combinaison de nombreux indices pour avoir une idée de l'espèce concernée.

#### Autres informations tirées des traces et des pistes

Une empreinte permet de déterminer quelle partie du pied supporte le poids de l'animal. Cela peut sembler une évidence, mais c'est un important système de classification des animaux. Le pied typique d'un mammifère primitif montre quatre caractéristiques de base pouvant servir pour ce système de classification. La figure 1 montre une empreinte avec cinq griffes sur une patte. Sous chaque griffe, on peut voir la trace d'un petit coussinet appelé pelote digitale. Sous ces pelotes, on voit la zone correspondant à la paume de la main chez l'homme. Elle peut comprendre jusqu'à quatre coussinets appelés pelotes médianes, qui peuvent être séparés ou fusionnés en une pelote plantaire. Enfin, à l'arrière du pied, on trouve une ou deux pelotes carpiennes correspondant au talon des humains. De nombreux animaux posent l'ensemble de leur pied, c'est-à-dire les pelotes digitales, plantaire et

carpiennes sur le sol et sont appelées plantigrades. Des plantigrades connus sont le porc-épic, le ratel et la loutre (figure 9.2).

Figure 9.2

D'autres animaux ont évolué différemment et marchent sur leurs doigts. Ceux-ci, comme les chats, les chiens et les mangoustes, ne montrent que les pelotes digitales et interdigitales dans leurs empreintes, et sont appelés digitigrades. Enfin, certains animaux ont évolué jusqu'à ne marcher que sur l'extrémité de deux de leurs doigts. Ces doigts sont devenus des sabots. Les animaux qui marchent sur des sabots sont les onguligrades; parmi eux, ceux qui ont des sabots fendus, comme les antilopes, les buffles et les cochons sont appelés artiodactyles. Les animaux comme les chevaux forment une classe à eux seuls, car seul le troisième doigt très élargi supporte le poids du corps. Cette évolution à partir du pied plantigrade est associée avec le besoin de vitesses plus grandes. Il faut garder à l'esprit le fait que certaines espèces (les loutres par exemple) laissent des traces de type plantigrade quand elles marchent sur des substrats meubles, et montrent une configuration plus digitigrade sur les surfaces dures. Remarquez aussi que certains animaux, les grands singes, marchent de façon plantigrade sur leurs pattes arrières (pieds à plat sur le sol), et de façon digitigrade sur leurs pattes avant (sur les doigts).

La direction dans laquelle se déplaçait un animal peut être déterminée par l'étude des traces et de la piste. Même une connaissance très sommaire de la morphologie du pied permet à un pisteur de dire dans quelle direction se déplaçait un animal quand il a laissé des empreintes. Cela permet de décider s'il vaut mieux remonter des traces pour trouver un site de nourrissage ou de repos, ou au contraire les suivre pour retrouver l'animal. Chez les animaux à sabots fendus, la partie la plus étroite de l'empreinte est généralement située à l'avant du pied. Des exceptions existent, quand les deux parties du sabot (les pinces) sont écartées largement par un substrat meuble, ou lorsque l'animal les écarte pour augmenter la surface porteuse, pour éviter de s'enfoncer dans la vase, comme c'est le cas pour le sitatunga *Tragelaphus spekii*. Avec la plupart des autres mammifères, il suffit de déterminer les empreintes des doigts. Elles sont toujours à l'avant de l'empreinte, et indiquent donc la direction de déplacement de l'animal.

La direction de déplacement peut aussi parfois être déterminée grâce aux fèces. Les chimpanzés et les gorilles ont l'habitude d'utiliser des troncs couchés sur le sentier comme cabinets. Ainsi, si vous suivez la piste d'un grand singe et si vous trouvez un excrément devant vous, avant un tronc, vous pouvez être quasiment sûr que vous vous déplacez dans la même direction que l'animal. Avec les grands singes et quelques autres mammifères, il peut être utile d'observer la forme de la crotte elle-même. A moins que l'animal se soit tourné pour déféquer (ce qui n'est pas rare), l'extrémité la plus fine, comme étirée, indique la direction prise par l'animal juste après qu'il soit parti. Un autre indicateur de direction est constitué par la végétation couchée (dans la direction prise par l'animal). La fraîcheur relative d'un élément de piste par rapport à un autre trouvé précédemment peut aussi être utilisée pour déterminer la direction de la piste.

Un pisteur très expérimenté peut être capable d'estimer le poids d'un animal d'après la profondeur de ses empreintes sur un substrat donné. Les chasseurs, qui ont la possibilité de contrôler leurs estimations quand un animal est finalement abattu, sont souvent plus habiles pour cela que les autres pisteurs. Cependant, même pour un chasseur, cette technique peut se montrer peu précise, du fait de tous les facteurs qui interviennent dans la profondeur d'une empreinte. Son utilisation dans des recherches scientifiques doit être, dans des conditions habituelles, limitée à donner aux pisteurs des indications grossières sur l'animal qu'ils suivent. Par exemple, si parmi les traces d'un petit groupe de buffles adultes, certaines empreintes d'adulte sont particulièrement peu profondes, cela peut tout à fait indiquer que parmi eux se trouve un individu malade ou vieux, devenu de ce fait très maigre. Les traces peuvent aussi donner des indications sur des problèmes physiques, tels que déformations du pied ou du membre, visibles soit par des empreintes de forme étrange, soit parce qu'on peut voir que l'animal boitait ou qu'une de ses pattes traînait.

N'oubliez pas que les traces ne sont pas produites uniquement par les pieds d'un animal. Sur des sols meubles, la queue et le corps peuvent laisser leurs propres empreintes, et nous apprendre encore plus sur l'animal qui est passé.

### **TROUVER DES PISTES ET DES TRACES**

Pour le non-initié, un pisteur expérimenté peut obtenir des résultats ahurissants en déchiffrant des signes apparemment invisibles. Cependant, bien qu'il utilise parfois son intuition, résultant d'une grande connaissance, d'une quasi-identification avec l'animal suivi, presque tout son travail consiste à lire et à interpréter un texte accessible à quiconque veut bien apprendre ce langage. C'est le langage de l'ordre perturbé. En devenant très sensibles à l'ordre naturel de leur environnement, les pisteurs sont capables de repérer les choses qui ont été déplacées, emportées, abîmées ou apportées. Ces dérangements peuvent être évidents, comme l'empreinte d'un éléphant dans la boue, ou incroyablement subtils, comme le dessous argenté d'une feuille contrastant avec ses voisines qui n'ont pas été dérangées, ou encore le caillou retourné montrant une surface plus sombre. Complètement habitué à l'aspect de la litière non dérangée, le pisteur est capable de voir où un animal est passé, simplement grâce la légère augmentation de l'ombre portée par les feuilles remuées. La capacité à reconnaître ces minuscules dérangements est très longue à acquérir. Même repérer des pistes plus évidentes peut être difficile au début: on gagne beaucoup de temps et on se décourage moins si l'on sait où et comment chercher ces signes.

La meilleure façon de commencer consiste à s'habituer à trouver et à reconnaître les traces dans des conditions idéales. Cela signifie qu'il faut passer du temps sur les berges des ruisseaux, des étangs et des rivières, pour trouver des traces sur le sable ou dans la boue. Ces zones, en plus d'offrir un substrat idéal pour la préservation des traces, sont très fréquentées par de nombreux animaux. Elles attirent ceux qui viennent boire, manger les plantes aquatiques, chasser, utiliser les cours d'eau comme passages à travers un sous-bois dense, ou simplement se cacher dans la végétation touffue des bords de l'eau. Cependant, il faut savoir que le sable fluide et sec ne conserve aucune trace avec précision, et que s'il est gorgé d'eau, les empreintes seront trop profondes pour garder des détails, et tendront à disparaître rapidement. Après l'argile humide, par contre, le sable ferme et humide est un des meilleurs substrats pour conserver des empreintes, et les plages peuvent être de véritables trésors pour l'apprenti pisteur. Pour les mêmes raisons, les pistes sableuses sont de bons endroits pour commencer à chercher des traces, car elles permettent au pisteur de couvrir rapidement de grandes étendues. Servant de routes à beaucoup d'animaux, elles sont très utiles pour étudier de longues séries de traces.

Les forêts sont, dans l'ensemble, des endroits où l'étude des traces est difficile. La grande quantité de litière généralement présente est un tapis entre le pied et le sol. Bien que les feuilles puissent parfois être soulevées pour révéler une empreinte sur le sol, la probabilité d'obtenir des traces de bonne qualité est faible, à moins que l'animal soit très lourd ou la litière particulièrement fine. Il est donc nécessaire, au moins pour le pisteur peu expérimenté, de réduire le champ d'investigation. De nombreux mammifères terrestres ont des habitudes, et suivent tout le temps les mêmes itinéraires sur leur territoire. Ces routes peuvent être les limites du territoire, ou conduire du gîte au lieu de nourrissage ou de défécation. Avec le temps, ces pistes, ou coulées, deviennent souvent bien marquées. Un exemple extrême est le réseau de sentiers qui quadrille toutes les forêts qui abritent des éléphants. Ces animaux les créent et les utilisent pour se déplacer, en suivant en général les crêtes ou les fonds de vallées, ou pour rejoindre des arbres porteurs de fruits. Ces pistes peuvent être vieilles de plusieurs siècles et servir non seulement aux éléphants, mais aussi à beaucoup d'autres espèces forestières. De telles coulées sont d'excellents endroits pour rechercher des traces et des pistes.

Les chances de trouver des traces peuvent être nettement augmentées en améliorant le type de substrat. On peut simplement enlever la litière qui recouvre le sol, pour mettre à nu la terre ou le sable, ou encore transporter quelques sacs de sable qu'on verse sur la piste, fabriquant ainsi un véritable " piège à empreintes ". Cela peut être utile sur les sentiers, les transects, ou sous certains arbres fruitiers, afin de suivre la communauté de frugivores. Ces " pièges " doivent être visités régulièrement. Une fois que les traces ont été relevées, la

surface doit être égalisée, pour pouvoir servir de nouveau. Dans certains cas, appâter ces “ pièges ” peut améliorer les chances d’obtenir un résultat. Le comportement alimentaire du céphalophe à dos jaune *Cephalophus sylvicultor* a été étudié en appâtant des pièges à empreintes avec des fruits de *Diospyros mannii* (les empreintes permettaient de savoir si c’était le céphalophe qui était venu prendre le fruit pour le consommer à couvert). Au cours d’une autre expérience, des chercheurs ont voulu cartographier le territoire de civettes *Viverra civetta* en notant la localisation des fèces. Ils ont utilisé des mixtures de sardines et de beurre de cacahuètes contenant de petits disques de plastique coloré, placées à différents endroits. Des pièges à empreinte ont été utilisés pour être sûr que l’appât avait bien été emporté par la civette. Les fèces de civettes étaient ensuite recherchées sur les sites de défécation, et contrôlées pour voir si elles contenaient les morceaux de plastique.

De même, à chaque fois qu’on trouve des restes d’animaux, l’utilisation de pièges à empreintes permet d’avoir une idée de la communauté d’animaux charognards. Quelle que soit la situation, votre piège doit être placé de façon à être le moins susceptible d’éveiller la méfiance, que ce soit visuellement ou par l’odeur. Les animaux aussi remarquent les dérangements, donc si votre piège ressemble aux fondations d’une autoroute, ou si le sac que vous avez utilisé pour transporter le sable avait auparavant servi à emporter vos vêtements de brousse au lavage, ne soyez pas surpris de trouver le piège aussi plat et propre que le jour où vous l’avez installé.

Une fois que vous avez trouvé un bon emplacement pour les traces, ou après avoir placé un piège à empreintes, vous avez encore à surmonter un obstacle...celui de voir toutes les traces! Ce n’est pas parce qu’il y a des traces que vous allez les voir. Allez vous promener dans une zone que vous pensez connaître avec un ornithologue expérimenté, et vous verrez l’endroit sous un autre jour, plein d’oiseaux, de chants, de nids et d’autres signes. Le pistage, comme l’observation des oiseaux, impose à l’observateur d’avoir un certain regard sur l’environnement. Ce regard vient surtout avec la pratique, mais il y a des lignes de conduites qui sont immédiatement bénéfiques. La plus importante est de... **RALENTIR!** Cela paraît très simple, c’est pourtant le plus difficile pour certaines personnes. Marchez lentement et silencieusement; arrêtez-vous fréquemment; ne gardez pas vos yeux collés au sentier devant vos pieds, mais laissez votre regard se promener sur l’ensemble de la scène. Si vous cherchez à repérer une seule empreinte, vous risquez de manquer une piste entière, ou de marcher sur un site de nourrissage sans même vous en rendre compte. Cherchez les traces de piétinement, les tunnels dans la végétation, la litière retournée, les fèces et les restes de nourriture.

Quand vous avez repéré une piste, que ce soit avec des empreintes ou non, mettez-vous à genou et familiarisez-vous avec les détails les plus fins. S’il y a une trace, palpez-la doucement avec le bout de vos doigts et tentez d’estimer son âge. Si vous trouvez l’empreinte suivante, cassez une brindille pour mesurer la distance entre les deux. Ainsi, si vous ne trouvez pas les traces suivantes, posez la brindille sur le sol, une extrémité sur la dernière empreinte, et cherchez autour de l’autre extrémité. Soyez attentifs à ne pas piétiner les traces que vous suivez, car il pourra être nécessaire de revenir sur vos pas pour contrôler les empreintes si la situation devient confuse. Si possible, essayez de garder les empreintes que vous suivez entre vous et la plus grande source de lumière (généralement le soleil), car cela renforce leurs ombres et les rend plus aisées à localiser. Les traces sont souvent plus faciles à suivre si vous allez dans la même direction que l’animal qui les a faites. Pour cette raison, si vous cherchez des traces, retournez-vous fréquemment et contrôlez la zone que vous venez de quitter sous ce nouvel angle. La végétation courbée est aussi beaucoup plus facile à remarquer si vous êtes dans la bonne direction. Essayez de diminuer l’angle entre vos yeux et les traces que vous suivez, baissez-vous même jusqu’au niveau du sol. De cette façon, même de petits reliefs apparaîtront clairement. En vous rapprochant du sol, vous trouverez aussi plus facilement des signes qui autrement seraient passés inaperçus comme des poils, et en vous mettant à la même hauteur que l’animal, vous avez plus de chances de voir quel chemin il a pris pour éviter de petits obstacles que vous n’auriez pas vus si vous étiez resté debout. Rappelez-vous que la plupart des animaux sont beaucoup plus petits que vous, et voient donc le monde selon une perspective différente de la vôtre. Essayez de vous mettre dans la peau de l’animal que vous suivez: quelles sont vos habitudes? Que mangez-

vous? Y a-t-il une source de nourriture à proximité? De l'eau? Un abri? Un prédateur? Pouvez-vous vous déplacer aisément dans la végétation touffue ou préférez-vous suivre un sentier? Un pistage efficace dépend de la capacité à combiner une interprétation d'indices physiques avec une imagination capable, jusqu'à un certain point, de se mettre à la place de l'animal en question.

### CONSERVER LES TRACES ET LES PISTES

Les sociétés humaines où le pistage est nécessaire à la survie sont rares. Les gens qui y grandissent acquièrent une connaissance détaillée des traces en observant et en suivant l'enseignement de membres de leur communauté qui sont des pisteurs expérimentés. Pour la plupart d'entre nous, le meilleur moyen d'apprendre est de passer le plus de temps possible à observer des traces, et de garder un souvenir de tout ce que l'on a pu trouver. En dessinant et en mesurant les traces, il est possible de savoir à quoi ressemble la trace typique d'un adulte pour une espèce donnée, comment les traces des différentes classes d'âges diffèrent, ou comment distinguer les traces d'espèces étroitement apparentées. En gardant des notes précises sur les conditions dans lesquelles une trace a été trouvée, l'aspect des empreintes en fonction des différents substrats peut être étudié.

#### Le matériel du pisteur

Un pisteur entraîné ne devrait jamais se déplacer sans un matériel de base pour enregistrer ses découvertes. Les éléments essentiels de ce matériel sont les suivants:

a) Carnet: il doit être aussi grand que possible, tout en restant aisément transportable dans votre sac de terrain ou votre poche. Du papier quadrillé est généralement plus pratique pour dessiner les traces.

b) Crayon: choisissez une mine aussi grasse que possible.

c) Taille-crayon et gomme.

d) Règle: si vous pouvez vous en procurer une, une règle en métal est meilleure, car les chiffres et les graduations ne s'effacent pas aussi facilement que sur une règle en plastique. Ne prenez pas une règle trop grande, elle sera certainement cassée ou perdue. Une longueur de 20 cm (8") est suffisante. Une règle en plastique peut être coupée à cette longueur pour rentrer facilement dans une poche.

e) Mètre ruban: pour une utilisation plus facile, utilisez un mètre ruban en métal. Une longueur de 2 ou 3 mètres est suffisante.

f) Ficelle: vous devez emporter 5 mètres environ de ficelle pour vous aider dans votre travail (voir paragraphe " allure ").

#### Que faut-il noter?

Afin que vos mesures soient cohérentes et comparables avec celles d'autres collections de référence, il est important que vous mesuriez certains caractères d'une façon standard. La figure 2 montre quelles sont les mesures à prendre sur deux types de traces: une empreinte d'animal à coussinets (empreinte antérieure d'une civette), et une empreinte d'antilope typique (empreinte antérieure d'un guib harnaché). Ces règles générales peuvent être appliquées à la plupart des empreintes que vous pourrez rencontrer, mais parfois, le simple bon sens vous dira ce qu'il faut mesurer. Rappelez-vous qu'il est mieux d'avoir trop de mesures que de vous rendre compte qu'il vous manque une dimension essentielle.

Figure 9.3

Mesurez la largeur d'une empreinte (1) d'un côté à l'autre à l'endroit le plus large. Mesurez la longueur de l'empreinte (2) (empreinte seule au début, sans compter les griffes et les ergots), puis mesurez toutes les autres composantes, telles que la distance entre l'arrière du sabot et l'arrière des ergots, ou entre l'avant des pelotes et l'extrémité de la plus longue griffe. Pour les mesures d'empreintes de sabots fendus, mesurez toujours la taille du filet c'est-à-dire la distance entre les extrémités avant des deux parties du sabot ou pinces, car l'écartement peut permettre de distinguer certaines espèces et de différencier les empreintes des pattes antérieures des postérieures.

Quand un animal se déplace rapidement sur un substrat meuble, il laisse souvent des empreintes plus grandes que la taille de ses pieds. Assurez-vous donc que vos mesures sont prises sur les bords de l'empreinte elle-même, qui est au fond du trou.

### CONSERVER LES DONNEES

Bien que vos mesures soient notées dans votre carnet, il est préférable de les transférer sur des fiches dès que possible. De cette façon, elles risquent moins d'être perdues ou détruites, et si vous utilisez des fiches séparées pour chaque espèce, vous serez à même de comparer d'un seul regard des variables telles que les différences entre classes d'âge, entre empreintes antérieures et postérieures ou entre allures. La liste suivante suggère les données que vous devez enregistrer à chaque fois que vous trouvez des empreintes, ainsi que les rubriques que vous devez porter sur vos fiches.

Espèce (si vous n'utilisez pas de fiches séparées pour chaque espèce. Si vous en utilisez, le nom de l'espèce doit néanmoins figurer en haut de la fiche)

Date

Lieu

Substrat: l'empreinte était-elle sur de la terre ou du sable? Le sol était-il détrempe, humide ou sec? Meuble, ferme, dur ou friable? Horizontal ou incliné? Soyez aussi précis que possible.

Classe d'âge de l'animal: à moins de pouvoir être plus précis, utilisez des termes tels qu'adulte, subadulte, juvénile ou jeune. Si vous connaissez le sexe de l'animal, vous pouvez aussi le noter dans cette rubrique.

Antérieur ou postérieur (A/P): spécifiez si possible si vous avez mesuré une empreinte antérieure ou postérieure.

Gauche ou droite (G/D): est-ce une empreinte du côté gauche ou droit?

Allure: l'animal était-il au pas, au trot, au galop, sautait-il etc.?

Largeur d'empreinte (larg.)

Longueur d'empreinte (long.)

Pas, foulée, largeur de piste, saut, distance à la ligne médiane (DLM).

Autres: vous pouvez ajouter ici diverses notes. Cette rubrique doit inclure, si possible, la taille du filet (écartement), la distance aux ergots, ou la distance entre les doigts et les griffes.

Pour pouvoir mettre plus d'informations sur vos fiches, vous pouvez utiliser des abréviations comme Htal (horizontal), Ad (adulte), Juv (juvénile), G (gauche) etc.

Ces rubriques, et d'autres appropriées à vos recherches, doivent être inscrites en haut de vos fiches. En annexe \* vous trouverez une fiche vierge pouvant être utilisée pour vos données. Vous pouvez la photocopier ou l'utiliser comme modèle pour concevoir vos propres fiches. Un exemple de ce à quoi devrait ressembler une fiche pour la panthère, avec quelques données, est présenté ci-dessous. En regardant les deux dernières entrées, on voit que les mesures des antérieurs et des postérieurs viennent du même animal. On remarque aussi ce caractère général des félins, qui est que les pieds antérieurs sont plus grands que les postérieurs, et que la différence est surtout valable pour la largeur.

Un autre type de données que vous pouvez vouloir enregistrer est une carte des pistes que vous avez trouvées. Si possible, ayez une carte par espèce, et localisez chaque ensemble d'empreintes avec un numéro. Ce numéro doit être entré dans vos fiches avec les mesures correspondantes. De cette façon, il vous sera peut-être possible d'avoir une idée de la distribution et des habitudes des espèces dans votre zone, et peut-être même de cartographier les déplacements des individus.

Figure 9.4: exemple de fiche de prise de donnée

### Dessins d'empreintes

Il n'y a pas de meilleur moyen pour connaître les empreintes d'un animal que de les dessiner. Cela demande en effet d'étudier une empreinte en détail, et d'en apprécier toutes les subtilités. En plus de l'entraînement à l'observation que le dessin apporte, cette habitude

donne au pisteur la possibilité de créer une collection d'empreintes de référence d'autant d'espèces que possible. Quand vous trouverez les traces d'une espèce pour la première fois, ce seront rarement des empreintes " parfaites ". En améliorant vos dessins quand vous trouverez des exemples plus représentatifs, vous deviendrez plus sensible aux façons dont des facteurs tels que le substrat ou l'allure peuvent modifier une empreinte. Ainsi, un exemple de la façon dont le substrat peut affecter l'aspect d'une empreinte est donné figure 5. Bien que toutes ces traces aient été faites par le même buffle de forêt, l'empreinte de gauche a été faite sur un sol ferme, celle du milieu sur de la boue, et celle de droite sur une surface dure et compactée. Les traces sont dessinées à la moitié de leur taille normale.

Figure 9.5

Il est préférable de dessiner vos empreintes grandeur nature. Pour plus de justesse, commencez toujours par mesurer une trace à ses points les plus longs et les plus larges, et reportez-les sur votre feuille avant de commencer à dessiner l'empreinte en détail. Pour beaucoup d'animaux, les empreintes postérieures et antérieures n'ont pas la même taille ni parfois la même forme, assurez-vous donc d'avoir des dessins des deux. De même, ne limitez pas votre collection à des empreintes d'adultes, mais autant que possible, dessinez aussi des empreintes de juvéniles et de jeunes. Vos fiches de mesures finiront par vous révéler quelle est la taille moyenne des traces pour chaque espèce, mais ne soyez pas tenté d'utiliser pour le dessin final des dimensions moyennes calculées. Choisissez simplement l'un de vos croquis de terrain qui représente le mieux les tendances montrées par vos mesures, et faites-en une belle copie dans un grand cahier que vous n'emporterez pas sur le terrain et que vous utiliserez pour votre collection de référence. Rappelez-vous toujours de noter les caractéristiques du substrat sur lequel l'empreinte a été trouvée.

#### Moulages en plâtre

Il est possible de faire des copies exactes des empreintes en utilisant un matériau de moulage comme du plâtre de Paris ou de la paraffine. La paraffine nécessite d'être chauffée, le plâtre de Paris est donc plus fréquemment utilisé sur le terrain. Voici comment procéder: quand vous trouvez une empreinte caractéristique, placez un cadre autour. Ce cadre peut être fait d'une bande de carton, agrafée ou attachée avec un trombone pour faire un " collier " rectangulaire. Assurez-vous que le cadre est un peu plus grand que l'empreinte, afin de ne pas abîmer cette dernière quand vous enfoncerez doucement le carton dans le sol. En l'absence de cadre, vous pouvez faire un petit monticule de terre ou de sable tout autour de l'empreinte. Préparez suffisamment de plâtre pour remplir le cadre sur 1 ou 2 cm de profondeur, en fonction de la surface devant être couverte. Quand le plâtre a une consistance de crème fluide, versez-le lentement sur l'empreinte. Attendez au moins 20 minutes qu'il prenne, puis soulevez doucement le cadre et le plâtre ensemble. La terre adhérant au plâtre peut être enlevée sous l'eau courante. Vous avez maintenant une représentation de la plante du pied de votre animal. Etiquetez-la et conservez-la telle quelle, ou faites un deuxième moule pour recréer l'empreinte. Dans ce cas, n'oubliez pas d'enduire légèrement le premier moule avec de la vaseline, afin que les deux moules ne se collent pas lorsque le plâtre frais prendra.

Les moules en plâtre de Paris peuvent être extrêmement fragiles, vous pouvez les renforcer en mettant des morceaux de fil de fer à l'intérieur quand ils prennent.

#### Photographie

La photo est parfois un bon moyen d'enregistrer des traces, mais sans objectif approprié, le résultat peut être décevant car trop petit. Essayez de prendre des photos d'empreintes peu de temps après le lever du soleil, ou juste avant son coucher, quand les ombres qui souligneront les contours des traces seront plus importantes. N'oubliez pas de vous placer de façon à garder les traces entre vous et le soleil. A moins de photographier un grand ensemble de traces, essayez de prendre toutes vos photos directement du dessus. De cette façon, vous éviterez de déformer les proportions sur votre photo. Placez toujours une règle ou un autre objet familier pour donner l'échelle, mais cela ne doit pas vous dispenser de



mesurer les traces avant de les photographier. En règle générale, un dessin détaillé contient plus d'informations que la plupart des photos. Néanmoins, la photo a son importance pour les restes de nourriture, les fèces et les autres éléments de piste qui soit se décomposent rapidement, soit, comme les terriers et les griffures sur les arbres, ne peuvent être emportés. Rappelez-vous de placer une règle ou un autre objet pour donner l'échelle.

#### Noter et conserver les restes de nourriture et autres éléments de piste

En notant soigneusement tout ce qui concerne les restes de nourriture, il est parfois non seulement possible de savoir ce qu'un animal mange, mais aussi quelle importance a un type de nourriture dans son régime alimentaire, et à quelle époque il mange principalement tel type de nourriture. Cela peut être difficile ou impossible avec les petits mammifères, car la plupart de leurs restes sont trop petits pour être identifiés, et encore plus difficiles à compter. Un autre problème survient quand l'animal mange tout, sans laisser de débris. Cependant, dans le meilleur des cas, avec les traces de grands singes par exemple, les débris de nourriture peuvent nous apprendre beaucoup. Quand vous suivez une piste, notez chaque élément quand vous le trouvez. Notez non seulement l'espèce, mais aussi la partie qui a été consommée. Pour tirer le plus d'informations possibles, il faut prendre ce type de données pendant une longue période, en couvrant toutes les saisons et tous les habitats. Votre but est d'être capable de dire que dans un type d'habitat précis, le régime alimentaire d'une espèce est composé, par exemple, de 60% d'un type d'aliments, 20% d'un autre, 10% d'un troisième et 10% d'un quatrième. Si vous avez la chance de pouvoir suivre une piste de restes de nourriture sur une grande distance, vos données peuvent être améliorées en notant non seulement la proportion de chaque type de nourriture, mais aussi l'ordre dans lequel ils ont été sélectionnés. Le choix d'un type de nourriture peut-il être relié à l'heure du jour, au type d'habitat dans lequel un animal choisit de passer la nuit? Est-il possible qu'après avoir consommé beaucoup d'un type d'aliment, comme des fruits, un animal choisisse un autre type de nourriture, comme des feuilles, pour le repas suivant? Un type de nourriture a-t-il plus de chance de précéder une période de repos qu'un autre? Plutôt que d'encombrer votre carnet, vous pouvez concevoir une fiche pour noter ce type de données.

Si vous pouvez suivre la piste d'un animal pour l'ensemble de sa période active, vous aurez la possibilité de situer toutes ses activités dans le temps. Quand boit-il, mange-t-il, marque-t-il son territoire, se déplace-t-il ou se repose-t-il? Notez où l'animal a déféqué sur la piste, et essayez de savoir combien de fois il défèque chaque jour, cela peut-être d'un grand intérêt pour les recensements d'animaux (cf. chapitre 12).

Bien que la photographie soit probablement le meilleur moyen de garder une trace de la plupart des éléments de piste (à l'exception des empreintes), vous pouvez collecter certains éléments pour servir de référence, ou pour être exposés. La plupart des débris de nourriture charnus se contractent et perdent leur couleur quand ils sont séchés, ils doivent donc être préservés dans l'alcool, mais des éléments plus fibreux peuvent sécher et être bien conservés (voir chapitre 8). Par exemple, la méthode utilisée par les écureuils, les souris et les autres rongeurs pour venir à bout de la dure coquille des fruits secs diffère selon les espèces. Si vous observez un de ces animaux en train de manger un fruit sec, essayez de récupérer les coquilles ouvertes, étiquetez-les et conservez-les de la même façon que les spécimens botaniques. De même, les marques de dents et de griffes sur les gousses ou l'écorce permettent souvent de déterminer l'espèce responsable, et peuvent parfois être récoltées. Enfin, pour déterminer les espèces proies d'un carnivore par l'étude de ses fèces, une collection de poils de mammifères peut être utile. Quand vous trouvez un animal mort, arrachez des touffes de poils à différents endroits du corps (essayez d'avoir un échantillon de poils de chaque partie du corps pour chaque spécimen) et séchez-les au soleil ou dans une pièce climatisée. La même chose peut être faite avec les plumes. Vous pouvez en monter certaines sur des fiches de référence, mais la majorité de vos échantillons doit être soigneusement étiquetée et conservée.

Les fèces de carnivores et d'omnivores peuvent contenir des poils, ainsi que les parties dures des proies consommées. On peut y trouver des os entiers ou fragmentés, des écailles, des dents, des sabots, ou des morceaux d'insectes comme les pattes, les têtes ou les élytres. Tous ces éléments peuvent être retirés de l'échantillon, une fois qu'il a été plongé

dans de l'eau ou de l'alcool. Sachant cela, il peut être utile de collecter toutes les parties d'un animal que vous pouvez, à chaque fois que vous trouvez un cadavre identifiable (voir chapitre 11).

### **MESURER LES EMPREINTES ET LES PISTES**

Toutes les techniques de mesure décrites ci-dessous dépendent de la capacité du pisteur à distinguer les empreintes gauches des empreinte droites, et les antérieures des postérieures. Cela n'est pas toujours aisé, bien que certaines règles générales puissent vous aider.

### **DETERMINER L'AGE DES TRACES OU D'UNE PISTE**

#### Traces

En combinant l'expérience et un examen attentif, il est possible de déterminer l'âge d'une trace. C'est cependant l'un des aspects les plus complexes du travail de pisteur. A partir du moment où une trace est produite, elle se détériore et perd de sa netteté, pour finalement disparaître. C'est avant tout en jugeant du niveau de détérioration que le pisteur peut dater une trace. Mais là encore, un grand ensemble de facteurs se conjuguent pour ajouter à la difficulté. Ainsi, une trace imprimée dans un sable meuble et sec, un jour de vent, dure moins d'une minute, tandis qu'une trace laissée dans une argile ferme en cours de séchage peut perdurer pendant plusieurs mois. Entre ces extrêmes, toutes les combinaisons entre les types de sol et les conditions atmosphériques offrent des énigmes sans fin aux pisteurs. Le seul moyen pour accélérer le processus d'apprentissage, qui prendrait autrement des années, est d'étudier vos propres traces, faites en utilisant un bâton à bout large ou un doigt (une empreinte de doigt sera une bonne approximation de celle d'un animal à pieds "mous" (carnivores), celle d'un bâton se rapprochera de celle d'un sabot, aux bordures nettes). Choisissez différents types de sols, nettoyez-les, et faites des empreintes de diverses profondeurs. Etudiez-les attentivement, prenez des notes sur la netteté des rebords et sur toute autre caractéristique. Sur du sable sec, vous aurez probablement envie de recommencer le processus après une heure environ, car des changements notables seront survenus. Sur des sols plus stables, les intervalles pourront être plus longs. Quand vous observez ces traces, regardez attentivement comment elles ont changé: les bordures se sont-elles usées à cause du vent? Des fissures sont-elles apparues autour de l'empreinte? Les détails fins ont-ils disparu? Prenez des notes sur tout ce que vous observez, puis faites une nouvelle série de traces le long de la première. Revenez et répétez ce processus après le même intervalle de temps tout au long de la journée, en comparant constamment les traces les plus fraîches avec les différents stades de vieillissement des autres. Après le premier jour, il peut être suffisant de ne venir qu'une fois par jour. Continuez ceci aussi longtemps que possible, jusqu'à ce que les premières traces ne soient plus visibles. Notez toujours précisément les conditions météo pendant toute la durée du test, et observez les effets des précipitations, des inondations, du séchage ou du gel des traces. Plus vous prendrez de notes sur le sol, la température de l'air, les heures d'ensoleillement direct, les taux de précipitation etc., plus vos résultats seront précis.

Un autre indice peut aider le pisteur pour dater des traces: la présence et la quantité de débris qui s'amassent sur une empreinte (demandez-vous quand pour la dernière fois le vent a été suffisamment fort pour arracher les feuilles des branches, ou intéressez-vous à la vitesse à laquelle les feuilles tombent sans qu'il y ait de vent). Quand un animal se déplace, des brins d'herbe ou d'autres types de végétaux peuvent être écrasés dans les empreintes: ce sont des signes de traces fraîches, car ces plantes se redressent généralement avec le temps. Observez aussi si ces traces ont été recouvertes par d'autres plus récentes.

#### Piste

La capacité à dater les fèces permet au travailleur de terrain de dater le passage d'un animal avec une précision considérable. Dans les zones sèches et ouvertes, cette méthode est moins précise, car l'échantillon est soit cuit brutalement, gardant sa forme beaucoup plus longtemps que s'il était resté humide, soit réduit rapidement en poussière. Néanmoins, dans un environnement de forêt plus humide, la détérioration graduelle d'un échantillon donne

beaucoup de renseignements sur son âge, particulièrement le premier jour. Là encore, il est nécessaire d'étudier le vieillissement sur plusieurs sites, tels que sur un rocher, au bord d'un marais, sur un sentier sableux par exemple. Les effets du soleil, de l'ombre, de la pluie et d'autres facteurs climatiques devront aussi être pris en compte. Notez la consistance de l'échantillon, et si cela est possible sans le détruire, essayez d'avoir une idée de son contenu (un excrément plein de graines se désagrègera d'habitude plus rapidement qu'un autre contenant surtout des fibres). Si vous pistez un animal particulier et que vous trouvez un excrément très frais, la tentation de le collecter pour l'analyser est considérable, mais c'est uniquement en "sacrifiant" de temps en temps ces trésors que le chercheur de terrain peut atteindre les richesses encore plus grandes qu'un pistage efficace peut offrir. Les fèces peuvent se modifier au bout de quelques minutes. Le premier changement est généralement la couleur, la surface étant exposée à l'air. Ce changement de couleur progresse de la surface vers le centre: une datation précise peut être obtenue en sectionnant l'échantillon et en observant à quel niveau est parvenu le changement de couleur. Chez les herbivores et de nombreux omnivores, ce changement va généralement du vert pâle au brun sombre, tandis que chez certains carnivores, bien que les changements initiaux soient les mêmes, le fort taux de calcium que contiennent les excréments finit par les rendre blancs. Notez aussi que l'odeur des fèces change au cours du temps, et peut vous aider à les dater. L'action des coléoptères tels que les bousiers doit aussi être prise en compte: quand commencent-ils à creuser des trous sous les excréments? Combien de temps faut-il pour que leurs travaux d'excavation affectent la structure de l'excrément? Les mouches aussi peuvent vous aider. Elles arrivent souvent quelques secondes seulement après que la crotte a été déposée, mais combien de temps faut-il pour pouvoir trouver des asticots à l'intérieur? Si un échantillon n'est pas trop affecté par les premières attaques des insectes, le deuxième changement notable peut être dû aux champignons. Notez combien de temps il faut pour que des moisissures apparaissent et qu'elles s'étendent. Le temps nécessaire à la désagrégation complète d'un échantillon de fèces dépend de tous ces facteurs, en conjonction avec la consistance initiale, le substrat et les conditions climatiques. L'urine ayant éclaboussé la végétation ou la litière peut être une indication supplémentaire, car bien qu'elle sèche d'ordinaire rapidement, elle fait des taches sur les feuilles. Comme ces taches disparaissent facilement, il est possible au pisteur de déterminer si les traces qui les accompagnent datent d'avant ou après la dernière pluie. Cela peut être particulièrement utile pour dater les nids de grands singes situés dans les arbres, sous lesquels on trouve souvent beaucoup de traces d'urine.

Des traces de nourriture partiellement mangée peuvent aussi aider à dater une piste. Des morceaux de plantes tels que tiges coupées, fruits et feuilles doivent être examinés de la même manière que les fèces: là aussi, il faut d'abord être attentif aux changements de couleur sur les surfaces exposées ou abîmées, les suivre, puis noter les processus de séchage ou de pourrissement qui suivent. Beaucoup des facteurs qui influencent la datation des fèces sont aussi valables pour les restes de plantes. Par exemple, la pluie ou une forte humidité changent la vitesse d'altération de la couleur et ralentissent le processus de flétrissement. Là encore, on peut accélérer l'apprentissage de ces datations en fabriquant des pistes artificielles et en suivant leur détérioration dans différents microclimats. Il faut noter que des plantes se ressemblant beaucoup et partageant le même habitat vieillissent souvent de façons complètement différentes. Ainsi, *Megaphrynium gabonense* et *Haumania liebrechtsiana* sont deux herbacées de la famille des Marantacées, qui forment de denses fourrés dans le sous-bois des forêts d'Afrique centrale. Gorilles, chimpanzés et mandrills mangent les bases tendres de leurs feuilles avant qu'elles ne se déploient: les débris semblent identiques quand ils sont frais. Cependant, tandis que les parties abîmées, blanches, de *Megaphrynium* jaunissent au bout de 2 ou 3 jours (en fonction de l'humidité), celles de *Haumania* deviennent noires après seulement 10 à 15 minutes d'exposition à l'air.

Des restes d'animaux partiellement mangés peuvent aussi être datés, avec un grand degré de précision, par l'étude des oeufs, larves et pupes de mouches qu'on y trouve souvent.

Quand une trace a été trouvée et notée, il peut être utile de la marquer d'une façon ou d'une autre, afin qu'elle ne risque pas d'être notée une deuxième fois, par vous ou par un de vos équipiers: vous pouvez faire une marque de sécateur, effacer des empreintes etc.

#### Droite ou gauche?

La plupart des mammifères, à l'exception de ceux ayant des sabots, ont cinq doigts, bien que chez certains, le premier doigt (correspondant au pouce ou au gros orteil des humains) puisse soit être très réduit, et ne pas apparaître dans les empreintes, soit être absent. Utilisez votre propre main comme aide-mémoire. Si l'empreinte montre cinq doigts, le plus petit, qui est souvent disposé selon un angle différent des autres, est le premier, et correspond à votre pouce. S'il est sur le côté gauche de l'empreinte, alors celle-ci a été faite par un des membres droits de l'animal. Après le premier doigt (ou pouce), le plus petit est le cinquième, correspondant à l'auriculaire des humains. Ceci est utile pour les traces qui ne montrent que quatre doigts, comme celles des félins. En l'absence du premier doigt, le plus petit est donc le cinquième. S'il est sur le côté gauche d'une empreinte à quatre doigts, celle-ci a été faite par un des membres gauches de l'animal.

Les animaux à sabots fendus peuvent être plus troublants. Les deux pinces d'un sabot d'antilope correspondent aux troisième et quatrième doigts. Les deuxième et cinquième doigts sont les ergots, le premier doigt étant absent. Un examen attentif peut montrer que les deux parties du sabot ne sont pas complètement symétriques. Un sabot abîmé ou déformé peut être responsable de cette asymétrie, mais c'est généralement le quatrième doigt (la pince extérieure) qui est le plus long. Si l'empreinte que vous trouvez a le côté gauche un peu plus long que le droit, il est probable que l'empreinte ait été faite par un des membres gauche de l'animal. Cette méthode est loin d'être infaillible, et ne doit être utilisée que si la position de l'empreinte par rapport à la ligne médiane n'est pas concluante.

#### Antérieur ou postérieur?

La meilleure façon de distinguer les empreintes des antérieurs de celles des postérieurs chez un animal à sabots fendus est de mesurer le filet, ou distance entre les extrémités antérieures des deux pinces. Les sabots antérieurs sont de façon générale plus écartés que les postérieurs. Par exemple, pour un guib harnaché adulte, le filet mesure environ 1,4 cm pour les antérieurs, et n'est que d'environ 0,5 pour les postérieurs. Pour les animaux à pelotes, une autre méthode doit être utilisée. Il y a souvent une différence de taille globale qui peut être utilisable. Chez la panthère, les empreintes antérieures sont généralement plus grandes et massives que les postérieures. Ce caractère est partagé par la plupart des félidés, on le retrouve chez la civette. L'impression du premier doigt est souvent une aide pour distinguer les antérieurs des postérieurs chez les mangoustes car le "pouce", s'il est visible, sera mieux défini sur les empreintes antérieures.

Chez les animaux qui ont des pelotes carpiennes, les empreintes postérieures sont souvent les plus longues, comme on le voit par exemple chez les loutres, les pangolins et l'aulacode (*Thryonomys swinderianus*). Cependant, il y a des exceptions à cela, et bien que certains "trucs" puissent aider le pisteur, il vaut mieux, dans l'idéal, étudier les empreintes de chaque espèce jusqu'à ce que antérieur, postérieur, gauche et droit deviennent une seconde nature.

Apprendre à lire les voies est une des tâches les plus difficiles qu'un pisteur doit accomplir. A chaque fois que cela est possible, essayez d'observer des animaux en mouvement, et suivez l'ordre dans lequel leurs membres touchent le sol aux différentes allures. Ne croyez pas devoir attendre d'entr'apercevoir l'animal que vous étudiez pour améliorer vos capacités. Vous pouvez apprendre beaucoup en observant du bétail, des ânes, des chèvres, des chats ou des chiens. Bien que les animaux domestiques puissent avoir des allures qu'on voit rarement dans la nature, les apprendre chez ces quelques espèces vous donnera la clé de celles d'un grand nombre d'animaux sauvages. Quand vous observez, essayez de vous placer de façon à voir l'animal en mouvement, puis les traces qu'il a laissées. Si vous avez souvent trouvé les traces d'un animal qui vous intéresse à un endroit précis, essayez de construire un affût et d'être là la fois suivante.

Si vous pouvez utiliser une caméra vidéo, essayez de filmer des animaux en mouvement, puis, en visionnant au ralenti, notez l'ordre dans lequel les membres sont posés. Un dernier moyen de résoudre ce qui n'est finalement qu'un problème de visualisation est de réaliser un modèle réduit d'animal. Celui-ci ne nécessite pas du tout d'être élaboré, il peut être simplement fait de deux morceaux de fil de fer liés l'un à l'autre côte à côte, au premier et au second tiers de leur longueur. Le tiers du milieu représente le corps de l'animal, les deux autres seront repliés vers le bas et séparés pour figurer les membres. Différents modèles peuvent être réalisés facilement, par exemple le long corps et les pattes courtes des mangoustes. Avec ces maquettes, il est possible de recréer les diverses allures pas à pas. Si vous avez une voie devant vous, essayez les différentes possibilités pour la recréer.

De même que pour les empreintes, il y a des méthodes précises à suivre pour mesurer les voies, afin que vos données vous apportent autant d'informations que possible, et soient comparables aux mesures effectuées sur d'autres populations ou dans des collections de référence.

Les termes utilisés pour mesurer les voies ont parfois des significations différentes selon les livres. Nous suggérons que pour vos mesures vous adoptiez les termes utilisés ici et que vous vous y conformiez, mais prenez garde à bien comprendre les termes utilisés dans d'autres séries de données en les comparant avec les vôtres. Vous trouverez ci-dessous les principales caractéristiques à prendre en compte.

#### Etablir la ligne médiane

Pour mesurer toute voie, il est tout d'abord nécessaire d'établir la position de la ligne médiane. C'est une ligne imaginaire qui divise l'ensemble par le milieu, en deux moitiés qui correspondent habituellement aux empreintes faites par les membres gauches et droits de l'animal. Dans la plupart des allures de marche, les membres antérieurs et postérieurs gauches seront à gauche de la ligne médiane, ceux de droite seront à droite. Avec des voies plus compliquées, les empreintes peuvent se trouver directement sur la ligne, ou même parfois de l'autre côté. Dans ces cas, il peut être assez difficile de décider où la ligne doit être placée. Une ficelle peut être très utile: attachez une extrémité de la ficelle à un caillou et placez celui-ci à la tête de la série d'empreintes que vous voulez mesurer. Placez-vous ensuite à la base de la série et tendez la ficelle. Posez-la au début de la voie, dans la position que vous estimez être la plus centrale pour figurer la ligne médiane. Il sera souvent nécessaire d'ajuster la position du caillou une fois que vous aurez commencé à positionner la ficelle.

#### Pas

Un pas est la distance entre la bordure avant d'une empreinte et la bordure avant de l'empreinte suivante de la voie. Il est donc principalement utilisé pour une mesure rapide dans les cas où toutes les distances impliquées sont les mêmes et où le motif est continu, comme pour le pas et le trot.

#### Foulée

C'est peut-être la mesure la plus importante. Elle doit être prise entre la bordure avant d'une empreinte et la bordure avant de l'empreinte du même pied la première fois qu'elle réapparaît. De cette façon, la foulée pour une marche bipède normale sera simplement deux fois la longueur d'un pas. Cependant, si la disposition des empreintes devient plus espacée et inégale car l'animal a accéléré, la taille de la foulée reflétera l'importance de l'accélération. Prenons par exemple une mangouste rouge qui passe du trot au galop, avec une brève période de petit galop. La distance entre deux empreintes consécutives du pied antérieur gauche (le premier à être posé dans ce groupe de traces) est généralement de 55 cm pour le petit galop. La distance entre deux empreintes consécutives du même pied, mesurées un peu plus loin sur la piste, une fois que l'animal est au grand galop, est généralement de 65 cm.

En collectant de telles mesures pour différents individus de la même espèce, on obtient une mesure moyenne de la foulée pour chaque allure. Cela peut être utilisé comme une aide à l'identification de pistes, quand les empreintes elles-mêmes ne sont pas claires. Ainsi, la

foulée de galop de la mangouste des marais *Atilax paludinosus*, par exemple, mesure environ 82 cm, soit environ 17 cm de plus que celle de la mangouste rouge, plus petite.

En règle générale, plus la vitesse d'un animal augmente, plus la longueur des foulées augmente.

### Largeur

La largeur d'une voie est elle aussi assez importante. Elle est mesurée entre la bordure extérieure de l'empreinte la plus à gauche (quand vous regardez la piste dans le sens de la longueur) et la bordure extérieure de l'empreinte la plus à droite. Elle donne une idée de la largeur d'un animal (qui est en relation avec son espèce, son âge et parfois son sexe), et une idée de sa vitesse. Par exemple, la largeur de la piste d'un sitatunga varie entre 20 et 28 cm, tandis que celle du guib harnaché, plus petit et plus fin, dépasse rarement 15 cm. La piste d'une civette, au pas, montrait une largeur de 13 cm pour une foulée de 52 cm. La vitesse augmentant, la foulée a atteint 66 cm, tandis que la largeur est tombée à 9 cm. Lorsqu'elle a accéléré, ses pattes se posaient donc de façon plus centrale sous son corps.

Bien que la foulée et la largeur de piste soient sans conteste les mesures de voie les plus importantes, plusieurs autres peuvent être utiles au pisteur. La taille des pas devrait dans l'idéal être mesurée de différentes façons, non seulement entre la première empreinte et la suivante, mais aussi entre la première et chacune des trois autres. De cette façon, le pisteur comprendra mieux comment, lorsque la vitesse augmente, la foulée s'allonge. A chaque fois qu'on observe un saut sur une piste, il doit être mesuré séparément, de la bordure avant de la dernière empreinte avant le saut à la bordure arrière de la première empreinte après le saut. En d'autres termes, il faut mesurer l'espace entre les deux groupes d'empreintes. Cette mesure est souvent la clé de la distinction d'espèce qui utilisent des bonds aux allures habituelles.

Pour connaître la position latérale de chaque empreinte, on mesure habituellement la distance entre le milieu de la bordure avant d'une empreinte (par exemple entre les bouts des deux pinces d'un sabot fendu) et la ligne médiane.

Il peut aussi être utile de mesurer l'angle que fait une empreinte avec la ligne médiane. On y parvient en utilisant une ficelle ou un brin d'herbe qui coupe l'empreinte en deux parties à peu près symétriques et qui rencontre ensuite la ligne médiane. On mesure l'angle formé par les deux droites à l'aide d'un rapporteur, d'une montre ou d'une boussole. Cette mesure peut parfois aider à identifier une espèce. Par exemple, les empreintes d'un potamochère et d'un guib harnaché peuvent parfois être confondues. Cependant, un examen attentif de la disposition des empreintes montre que les empreintes du guib forment d'ordinaire un angle plus grand avec la ligne médiane que celles du potamochère.

La figure 4 montre les mesures standards qui doivent être prises sur la piste d'un animal. Dans cet exemple, l'allure de l'animal était le grand galop.

Figure 9.6.

### **Allures**

L'allure d'un animal est le mode de locomotion qu'il utilise pour un besoin spécifique. Il peut, par exemple, vouloir brouter, marcher calmement, se déplacer plus rapidement, fuir un prédateur, rattraper une proie, ou surmonter un obstacle. Le pisteur reconnaît une allure à la disposition des quatre empreintes individuelles les unes par rapport aux autres, ce qui forme la voie.

Apprendre à reconnaître les empreintes peut nous permettre de déterminer quelle était l'espèce impliquée, mais apprendre à interpréter les voies donne au pisteur la possibilité de donner vie à ces traces, en apprenant comment un animal se déplace, comment il répond à des stimuli tels qu'un changement de terrain ou une rencontre avec un autre animal. De plus, lorsque des empreintes sont d'une trop mauvaise qualité pour pouvoir déterminer une espèce, une connaissance des voies peut souvent réduire significativement le champ des possibilités, ou même permettre d'identifier une espèce.

Le pisteur doit connaître de nombreuses allures, mais un bon point de départ est la connaissance des trois allures communément utilisées par une grande variété d'animaux: le pas, le trot et le galop.

#### Le pas

Pour beaucoup de mammifères, c'est l'allure la plus utilisée. Durant le pas, les quatre pattes sont levées et abaissées à des moments différents. Le pas diagonal classique se décompose ainsi: l'animal place son antérieur gauche, suivi par son postérieur droit, puis par l'antérieur droit, enfin par le postérieur gauche. L'effet visuel, si vous n'observez qu'un côté, donne l'impression que l'animal essaie de se marcher sur les pieds, car le pied arrière est posé une fraction de seconde après que le pied avant a été levé. Pour un pas typique, la voie montre les empreintes gauches et droites assez séparées, et les empreintes arrières posées sur les empreintes avant (on peut dire que l'animal "marche sur ses propres traces"), ou juste devant, ou juste derrière. Si le pas normal d'un animal montre les empreintes arrières posées sur les empreintes avant, lorsque les empreintes arrières sont devant, cela signifie qu'il marchait rapidement, si elles sont derrière, cela montre qu'il marchait moins vite. Des animaux utilisant le pas diagonal habituellement sont les chats, les chiens, les céphalophes, les guibs, les buffles de forêt et les éléphants.

#### Le trot

Si un animal marchant au pas désire augmenter un peu sa vitesse, il va passer d'un pas rapide à un trot. Il y a des exceptions, comme l'éléphant qui, à cause de sa grande taille, se contente de marcher plus vite. Au trot, les membres opposés diagonalement sont levés et reposés en même temps. Cela signifie que l'antérieur droit et le postérieur gauche sont levés et déplacés vers l'avant en même temps, suivis par l'antérieur gauche et le postérieur droit. Ce qui différencie le plus la disposition des empreintes entre le pas et le trot est la position des empreintes des membres postérieurs. Elles sont devant les empreintes des antérieurs du même côté, parfois assez loin. Quand la vitesse de l'animal augmente, les empreintes des postérieurs sont de plus en plus en avant. Une autre conséquence de l'accélération au trot est que la longueur des foulées augmente et que la distance entre les empreintes gauches et droites diminue (voir plus haut au paragraphe "mesurer les voies"). En général, l'écart entre les doigts s'agrandit, et les empreintes sont moins bien définies.

#### Le galop

Il est considéré comme l'allure la plus rapide pour la plupart des animaux dont le pas est l'allure normale. Il permet non seulement de se déplacer vite, mais peut de plus être soutenu pendant de relativement longues périodes, au contraire du saut qui, bien que rapide, fatigue l'animal plus vite. Pendant le galop, les quatre pattes d'un animal sont soulevées en même temps pendant un bref moment. Il atterrit sur ses pattes arrières, d'abord sur une seule, puis, alors que son poids est entraîné vers l'avant, il pose l'autre. Au moment où la seconde patte arrière va s'élever, la première des pattes avant s'est posée et supporte seule le poids de l'animal un bref instant, suivie par la seconde, tandis que les deux pattes arrières sont déplacées vers l'avant. Ainsi, la poussée vient avant tout des pattes antérieures pendant le galop. La disposition des empreintes pour un galop typique montre tout d'abord une empreinte antérieure, puis, devant elle, la seconde. A proximité, mais dans la largeur, vient la première des empreintes postérieures, suivie un peu plus loin par la seconde.

Le diagramme de la figure 9.7 montre la disposition des empreintes pour les trois allures. Les cercles noirs représentent les empreintes des pattes antérieures, les cercles blancs représentent celles des postérieures. Au pas, les demi-cercles noirs et blancs représentent l'empreinte postérieure posée sur l'antérieure. La ligne continue au centre de chaque diagramme est la position de la "ligne médiane" (cf. explications).

Figure 9.7

#### Autres allures

Il y a beaucoup d'autres allures. Par exemple, beaucoup d'animaux qui broutent, comme les buffles, ont une allure de marche lente pour se nourrir: le membre postérieur vient en avant et chasse l'antérieur du même côté vers l'avant, les deux pattes étant à terre avant que le processus ne se répète sur l'autre flanc de l'animal.

Entre le trot et le galop, il n'est pas rare d'avoir une période de petit galop. La disposition des empreintes est la même que pour le grand galop, si ce n'est qu'une seule des empreintes postérieures est devant la première des antérieures. L'autre est placée entre les deux pattes antérieures.

Dans le cas du saut, l'animal est propulsé en l'air par ses membres postérieurs. Il atterrit sur un des membres antérieurs, suivi du second, mais les deux antérieurs quittent le sol de nouveau quand les postérieurs passent entre eux. Les deux postérieurs se posent, généralement proches l'un de l'autre, légèrement en avant des empreintes des antérieurs. La principale caractéristique de la voie pendant le saut est la grande distance entre les empreintes des postérieurs et celles des antérieurs situés devant, correspondant au moment où l'animal est en l'air.

Il faut remarquer que tandis que beaucoup d'animaux suivent progressivement la succession pas lent - pas - trot - petit galop - galop, cela n'est pas toujours le cas. Il est important d'identifier quelle est, pour un animal donné, l'allure correspondant à un déplacement normal. Les écureuils, par exemple, utilisent habituellement une forme de saut pour se déplacer, les deux pattes postérieures touchant le sol ensemble, juste devant les antérieures, qui touchent aussi le sol ensemble.

Une autre allure à connaître est l'amble: les deux membres du même côté sont levés et reposés en même temps. Le mécanisme et la vitesse de cette allure peuvent varier énormément, depuis un pas traînant, lent et pondéré, jusqu'à l'allure rapide empruntée par la mangouste rouge *Herpestes sanguineus*, presque assimilable au trot, en passant par le mode de déplacement tranquille d'espèces comme le springbok *Antidorcas marsupialis*.

Un autre mode de saut est adopté par certaines antilopes lorsqu'elles sont stressées, par exemple quand un prédateur les poursuit. Elles se propulsent à une grande hauteur, en utilisant les quatre membres, atterrissent sur les quatre pattes et ressaudent immédiatement.

La marche bipède, durant laquelle un animal qui utilise habituellement ses quatre membres pour se déplacer, choisit de marcher sur ses pattes arrières uniquement, est utilisée par les grands singes, particulièrement durant les démonstrations agressives, ce qui les fait paraître plus grands. Le pangolin géant *Manis gigantea* est lui aussi capable de marcher sur ses pattes arrières, mais cela semble dû à la difficulté qu'il éprouve pour faire porter son poids sur ses pattes avant, armées des gigantesques griffes recourbées qu'il utilise pour creuser.

## CONCLUSION

Le but de ce chapitre était d'illustrer une partie de la richesse des informations disponibles pour quiconque prendrait le temps d'apprendre un peu l'art du pistage. Différentes techniques ont été suggérées pour aider le pisteur dans ce processus d'apprentissage, et quelques unes des difficultés probables ont été évoquées.

Les recherches en écologie animale avancent, et comme les biologistes s'appuient de plus en plus sur les modèles mathématiques et les études génétiques, il est aisé de comprendre que des chercheurs de terrain inexpérimentés puissent percevoir le pistage comme un outil un peu dépassé et ne méritant pas leur attention. Cependant, le pistage et l'interprétation des traces sont les fondations sur lesquelles la majorité des études de la faune sauvage sont entreprises. Un pistage efficace demande la même approche que tout autre travail scientifique car, pour répondre aux questions posées par une trace ou une piste, le pisteur doit avoir la capacité d'interpréter les plus petits détails, tout en gardant une vision globale précise du cadre dans lequel ils apparaissent. Comme nous l'avons vu, le pistage, à son niveau le plus élémentaire, peut nous apprendre la présence d'un animal dans une zone. Des pisteurs plus expérimentés pourront décider s'il faut remonter une piste vers l'endroit où un animal a dormi, ou s'il faut la suivre pour observer cet animal. Ils pourront aussi



déterminer l'âge et le sexe de l'animal, son état de santé, ce qu'il a fait à tout instant, son régime alimentaire et son rythme d'activité. Dans certains cas, ils peuvent estimer combien d'individus d'une espèce occupent une zone. En bref, le pistage peut jouer un rôle dans toute étude sur les animaux. Son utilisation dépend de la nature de la recherche et, surtout, du temps et des efforts que vous êtes prêts à investir pour apprendre le fascinant langage des traces, des pistes et des signes laissés par les animaux.

### **Présentation de deux guides des traces d'animaux africains (en anglais).**

*A Field Guide to the Animal Tracks of Southern Africa.*

Louis Liebenberg, 1990. David Philip Publishers.

Ce livre est un excellent guide des traces des mammifères d'Afrique du sud. Il traite non seulement d'une grande variété de mammifères, mais aussi d'oiseaux, de reptiles et d'invertébrés. Les dessins d'empreintes sont de très bonne qualité, beaucoup étant grandeur nature. Pour chaque espèce exposée, on trouve une description écrite très utile de ses traces, son habitat, son régime alimentaire et son mode de vie. En revanche, les fèces et les débris alimentaires ne sont traités que rapidement dans un chapitre général au début du livre. Une carte de distribution allant du sud de l'Afrique du sud jusqu'au sud du Malawi et de l'Angola est donnée pour chaque espèce. Des chapitres intéressants couvrent les principes du pistage, les allures, les types de pattes, ainsi que, un peu longuement, les animaux dangereux. Le recouvrement avec les animaux de la forêt pluviale est naturellement faible, donc bien que ce soit un excellent guide, son utilité dans notre région est limitée.

*A field guide to the Tracks and Signs of Southern and East African Wildlife.*

Chris & Tilde Stuart, 1994. Southern Book Publishers.

Comme son titre l'indique, ce livre ne traite pas non plus l'ensemble de la forêt pluviale africaine, mais en associant l'Afrique de l'est avec l'Afrique du sud, il couvre un peu plus les animaux de notre région. Il excelle réellement par tout ce qu'il expose et par sa présentation. Beaucoup de très bonnes photographies illustrent non seulement les traces sur le terrain, mais aussi les pattes, les fèces, les restes de nourriture, les pistes, les nids et les abris, les marquages, les bains de boue, les mues, les poils, et même les crânes des mammifères. Il cherche à montrer au lecteur tout ce qui peut constituer un signe de passage d'animal, les empreintes n'étant qu'un des aspects dans un vaste ensemble d'exemples. Dans ce sens, même s'il ne traite pas directement de la faune de la forêt pluviale, nous le recommandons fortement.

### **REFERENCES**

- A Field Guide to the Animal Tracks of Southern Africa.* Louis Liebenberg. (David Philip)  
*The Art of Tracking. ( The Origin of Science ).* Louis Liebenberg. (David Philip)  
*Chris and Tilde Stuart's Field Guide to the Mammals of Southern Africa.* (New Holland Ltd)  
*Field Guide to the Mammals of Africa including Madagascar.* T. Haltenorth and H. Diller (Collins)  
*Tom Brown's Field Guide to Nature Observation and Tracking.* Tom Brown Jnr. and Brandt Morgan (Berkley Books) \*  
*Tracking and the Art of Seeing.* Paul Rezendes. (Camden House Publishing Inc.) \*  
*Collins Guide to Animal Tracks and Signs.* Preben Bang and Preben Dahlstrom. (Collins)\*\* (No longer available in English).  
*Animals. Tracks, Trails and Signs.* R.W.Brown. M.J. Lawrence. J. Pope. (Hamlyn Publishing Group)\*\*  
*Tracks and Signs of the Birds of Britain and Europe.* Brown. Ferguson. Lawrence. Lee. ( Christopher Helm Ltd )\*\*

\* Mammifères nord américains.

\*\* Mammifères d'Europe.

## LES INFORMATIONS PROVENANT D'ANIMAUX MORTS ET LEUR TRAITEMENT

### CHAPITRE 10

Alan Rabinowitz, John Hart & Lee White

Les forêts pluviales africaines grouillent d'animaux rares et mal connus. Toute personne passant du temps en forêt rencontrera des animaux morts, tués par des maladies, des véhicules, des prédateurs ou des braconniers. Bien que souvent peu engageants, car tout pourrit rapidement dans des conditions chaudes et humides, les animaux morts représentent une importante source d'information disponible à faible coût. A chaque fois qu'un animal mort est trouvé, ou qu'un animal vivant est confisqué, il faut en tirer autant d'informations que possible. Entre autres, il faut noter mesures, masse, âge, sexe, état général. Quand les mesures ont été prises sur un animal mort, le cadavre entier, ou une partie telle que le crâne peut être préservé et incorporé dans une collection de référence. Si elle est bien tenue, celle-ci pourra contribuer significativement à la connaissance des animaux d'une région et sera le début d'un petit musée de terrain.

Les mesures et les spécimens que vous collecterez peuvent contribuer à la connaissance et à la gestion d'une réserve de nombreuses façons, par exemple:

- tout comme une collection botanique de référence, une collection zoologique bien organisée fournit des preuves indiscutables de la présence d'espèces pour une région et sert d'aide à l'identification pour les gestionnaires et les chercheurs travaillant dans une réserve. En conservant systématiquement les spécimens, vous constituerez petit à petit une liste d'espèces qui inclura jusqu'aux animaux les plus discrets, rarement ou même jamais observés;

- le processus de collecte et de préservation des spécimens permettra au personnel de se familiariser avec les espèces présentes dans une réserve, et réduira le risque de mauvaise identification des espèces sur le terrain;

- les cadavres d'animaux peuvent apporter des informations sur le statut des populations dans une zone donnée (par exemple, s'il y a une augmentation graduelle de la proportion de céphalophes juvéniles et subadultes saisis auprès des braconniers, cela peut indiquer qu'il y a un problème de surchasse);

- les spécimens de collections constituent du matériel pour des études scientifiques. De nombreux mammifères de forêt pluviale sont peu connus, et il reste de nouvelles espèces à décrire;

- les os et les poils des spécimens de collection peuvent servir de référence pour identifier des restes d'animaux trouvés dans des camps de braconniers, ou dans des crottes de panthère par exemple;

- en suivant les causes et la fréquence des décès d'animaux, vous serez bien placé pour détecter des problèmes sanitaires dans les populations d'une réserve, et pour réagir à une épidémie dangereuse (voir encarts 11.1 et 11.2).

#### ***Préserver les spécimens animaux***

Lorsqu'on trouve un cadavre, il y a plusieurs tâches à effectuer pour le transformer en un spécimen de collection bien référencée et ayant de la valeur. Si l'on saute une de ces étapes, l'intrêt du spécimen sera très amoindri:

- il faut tout d'abord noter tous les détails importants sur votre carnet de terrain;
- il faut ensuite préserver le spécimen;
- un catalogue des spécimens doit alors être rempli, et un numéro de référence unique doit être attribué au spécimen;
- enfin, une étiquette doit être attachée au spécimen, et celui-ci doit être intégré à la collection.

#### **Etape 1: noter les informations dans votre carnet de terrain**

Quand vous êtes devant un spécimen animal (cadavre, restes, carcasse confisquée à des braconniers...), vous devez noter dans votre carnet (voir chapitre 3) la façon

dont vous l'avez trouvé, le lieu, ou toute information susceptible d'être intéressante sur l'animal. Notez:

- la date de collecte (elle doit déjà figurer au début de vos notes pour le jour en question);
- le lieu de récolte (il doit se référer à un endroit connu figurant sur les cartes de la zone, avec si possible les coordonnées géographiques; ajoutez les noms locaux qui peuvent préciser le lieu);
- le genre et l'espèce, s'ils sont connus, et le nom local de l'animal (notez bien le dialecte);
- le sexe, si possible;
- masse, mesures et descriptions (voir plus bas);
- notes sur l'âge et la condition physique de l'animal;
- statut reproducteur (nombre d'embryons, état des tétines, état des testicules);
- présence de parasites et d'ecto-parasites (récoltés ou non - si oui, ils doivent être référencés de façon croisée avec les spécimens);
- circonstances de la découverte (par exemple, tué par un aigle, piège, saisi auprès d'un braconnier, tué par un véhicule etc.);
- localisation de la découverte: type d'habitat, distance au ruisseau le plus proche etc.;
- tout autre information comportementale intéressante.

### ***Mesurer les animaux***

Les mesures suivantes doivent être prises sur tous les animaux vivants ou morts trouvés (voir figure 11.1 et 11.5):

#### Mammifères

- masse (masse de l'animal vivant, ou juste après la mort, mais avant que les intestins, la peau ou toute autre partie ait été enlevée);
- longueur totale (en incluant la queue, suivre les courbes du corps - a + b dans la figure 11.1);
- longueur de la tête et du corps (sans la queue - a dans la figure 11.1);
- longueur de la queue (de la base à l'extrémité, sans tenir compte des poils à l'extrémité - b dans la figure 11.1);
- tour de corps (circonférence du corps mesurée derrière les pattes avant - c dans la figure 11.1);
- longueur des oreilles (ongulés - de l'encoche de la base à l'extrémité, figure 11.1);
- longueur du pied postérieur (du talon à l'extrémité du doigt le plus long, figure 11.1);
- hauteur au garrot (du haut de la crête entre les épaules jusqu'à la base des membres antérieurs);
- hauteur à la croupe (de la colonne vertébrale à la base des membres postérieurs);
- longueur des cornes ou des défenses (mesurée le long de la courbe extérieure - figure 11.2).

Figure 11.1: mesures du corps d'un mammifère (ongulé)

p.75

Figure 11.2: défenses et cornes sont mesurées le long de la courbe extérieure

p.75

#### Oiseaux

- masse;
- longueur totale (de l'extrémité du bec à l'extrémité des plumes de la queue - figure 11.3);

- longueur de la queue (de la base de la queue à l'extrémité des plumes de la queue - figure 11.3);
- longueur de l'aile (figure 11.3);
- mesures du bec (figure 11.3);
- longueur du tarse ("patte") ( du "talon" à la base des doigts - figure 11.3).

Figure 11.3: mesurer un oiseau  
pages 79/80

#### Reptiles et amphibiens

- masse;
- longueur totale (du museau à l'extrémité de la queue);
- longueur de la queue;
- pour les tortues: longueur et largeur de la carapace.

#### ***Estimer l'âge et la condition physique***

##### Classes d'âge

- jeune non encore sevré;
- juvénile: sevré, mais encore en partie dépendant de la mère, non mature sexuellement;
- subadulte ou jeune adulte: indépendant de la mère, non mature sexuellement (physiquement ou par son comportement). Ce stade dure généralement plus longtemps chez les mâles que chez les femelles;
- adulte: sexuellement mature, taille maximum.

##### Indications de l'âge

Ordre d'apparition des dents: chez la plupart des espèces, les dents apparaissent dans un ordre bien défini, et à des âges définis tout au long de la vie. Les animaux immatures ont souvent des dents plus petites et en moins grand nombre.

Etat des dents: avec l'âge, les dents deviennent plus sombres, et les pointes s'émoussent.

Sutures du crâne: chez les animaux très jeunes, les sutures entre les os du crâne ne sont pas complètement fermées. Avec l'âge, elles se ferment, mais restent visibles. Chez les vieux animaux, la ligne de suture devient souvent très fine et presque invisible.

Couleur: chez certaines espèces, comme les primates, la couleur change avec l'âge.

Tétines (femelles seulement): les tétines d'une femelle qui n'a pas encore allaité sont en général roses et lisses; elles sont généralement brunes et ridées si elle a allaité.

Cornes: elles continuent à grandir quand l'animal vieillit. Leur taille et leur usure peuvent donc servir d'indicateur de l'âge d'un animal.

##### Condition physique

Bonne alimentation: cherchez la graisse sur le corps et observez l'état de la fourrure. Pour les cadavres qui ne sont pas trop abîmés, la meilleure indication est donnée par l'importance du dépôt de graisse sur les reins.

Signes de combat ou de chute: cherchez des cicatrices, des dents cassées et des signes de fractures des os.

#### ***Etape 2: préserver les spécimens***

##### Mammifère

##### *Animal entier (petit mammifère)*

Un animal entier peut être conservé dans un récipient rempli d'alcool (70-90%) ou de formol (10%). Avant de mettre un animal dans le formol, injectez du formol sous la peau et dans les organes. Retirez les intestins (après avoir pesé l'animal) avant de le congeler ou de le conserver dans l'alcool.

NB: le formol est extrêmement toxique: faites très attention à ne pas en renverser sur vos vêtements ou sur votre peau. Lavez abondamment et immédiatement les zones touchées.

#### *Crânes*

Séparez soigneusement le crâne des vertèbres, et enlevez autant de chair et de cervelle que possible avec un couteau. Immergez le crâne dans de l'eau pendant environ une semaine, ou faites-le chauffer dans de l'eau doucement dans une casserole, jusqu'à ce que l'eau frémissse. Retirez la chair restante (attention: faire bouillir l'eau peut fendre les dents). Le crâne peut aussi être enterré pour être nettoyé par les fourmis et les coléoptères; quand il est propre, il peut être blanchi au soleil ou avec du peroxyde d'hydrogène (eau oxygénée) à 3%. Les crânes peuvent être dégraissés avec du tétrachlorure de carbone.

#### *Cornes*

Le contact avec l'eau bouillante peut fendre les cornes. Si vous faites bouillir la tête d'un animal, gardez-les hors de l'eau. Si elles peuvent être retirées après ce passage à la vapeur, nettoyez avec du formol l'os les supportant sur le crâne, ainsi que l'intérieur même des cornes, puis remettez-les en place sur le crâne. Si elles ne peuvent être retirées, injectez du formol à 30% entre les cornes et le crâne après que celui-ci a été blanchi.

#### *Peaux*

Après avoir dépouillé un animal, retirez autant de chair que possible de la peau. Puis séchez la peau au soleil, ou, si nécessaire, en hauteur au-dessus d'un feu, soit pendue sur une corde, soit tendue sur un cadre. Saler la peau accélère le séchage et la préserve temporairement. Les zones qui ont encore de la chair ou de la graisse doivent être salées entièrement. Du borax en poudre peut être mis sur la peau pour mieux la conserver. Quand elle est quasiment sèche, pliez-la en plaçant les poils vers l'intérieur.

#### *Contenus stomacaux*

Mettez les contenus stomacaux dans du formol à 5% ou de l'alcool à 30-40%. Enveloppez les contenus stomacaux de grande taille dans un linge avant de les mettre dans une solution de formol à 10%.

#### Oiseaux

##### *Oiseaux entiers*

Conservez les oiseaux dans de l'alcool à 70% ou du formol à 5-10%, ou injectez du formol dans les muscles et le corps. Vous pouvez aussi retirer les organes (après avoir pesé) et congeler l'animal.

#### *Peaux*

Après avoir dépouillé l'animal, frottez la peau avec du borax, ou un mélange d'arsenic et de borax (si vous en avez), ou encore avec du sel.

#### *Contenus stomacaux*

Conservez dans du formol à 5% ou de l'alcool à 70%.

#### Reptiles et amphibiens

##### *Animaux entiers*

Injectez du formol à 10% ou de l'alcool éthylique dans le corps des reptiles, et du formol à 2,5% ou de l'alcool éthylique à 25% dans celui des amphibiens. Après que l'animal a durci dans la position désirée, conservez-le dans du formol à 5 ou 10%. Après 48 heures, l'animal peut être enveloppé dans un linge et placé dans un sachet en plastique fermé avec juste assez de formol pour humidifier le tissu. L'animal peut aussi être conservé dans de l'alcool éthylique à 70% ou de l'alcool isopropylique à 40-50%.

### *Peaux*

Séchez la peau soigneusement, ou conservez-la dans de l'alcool à 70%. On peut aussi utiliser du sel (par exemple pour les peaux de serpents). Les peaux de serpents peuvent être roulées à plat et placées dans du formol à 10%.

### *Carapaces de tortues*

Mettez du sel dans la carapace.

### Poissons

Conservez le poisson entier dans de l'alcool à 70% ou du formol à 10%. Pour les poissons de plus de 3 cm, faites une ouverture dans le côté droit de l'abdomen pour faciliter la pénétration du formol. On peut aussi placer le poisson dans du formol à 10% pendant 48 heures, puis le conserver dans de l'alcool éthylique à 70% ou de l'alcool isopropylique à 40-50%.

### Insectes et parasites à corps mous

Conservez dans de l'alcool à 70%. Ajoutez, si vous en possédez, quelques gouttes de glycérol pour empêcher les spécimens de devenir cassants.

### Fèces

Séchez-les totalement au soleil, puis conservez-les dans des sacs en plastique. Préservées dans du formol à 10%, les fèces pourront dans le futur être étudiées pour connaître les parasites qu'elles contiennent.

### ***Etape 3: le catalogue***

Chaque collection doit posséder un catalogue de tous les spécimens récoltés par tous les collecteurs (cela donnera une série unique de numéros, comme pour les spécimens de plantes - voir chapitre 8). Chaque spécimen de la collection doit être référencé dans le catalogue, et doit avoir un numéro unique, suivant immédiatement celui du dernier spécimen ajouté à la collection (ce numéro doit être reporté dans vos notes de terrain, afin que vous puissiez localiser facilement tous les animaux que vous avez récoltés). Les informations notées dans votre carnet (voir ci-dessus) doivent être reproduites dans le catalogue, afin qu'il y ait des archives permanentes regroupant toutes les informations associées à un spécimen de la collection de terrain.

### ***Etape 4: étiqueter le spécimen***

Une étiquette doit être attachée à chaque spécimen ou collée à la boîte qui le contient: un spécimen sans étiquette n'a pas de valeur. L'étiquette doit être en plastique ou en papier épais. Ecrivez à l'encre indélébile ou au crayon (pour les spécimens préservés dans des liquides). Assurez-vous que l'étiquette est bien attachée (pour les spécimens en liquide, mettez une étiquette dans le bocal, et une autre collée à l'extérieur et vernie si possible). Notez:

- le numéro de collecte unique dans la série du collecteur
- la date de collecte (pour éviter les confusions, écrivez le mois en toutes lettres et n'oubliez pas de noter l'année);
- le lieu de récolte (il doit se référer à un endroit connu figurant sur les cartes de la zone, avec si possible les coordonnées géographiques; ajoutez les noms locaux qui peuvent préciser le lieu);
- le genre et l'espèce, s'ils sont connus;
- le sexe, si possible;
- le nom de la personne qui a trouvé le spécimen.
- des informations supplémentaires entrées dans le catalogue peuvent être reproduites au dos de l'étiquette si nécessaire

Attachez l'étiquette aussitôt que possible pour éviter les confusions. Il est souvent utile d'attacher une étiquette provisoire sur le terrain avant de revenir à la base.

### **ENCART 11.1: LES VETERINAIRES DE TERRAIN**

La Wildlife Conservation Society a un programme de médecine vétérinaire de terrain (Field Veterinary Program) qui peut fournir des solutions immédiates et à long terme aux crises sanitaires animales. Par exemple, à la fin des années 1980, les gestionnaires de faune ont découvert que des milliers d'hippopotames mouraient mystérieusement en Zambie. Les experts locaux n'arrivaient pas à identifier la cause de cette mortalité, qui risquait de décimer les populations d'hippopotames du pays. Ils se sont tournés vers le Field Veterinary Program, et un vétérinaire de WCS a montré que la maladie du charbon, très contagieuse et mortelle, était la cause de la crise. Un programme de vaccination a été lancé immédiatement pour protéger les hippopotames et les autres animaux, dont les rhinocéros noirs menacés. La vigilance des gestionnaires de faune locaux et la réponse rapide des vétérinaires de WCS a permis de minimiser l'impact de cette épidémie.

Les gestionnaires de faune doivent suivre l'état de santé des écosystèmes dont ils ont la charge. Les morts inexplicables d'animaux doivent être étudiées, pour que lorsque des crises similaires surviennent dans le futur, une réponse rapide permette de minimiser les dégâts. Vous pouvez contacter le Field Veterinary Program de WCS pour obtenir des conseils sur le suivi sanitaire ou les aides d'urgence.

### **ENCART 11.2: SANTE**

En 1995, un chimpanzé qui venait de mourir a été trouvé près d'un village au nord-est du Gabon. Il a été dépecé, cuit et mangé. Peu après, beaucoup de personnes qui avaient été en contact avec la chair crue ou le sang ont développé une fièvre hémorragique appelée Ebola. Le chimpanzé lui-même était mort de cette maladie, qui pouvait être transmise aux humains. Cet exemple dramatique doit servir à rappeler qu'il faut toujours prendre des précautions lorsqu'on inspecte et qu'on manipule des animaux morts, particulièrement si la cause de la mort est inconnue ou suspecte.

Utilisez si possible des gants en plastique lorsque vous manipulez des animaux morts ou leurs tissus, désinfectez minutieusement votre matériel après utilisation, et lavez-vous bien les mains et les surfaces de peau exposée quand vous avez terminé. Si vous vous coupez pendant la préparation d'un spécimen, désinfectez immédiatement avec de l'alcool absolu. Brûlez ou enterrez tous les tissus non conservés.

### **ENCART 11.3: DENTS D'ELEPHANTS ET DE CEPHALOPHES**

L'apparition progressive des molaires peut servir à déterminer l'âge de certains animaux. Deux exemples particulièrement intéressants pour les gestionnaires de faune dans les forêts pluviales africaines sont les éléphants et les céphalophes.

#### **Eléphants**

Au cours de leur vie, les éléphants acquièrent progressivement six molaires de chaque côté de leurs mâchoires supérieure et inférieure. Les molaires 1-6 sont différentes en taille (elles deviennent de plus en plus grandes) et peuvent être distinguées en mesurant leur longueur et leur largeur. En identifiant tout d'abord la molaire principale de la mâchoire inférieure, puis en étudiant son usure, on peut estimer l'âge des éléphants morts (voir Moss, 1996):

- déterminez tout d'abord le nombre de molaires sur la mâchoire inférieure;
- mesurez la longueur et la largeur de chaque molaire en utilisant un pied à coulisse
- notez bien quelles sont les mesures de droite et de gauche, et la position (antérieure ou postérieure) de chaque dent mesurée, s'il y en a plus d'une par mâchoire (figure

B11.1). Faites bien des mesures séparées pour chaque dent s'il y en a plus d'une simultanément sur un ou les deux cotés de la mâchoire;

- comparez les mesures de la dent principale (généralement la première, bien que la base de la dent précédente persiste parfois devant la principale, qui est moins usée et complètement sortie) avec les données du tableau B11.1, pour déterminer quelle était la molaire présente quand l'éléphant est mort, et la classe d'âge correspondante;

Numéro de molaire	Longueur de molaire (cm)	Largeur de molaire (cm)	Age approximatif
1	1,0-4,0	1,3-2,0	0-2
2	5,0-7,0	2,5-4,0	1-4
3	9,5-14,0	3,9-5,2	3-9
4	13,0-17,5	5,0-6,8	9-18
5	17,5-22,5	5,9-8,5	16-36
6	22,0-31,0	6,4-9,4	34+

- Si la longueur de la molaire tombe entre deux catégories, utilisez la largeur pour identifier le numéro de dent correct;

- Si la largeur de la molaire tombe entre deux catégories, utilisez la longueur pour identifier le numéro de dent correct;

- Si la longueur et la largeur tombent entre deux catégories, attribuez la dent à la classe dont les largeur ou longueur maximales sont les plus proches des dimensions mesurées;

- Pour plus de détails sur la façon d'obtenir des estimations précises en étudiant l'usure et l'éruption des dents, voir Moss, 1996.

#### ENCART 11.4: ENSEIGNEMENT TIRE DES FECES

D'autres informations tirées de restes animaux: le cas des fèces

Pour un mammalogiste de terrain déçu qui voudrait observer des animaux discrets, les fèces peuvent représenter la source d'information la plus facilement disponible sur laquelle il se rabattra en désespoir de cause. Effectivement, un bon nombre d'informations écologiques peuvent être déduites de l'analyse des fèces (Putman, 1984). Les animaux eux-mêmes en retirent souvent des informations. Par exemple, les civettes utilisent des "latrines" pour délimiter les frontières de leur territoire, et chez certaines espèces, les mâles peuvent connaître l'état du cycle reproducteur des femelles grâce aux crottes fraîches.

Quelles informations pouvez-vous obtenir des crottes?

- si vous connaissez le taux de défécation et la durée pendant laquelle les crottes restent visibles, vous pouvez utiliser les comptages de crottes pour estimer les densités de population, ou les utilisations différentielles d'habitats (voir chapitre 12).

- les grands animaux déposent des fèces plus grandes et plus lourdes que les petits. Par exemple, les classes d'âge des gorilles peuvent parfois être estimées d'après le diamètre des crottes (figure 9.2). Même si la relation entre diamètres des crottes et classes d'âge et de taille n'est pas connue, des informations sur les changements au cours du temps des distributions des classes de taille des crottes peuvent être utilisées pour suivre des changements de structure des classes d'âge, qui peuvent résulter par exemple du braconnage sélectif des grands individus. De telles données peuvent être utilisées pour montrer les effets du braconnage sur les éléphants, car les plus grands individus, ayant de grandes défenses, sont sélectionnés par les braconniers (donc les plus grandes classes de diamètre des crottes deviendront moins fréquentes), et car le stress dans la population provoque une diminution du taux de reproduction (et une diminution correspondante des plus petites classes de diamètre des crottes). Cependant, notez que le diamètre des crottes peut aussi varier avec la saison et le régime alimentaire. Pour les ongulés en général, il existe une bonne corrélation entre le



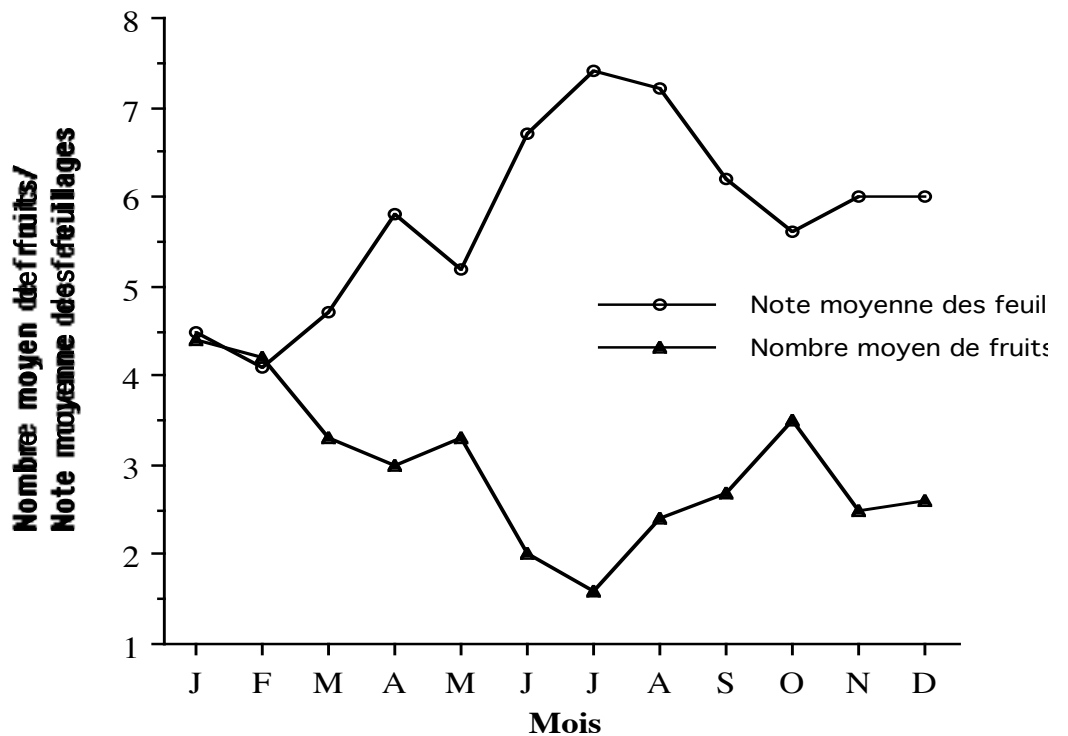
poids sec moyen de 20 crottes prises au hasard et le poids corporel (par exemple, Coe & Carr, 1982), ce qui suggère que cette méthode puisse être utilisée pour suivre le changement de poids corporel de céphalophes dans une zone de chasse.

- les crottes sont souvent un bon indicateur du régime alimentaire d'une espèce. Par exemple, les gorilles et les éléphants avalent les graines de la plupart des fruits qu'ils mangent, et les déposent intacts dans leurs fèces (figure B10.1).

Figure 11.2: crottes de gorille avant et après le passage au tamis

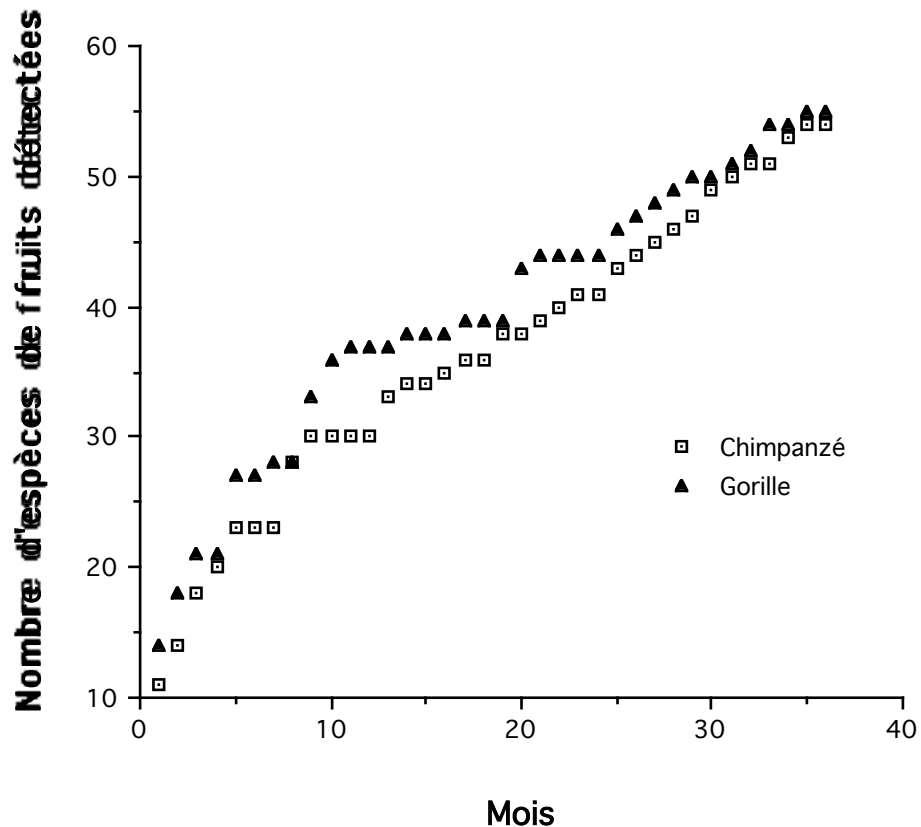
Si vous prenez le temps d'étudier les crottes, vous pourrez établir une liste des espèces de fruits consommées. Ainsi, les crottes de gorilles et de chimpanzés sont récoltées et analysées dans plusieurs sites en Afrique. A la Lopé (Tutin & Fernandez, 1993), les crottes fraîches des deux espèces sont récoltées dans des sacs en plastique sur lesquels les chercheurs notent la date, la localisation, l'espèce, la classe d'âge (si possible, voir figure 10.1), le numéro de nid correspondant si la crotte a été trouvée sur un site de nids. Une fois par semaine, ces informations sont transférées sur un cahier, les crottes sont pesées individuellement et passées dans un tamis dont les mailles font 1 mm, dans une rivière près de la station de terrain. Quand toute la matrice a été enlevée, les quantités de fibres, de feuilles et de graines sont estimées. Les graines de plus de 5 mm de long sont comptées, les autres reçoivent une note d'abondance: abondant, commun, rare, très rare. Les aliments qui ne sont pas des fruits (fibres, fragments de feuilles vertes, insectes, restes de chair, terre, cire d'abeille etc.) sont notés selon le même barème, en fonction de leur abondance relative par rapport à la crotte entière. Plusieurs analyses sont possibles à partir de ces informations. Par exemple, le nombre d'espèces de fruits par crotte, ou le nombre total d'espèces de fruits par mois peut être calculé, pour illustrer les différences de consommation de fruits au cours de l'année. La moyenne d'abondance des feuillages (en additionnant les notes des fibres et des fragments de feuilles vertes: abondant = 4, commun = 3, rare = 2, très rare = 1, ce qui donne un maximum de 4 pour chaque quantité) peut être calculée pour analyser les changements de consommation de fibres pendant les pénuries en fruits (figure 11.3).

Figure B11.3: changements saisonniers du régime alimentaire des gorilles révélés par des données collectées pendant quatre années consécutives (1987-1990) dans la réserve de la Lopé, Gabon.



Si vous gardez à jour une liste du nombre de crottes analysées et du nombre d'espèces de graines découvertes, vous pourrez dessiner une courbe taille d'échantillon-espèces (suivez la démarche proposée chapitre 9 pour les courbes aire-espèces, en utilisant chaque crotte comme échantillon ou "aire" - voir figure B11.4).

Figure B11.4: nombre d'espèces de fruits détectées dans les crottes de grands singes pendant une période de 3 ans dans la réserve de la Lopé. Pour que la comparaison entre les deux espèces ait un sens, cinq échantillons ont été sélectionnés au hasard dans un ensemble de crottes plus important (mais variable) pour chaque mois et chaque espèce. Les deux courbes continuent à croître, montrant que la taille de l'échantillon n'est pas encore adéquate pour décrire totalement les fruits entrant dans le régime alimentaire de ces deux espèces (d'après Tutin et al., 1991).



L'analyse des fèces est fréquemment utilisée pour évaluer le régime alimentaire de carnivores tels que les panthères et les civettes, car elles contiennent des parties non digérées des proies comme les os, les poils, les griffes, les sabots, les dents, les écailles de poissons et les restes d'insectes etc. qui peuvent être identifiés. De même, les pelotes de rejection de rapaces, comme l'aigle couronné, contiennent des fragments des proies et peuvent facilement être récoltées sous les aires. Dans les deux cas, vos collections de terrain vous permettront d'identifier par comparaison les fragments d'os et les poils. Vous pouvez également stocker les fèces pour future identification. L'étude du régime alimentaire des ongulés, des grands singes ou des éléphants est plus problématique, mais l'analyse microscopique des fragments de plantes peut être utilisée pour identifier des espèces si vous avez une bonne collection de référence de plantes pour votre zone d'étude (telle que votre herbier de terrain - voir chapitre 8).

Il ne faut bien sûr pas commencer à récolter des échantillons de crottes sans discrimination, en espérant qu'un jour quelqu'un les analysera. Réfléchissez à la façon dont l'analyse des crottes pourra être utile pour répondre à vos questions de recherche. Par exemple, si des personnes se plaignent de ce que les panthères d'une zone protégée tuent leur bétail, vous pouvez récolter des fèces de panthères pour estimer quelle proportion contient des poils de moutons ou de chèvres. Si, après mûre réflexion, vous décidez de récolter des fèces et d'analyser leur contenu, traitez chaque fèces comme vous traiteriez un animal mort ou un spécimen botanique, en notant soigneusement le nom du récolteur, la date, l'espèce, la localisation, le poids etc. Si vous préparez une telle étude, il est utile de commencer en lisant l'article de Roary Putman " Facts from faeces", publié dans Mammal Review (1984, pp. 79-97).

## CHAPITRE 13

### UTILISATION DE TRANSECTS POUR LES RECENSEMENTS D'ANIMAUX

*Lee White & Anne Edwards*

Les conservationnistes qui travaillent dans les forêts pluviales d'Afrique centrale (et dans une moindre mesure en Afrique de l'est et de l'ouest) sont généralement confrontés à des zones protégées grandes, reculées et peu connues. Les conditions de travail et d'observation sont difficiles, la recherche et le suivi sont donc chers. En dépit de l'éloignement, les problèmes écologiques graves sont souvent imminents, et fréquemment liés à des différends politiques ou à un niveau de vie bas. Les gestionnaires d'aires protégées doivent être capables d'identifier les tendances principales concernant l'abondance, la distribution et les mouvements saisonniers d'espèces clés, en relation avec la présence et les habitats humains; ils doivent évaluer l'efficacité de la protection dans les réserves de forêt; identifier les zones concernées par des problèmes de conservation (par exemple les zones à fort impact humain, ou les zones de concentration de la faune); donner une base pour suivre les changements écologiques et les activités humaines.

Ce chapitre décrit en détail la méthode du transect linéaire pour les recensements animaux (méthode qui consiste à faire des observations depuis une ligne droite tracée dans la forêt) et décrit la manière de récolter des informations complémentaires sur la végétation et les activités humaines, qui aideront à l'interprétation des résultats. D'autres méthodologies seront également décrites (comptages ponctuels, marches de reconnaissance, recensements par balayages et suivi de bayes). La méthode ci-dessous décrit la façon de collecter des données pour des groupes spécifiques comme les mammifères et les oiseaux de taille moyenne à grande. Nous nous attachons particulièrement aux grands mammifères, car ces animaux sont la préoccupation majeure de nombreux chercheurs et gestionnaires en forêt pluviale africaine, mais les techniques décrites peuvent s'adapter à d'autres groupes comme les grenouilles ou les papillons.

#### **Recensements généraux de zones peu connues: l'utilisation des transects linéaires pour recenser les animaux**

La meilleure méthode de recensement pour les grandes zones de forêt pluviale tropicale est l'utilisation de transects linéaires (par exemple, Barnes & Jensen, 1987, Buckland et al., 1993, Tutin & Fernandez, 1984). Elle est fréquemment utilisée pour recenser et suivre les populations animales en forêt pluviale africaine.

#### **Pourquoi se focaliser sur les grands mammifères?**

Les recensements effectués en forêt africaine concernent souvent les grands mammifères, comme les éléphants, les singes et les céphalophes. Cela est dû à plusieurs raisons:

- quand elles sont particulièrement touchées par la chasse, ces espèces sont des indicateurs de l'intégrité globale et du stade de conservation d'une zone;
- plusieurs espèces sont d'une grande importance nationale ou internationale pour la conservation;
- leur popularité implique que des animaux comme les éléphants ou les gorilles peuvent être utilisés comme "espèces phare" par les conservateurs de la nature, pour générer des financements pour des activités de conservation;
- leurs signes ou elles-mêmes sont très visibles;
- des méthodes applicables à un grand nombre d'utilisateurs et de situations ont été développées.

Les travaux pionniers de Tutin et Fernandez (1984 - gorilles et chimpanzés) et de Barnes et al. (par exemple 1991 - éléphants) se sont concentrés sur une ou deux espèces, à une échelle nationale. Des recensements plus récents ont eu tendance à essayer de collecter des données sur des espèces aussi diversifiées que possible, ce que vous devrez essayer de faire quand cela est possible et approprié. Quand vous aurez défini vos questions de recherche et la méthodologie que vous allez utiliser, vous devrez entreprendre un recensement préliminaire. Mais même avant de le commencer, vous devez réfléchir attentivement à la façon de stratifier votre zone d'étude, car cela influencera la façon dont vous procéderez.

#### **STRATIFICATION**

La première chose à entreprendre est la division de votre zone en strates (voir chapitre 5 pour plus de détails). Les densités d'éléphants sont très influencées par l'activité humaine (par exemple, Barnes et al., 1991; Fay, 1991; Hall et al., sous presse - voir encart 5.2), il est probable que les autres grands mammifères suivent également cette tendance. La localisation et l'intensité des activités humaines seront donc un des facteurs principaux de stratification, sous plusieurs formes:

- localisation des zones d'installation humaine (parfois loin des routes);
- zones d'activités " extractives " telles que recherche minière (or), chasse commerciale, exploitation du bois, ou zones proches;
- routes actives ou abandonnées, ou pistes utilisées par l'homme pour les déplacements entre centres de population;
- zones d'installations humaines abandonnées où une ancienne végétation secondaire peut provoquer des densités accrues de gorilles, éléphants et quelques autres espèces (Barnes et al., Tutin & Fernandez, 1984);

Enfin, il est nécessaire de tenir compte pour la stratification des principaux types de forêts, tels que peuplements monodominants, forêts mixtes, collines, savanes, grands marécages, grandes vallées, car ces facteurs naturels influencent également les densités, distribution et migrations des animaux.

En règle générale, vous devez essayer de:

- a) stratifier en fonction des **densités humaines**, en échantillonnant au hasard dans des bandes parallèles ou concentriques de 10 km de large s'éloignant des zones de peuplement, d'activités humaines et des routes d'accès.
- b) dans chaque bande, il faut échantillonner dans chaque type de végétation, dont la végétation secondaire;
- c) il faut s'assurer d'une bonne couverture géographique en échantillonnant dans toutes les zones intéressantes, autant que possible.
- d) échantillonner chaque strate en fonction de la densité attendue (déterminée durant une étude pilote). Ainsi, s'il y a deux strates dans votre zone d'étude, une avec une densité attendue double de l'autre, vous devez prévoir d'ouvrir deux fois plus de transects dans celle qui a une plus forte densité.

Il faut de bonnes connaissances générale pour établir les strates en utilisant ces critères. Si possible, des cartes, photographies aériennes ou images satellites doivent être consultées. De vieilles cartes peuvent indiquer la localisation de pistes et de villages abandonnés depuis longtemps. Si ces aides sont de qualité médiocre ou si vous n'en avez pas, alors un travail préliminaire devra permettre de collecter les informations nécessaires. De plus, pendant un recensement, il faut noter les caractéristiques de la zone, telles que types de végétation ou signes d'activités humaines, qui permettront un affinement de la stratification (voir ci-dessous).

Une fois qu'une stratification (préliminaire) a été faite, les transects doivent partir d'un point choisi au hasard dans chaque strate, puis parcourir cette strate. Ils doivent couper les cours d'eau principaux pour échantillonner une proportion représentative de tous les types de végétation (Norton-Griffith, 1978).

### **Recensement préliminaire**

Avant de commencer un programme de recensement intensif ou à grande échelle, vous devez essayer d'obtenir autant d'informations que possible sur la zone d'étude et l'espèce (ou le groupe d'espèces) que vous étudiez. Vous devrez ensuite faire un recensement préliminaire dans votre zone d'étude, pour mieux la connaître, et pour tester les méthodes que vous allez utiliser, ainsi que pour vous familiariser avec elles. Cela nécessite de discuter avec des gens qui ont une bonne connaissance de la zone ou des espèces, ainsi que de faire des reconnaissances en forêt, généralement avec un guide, en suivant des pistes ou des sentiers existants (voir encart 13.2).

### **Détails pratiques**

#### ***Comment ouvrir un transect?***

Pour ouvrir un transect, il faut être deux, dont une personne qui sache se servir d'un compas de relèvement. Choisissez un point de départ. Coupez un bâton qui, quand il est planté dans le sol, arrive à hauteur des yeux. Placez le compas de relèvement sur le bâton, orienté dans la bonne direction, de façon à pouvoir viser sans le tenir. Un assistant, l'ouvreur, trace alors un sentier depuis le compas, dans le bon cap, en coupant un **minimum** de végétation, suffisamment cependant pour que le suivant puisse emprunter le transect. Les personnes non habituées coupent généralement beaucoup trop de végétation, ralentissant la vitesse de déplacement et augmentant l'impact écologique du transect (voir encart 13.2.). **Les ouvriers doivent donc être surveillés attentivement par la personne responsable du compas** (Figure 13.3). A chaque fois que l'ouvreur dévie du cap, la personne responsable du compas doit immédiatement lui crier la correction (droite ou gauche). Cette personne doit être très stricte car les ouvriers ont tendance à dévier pour emprunter des pistes tracées par des animaux, approximativement dans la même direction que le transect. Cela donne des résultats biaisés (voir encart 13.3.). Quand l'ouvreur devient difficile à voir, la personne responsable du compas doit lui dire de s'arrêter, contrôler qu'il est sur le bon cap et le rejoindre avec le compas et le bâton (l'ouvreur ne doit pas bouger pendant ce temps-là).

**ENCART 13.1: RECENSEMENT DE *CERCOPITHECUS SCLATERI* DANS LA REGION DU DELTA DU NIGER AU NIGERIA**

En 1902, un jeune singe mâle d'apparence inhabituelle, que l'on disait originaire du Bénin, fut donné au zoo de Londres. Il fut reconnu comme appartenant à une nouvelle espèce et décrit sous le nom de *Cercopithecus sclateri*. Aujourd'hui, tout ce que l'on connaît sur l'habitat naturel de l'espèce vient d'un spécimen de musée collecté en 1934, venant d'une "région de vergers buissonnants" dans le Département d'Okigwi, Province d'Owerri, au Nigeria, entre les fleuves Niger et Cross. En 1982, John Oates et Pius Anadu remarquèrent un singe correspondant à la description de *C. sclateri* dans un enclos du zoo de Port Harcourt. Une tentative pour retrouver une population survivante de cette espèce fut faite en 1987 (Oates et al., 1992). Oates, Anadu et Lee White allèrent à Okigwe (nom actuel d'Okigwi), où ils trouvèrent un paysage densément peuplé par l'homme, sans végétation de forêt pluviale, l'habitat présumé de *C. sclateri*. Ils étendirent graduellement leur zone de recherche et allèrent jusqu'au delta du Niger.

Arrivés dans la végétation de forêt, John Oates et ses collègues utilisèrent une technique d'interviews pour essayer d'estimer si les populations locales, et particulièrement les chasseurs expérimentés, connaissaient *C. sclateri*. Il faut être prudent quand on interroge les gens, car ils sont enclins à donner des informations trompeuses, soit parce qu'ils veulent faire plaisir et donnent l'information qu'ils pensent que vous voulez entendre, soit parce qu'ils se méfient de vos intentions et essayent intentionnellement de vous tromper (voir chapitre 5).

John prenait tout d'abord contact avec le chef du village et les anciens, et offrait des noix de cola en signe de respect et d'amitié. Il expliquait ensuite son intérêt pour les singes en général, et demandait s'il y avait des chasseurs dans le village capables de lui décrire les différentes sortes de singes existant dans la région. Une fois que les chasseurs avaient été appelés, John commençait à les questionner. Dans un petit village près du Lac Oguta, dans l'état d'Imo, l'interview se passa de la façon suivante: John demanda tout d'abord aux chasseurs de nommer tous les singes qu'ils connaissaient dans leur langue, l'igbo. John et Pius avaient une grande expérience du travail dans la région (Pius parlait l'igbo) et connaissaient les noms vernaculaires des différentes espèces de singes. Cependant, cette fois-là, un nouveau nom, *amina*, fut donné et les intrigua. Après avoir fait une liste des noms, ils posèrent d'autres questions sur les singes. Lesquels étaient les plus grands, les plus petits? Quelle était la couleur de leur fourrure? Avaient-ils des dessins particuliers sur la tête? Toutes ces informations sont connues des chasseurs attentifs, et peuvent donc servir pour évaluer leurs connaissances ainsi que pour savoir à quelle espèce correspond quel nom vernaculaire. Au grand plaisir de l'assemblée, John demanda alors à un chasseur d'imiter les cris de différents singes. Le chasseur qui avait le plus de connaissances était timide: pour briser la glace, John imita le cri de l'espèce la plus commune, qu'il savait avoir été bien décrite. L'assemblée éclata de rire, mais confirma qu'il avait bien imité un mone. Le chasseur, fier de savoir qu'il pouvait imiter le singe mieux que John, poussa le cri de cette espèce. Pour les espèces qui n'avaient pas été décrites de façon convaincante, John commença à poser des questions plus précises, jusqu'à ce qu'il soit sûr de l'identité de toutes les espèces sauf *amina*. Il posa de nombreuses questions sur cette espèce, qui semblait assez rare, mais pouvait être observée dans une forêt marécageuse distante de quelques heures de marche du village.

John conclut l'interview en demandant si l'abondance des singes avait varié ces dernières années, s'ils constituaient une viande recherchée, et s'il y en avait que les gens ne mangeaient pas. Enfin, quand l'interview fut terminée, il montra aux villageois assemblés des illustrations de singes dans un guide des mammifères et demanda s'ils pouvaient reconnaître certains de ceux qu'ils avaient nommés. Certains chasseurs sont doués pour cela, mais la plupart n'ont pas l'habitude de voir des illustrations et reconnaissent souvent des espèces qui ne peuvent exister dans leur région comme étant communes autour de leurs villages. Vous seriez certainement surpris de voir combien de chasseurs identifient des lémuriens de Madagascar comme vivant dans le delta du Niger.

John et Pius revinrent plus tard dans le village en question et furent emmenés voir les *aminas*, qui étaient effectivement des *C. sclateri*, comme ils l'avaient supposé. Depuis ce temps, eux et leurs collègues ont trouvé plusieurs populations, et Lodewijk Werre, un des étudiants en thèse de John, utilise maintenant des transects linéaires pour estimer les densités de *C. sclateri* dans certaines parties du delta.

### ENCART 13.2: SUR LES DANGERS DES RECENSEMENTS PAR TRANSECTS LINÉAIRES

Bien que les transects soient un moyen efficace d'obtenir des données, vous devez garder à l'esprit qu'ils peuvent aussi avoir un impact négatif sur le milieu que vous voulez étudier ou protéger. **Ces considérations doivent être prises en compte en préparant un recensement et en choisissant de faire des transects linéaires ou des marches de reconnaissance.** Parmi les conséquences négatives des transects linéaires, on peut citer:

- en pénétrant dans des régions reculées et peu connues, vous pouvez montrer aux chasseurs locaux le chemin de zones où ils n'avaient jamais pénétré auparavant;
- quand vous n'êtes plus là, vos transects risquent d'être empruntés par des chasseurs qui peuvent tuer les animaux que vous voulez recenser;
- dans les forêts de lianes, l'ouverture d'un transect étroit peut avoir des effets disproportionnés sur la forêt, car le fait de couper une seule liane peut tuer une grande partie de la canopée au-dessus. Assurez-vous que vos ouvriers savent qu'ils doivent avancer en coupant un minimum, et qu'ils doivent éviter de couper les jeunes arbres et les lianes autant que possible;
- les ouvriers de transects non entraînés font souvent de grosses blessures sur les arbres, ce qui permet parfois aux infections de s'établir, causant éventuellement la mort de l'arbre. Cela doit être évité, surtout si vous voulez faire des suivis botaniques sur votre transect.

Au cours d'une étude entreprise dans le parc national de Nouabalé-Ndoki dans le nord du Congo, une équipe de chercheurs a ouvert une série de 20 transects parallèles et d'itinéraires de reconnaissance (voir plus loin dans ce chapitre). Ils ont ensuite compté le nombre de tiges coupées dans quatre types de végétation différents le long des transects et des itinéraires, et ont montré que les transects provoquaient toujours au moins quatre à cinq fois plus de dégâts que les marches de reconnaissance, quels que soient les types de végétation et de plantes. Dans la végétation dense, 12,9 tiges étaient coupées pour chaque mètre de transect, contre 1,5 pour la même longueur de marche de reconnaissance. Ces itinéraires causaient moins de dégâts dans la végétation et étaient beaucoup moins visibles, ce qui réduisait les possibilités qu'ils soient utilisés par les braconniers.

### ENCART 13.3: SUR LA THÉORIE DES TRANSECTS ET LES PROBLEMES COURANTS

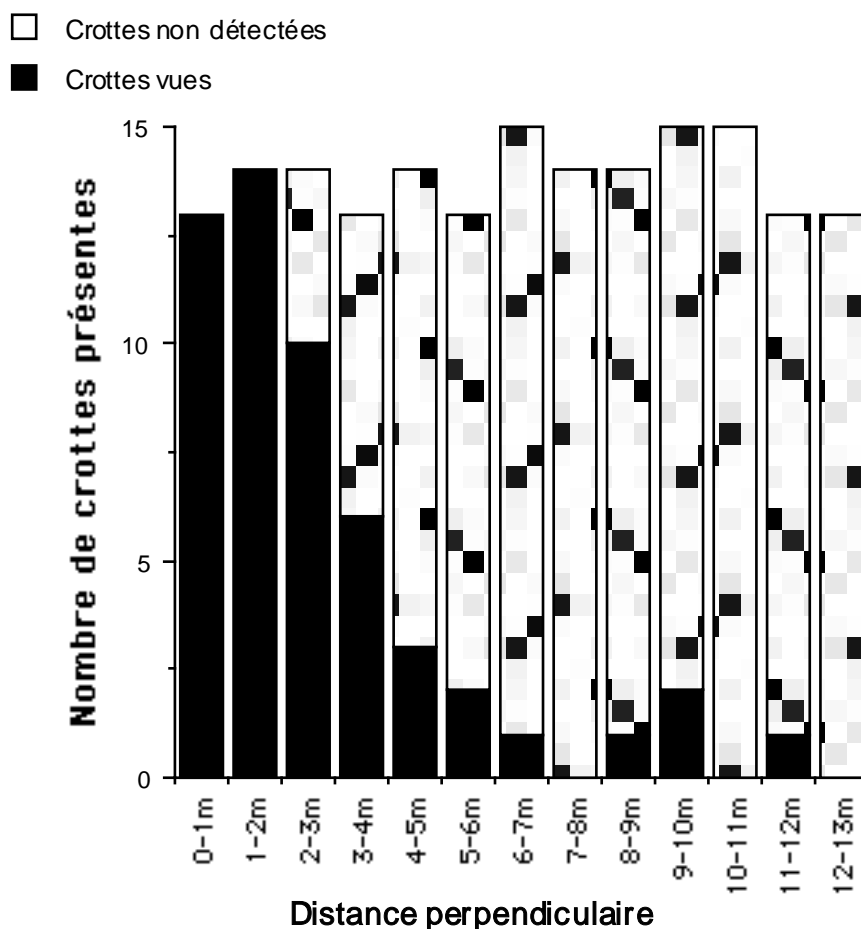
**Théorie des transects linéaires: distance de visibilité (fall-off distance) et largeur efficace (effective strip width)**

L'échantillonnage par transect linéaire est basé sur l'hypothèse que la probabilité de détecter un animal, un nid ou une crotte décroît avec la distance à l'axe de déplacement. Plus simplement, vous avez plus de chances de voir un tas de crottin d'éléphant à vos pieds qu'un autre situé à 12 m de votre transect, caché dans une végétation luxuriante. La probabilité de voir des objets à des distances différentes dépend de la végétation que vous traversez: sur une piste d'exploitation dépourvue de végétation vous pouvez voir un éléphant à 300 m, tandis que dans une forêt à Marantacées dense, vous pouvez passer à 5 m d'un éléphant au repos sans le voir. Cela est résumé dans la figure B13.1.

**Figure 13.3. Utilisation d'une boussole pour diriger un assistant de terrain.**



**Figure B13.1:** fréquence de crottes d'éléphants comptées et non détectées au cours d'un recensement par transect linéaire en forêt pluviale. Les crottes non détectées sont les crottes trouvées par une équipe après le recensement dans la zone.



L'analyse par transects linéaires permet de calculer la densité des objets comptés en utilisant des distances perpendiculaires pour estimer une fonction décrivant la probabilité de voir une crotte à une distance donnée de la ligne de transect. On pourrait estimer la densité en utilisant uniquement les données obtenues à une distance proche du transect, pour laquelle tous les objets ont été détectés (Kelker, 1945). Ces distances peuvent être obtenues grâce à un histogramme comme celui de la figure B13.1: ces histogrammes donnent la distance au-delà de laquelle le nombre d'objets détectés par catégorie de distance diminue, appelée distance de visibilité (fall-off distance)). Cependant, cette méthode implique qu'une proportion significative des données collectées (toutes les données obtenues au-delà du point où l'efficacité d'observation diminue (distance de visibilité)) soit écartée, ce qui est une méthode peu rentable d'utiliser des informations difficilement obtenues. D'autres méthodes utilisent ces données pour calculer une "largeur efficace" (effective strip width), où le nombre d'objets passés inaperçus près du transect est équilibré par le nombre de ceux qui ont été vus au-delà (Gates, 1979). Une méthode simple pour calculer la largeur efficace, qui ne demande pas l'utilisation d'un ordinateur pour faire les calculs, est décrite dans l'encart 13.6. D'autres méthodes statistiques plus rigoureuses nécessitent des calculs complexes et sont décrites en détail par Buckland et al. (1993).

Un programme informatique appelé Lopes, écrit par Peter Walsh, a été développé pour permettre aux utilisateurs de ce manuel d'entreprendre de telles analyses. S'il n'était pas joint à votre manuel, vous pouvez l'obtenir gratuitement auprès du Programme Afrique de la Wildlife Conservation Society. Un autre logiciel plus complexe, appelé DISTANCE, peut aussi faire ces analyses (Laake et al., 1993). Il peut être obtenu gratuitement auprès de:

The Colorado Cooperative Fish & Wildlife Research Unit, 201 Wagar Building, Colorado State University, Fort Collins, Colorado 80523, U. S. A.



Trois conditions doivent impérativement être vérifiées pour obtenir des estimations de densités fiables avec un échantillonnage par transect linéaire:

- 1) Les objets sur le transect sont tous détectés. Cela signifie qu'aucun objet tombant sur la ligne centrale n'est oublié. Cette condition est généralement facile à remplir pour les objets au sol, mais assurez-vous de chercher attentivement les singes et les nids dans les arbres directement au-dessus de votre tête, car il est facile de les manquer, ce qui peut biaiser vos données (voir figure B13.2).

- 2) Les objets sont détectés à leur emplacement initial. Cela est évident pour les traces, mais si votre animal d'étude vient vers vous pour voir ce qui se passe, ou s'il vous évite en fuyant, vos données peuvent être biaisées (voir figures B13.2 et B13.3).

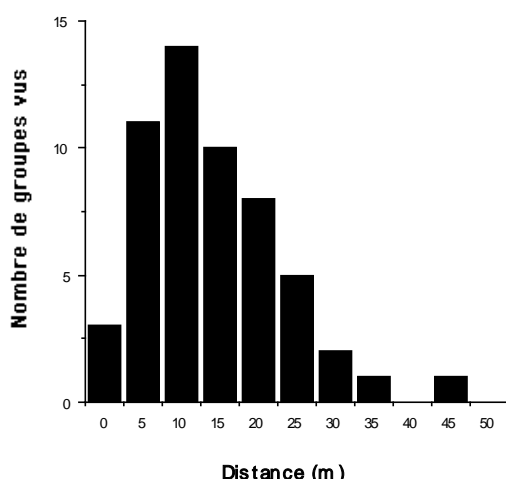
- 3) Les mesures sont exactes. Si vos mesures ne sont pas faites précisément en utilisant un mètre (ou un autre instrument), vos estimations pourront être biaisées et manqueront de précision. Notez toujours les données aussi précisément que possible. Bien que pour des besoins de démonstration et dans l'analyse simple décrite dans l'encart 13.6, les données soient groupées en catégories de distance, les modèles statistiques sont moins puissants si les données sont groupées. Par exemple, si une crotte d'éléphant est à 92 cm de la ligne centrale, assurez-vous de noter 92 cm et non 1 m pour la distance perpendiculaire.

Une erreur fréquemment commise par les observateurs inexpérimentés est de noter comme "0 m" toutes les distances à moins d'un mètre du transect (car ces distances sont comprises dans la zone coupée), et de ne mesurer que les distances supérieures à 1 m (zone non coupée). **Cela est faux et peut avoir un fort impact négatif sur la précision des estimations de densité.**

De plus, quand les distances sont estimées, le fait d'arrondir est un problème fréquent. Les observateurs ont tendance à estimer les distances en nombres arrondis pratiques comme 0, 5, 10, 50 ou 100, et notent rarement des nombres comme 3, 4, 7, 8, 11, 19, 49 ou 101. Une manière d'éviter ce problème est de décider où sont la ligne médiane du transect et le centre de l'objet à mesurer avant de regarder votre mètre.

Un autre problème posé par l'estimation des distances est que les observateurs sur- ou sous-estiment souvent systématiquement, introduisant un biais permanent. **Mesurez toujours les distances si possible. Si cela est impossible, testez votre précision à intervalles réguliers en estimant des distances puis en les mesurant.** Cela peut être un exercice d'équipe très utile, avec un petit prix pour le meilleur observateur. Faites un graphique de vos distances estimées en fonction des distances réelles et vérifiez qu'il n'y a pas de biais systématique.

**Figure B13.2:** distribution typique des observations si les objets sur la ligne centrale sont fréquemment oubliés (par exemple, les primates directement au-dessus de l'observateur s'immobilisent et ne sont pas vus), ou si les animaux sur le transect s'enfuient avant d'être vus. En résultat, il y a moins d'observations que prévu dans les deux premières catégories de distance. Cela est également un problème courant pour les comptages ponctuels car les oiseaux s'éloignent de l'observateur.

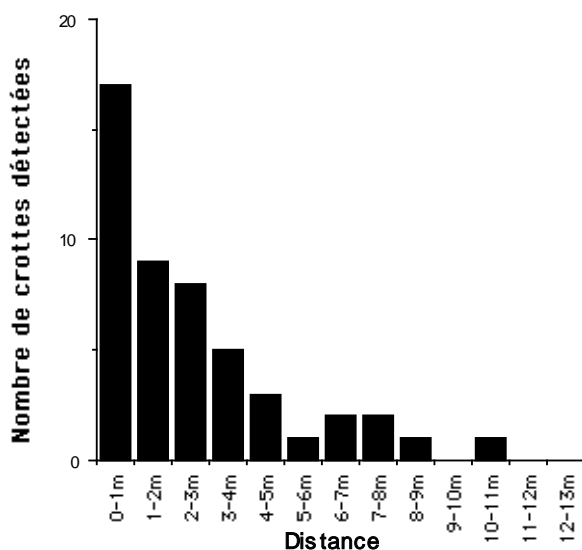


#### Des transects mal ouverts peuvent biaiser les estimations de densités

Un autre problème courant est le fait qu'en traçant un transect dans un sous-bois dense, des ouvriers non entraînés ont tendance à dévier du cap pour emprunter des pistes d'animaux plus pratiques ayant à peu près la même direction. Les personnes chargées de la boussole doivent être formées à ramener les ouvriers dans le droit chemin dès qu'ils commencent à dévier. Si les ouvriers dévient fréquemment sur des pistes d'animaux, cela pourra donner une plus grande proportion d'objets détectés sur la ligne centrale que si le cap avait été bien suivi (figure B13.3). Cela ne sera pas très important pour les recensements de primates, pour lesquels une déviation

d'environ 1 m aura peu d'influence sur les distances notées, mais pour les comptages de crottes, cela peut conduire à des biais importants. Le résultat est le même si des transects permanents sont adoptés par des animaux.

**Figure B13.3:** Distribution typique des observations si le transect suit (malencontreusement) des pistes d'animaux, ce qui résulte en un plus grand nombre de crottes notées sur ou près de la ligne centrale. Si les animaux adoptent un transect répété comme piste et y défèquent, ou si les animaux viennent vers la ligne centrale pour voir l'observateur, la même distribution biaisée des observations en résultera.



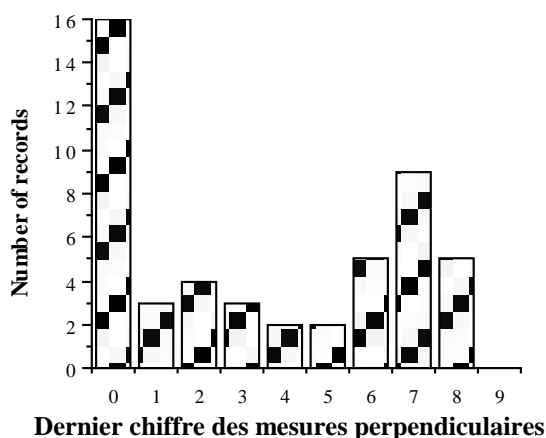
#### Quelques trucs pour vous éviter de tomber dans ces pièges

Mesurez toujours la distance perpendiculaire au centimètre près, même si ces mesures seront arrondies plus tard car ce niveau de précision n'est pas réaliste.

Contrôlez vos mesures (ou celles de votre équipe) en regardant le dernier chiffre des distances perpendiculaires mesurées. S'il y a une plus grande proportion de mesures se terminant par 0 ou par 5, les observateurs n'ont pas bien lu les mesures (voir figure B13.4).

**Figure B13.4:** Fréquence relative des derniers chiffres de 49 mesures de distances perpendiculaires de crottes d'éléphants pendant un stage de formation dans le complexe de Gamba. Remarquez le nombre disproportionné de mesures se terminant par un 0, et le fait qu'il y a très peu de mesures se terminant par 1, et aucune se terminant par 9: il y a une erreur significative.

Nombre de mesures



Observez les valeurs entre 0 et 1 m pour les comptages de crottes. S'il y a beaucoup plus de mesures notées 0 cm que de mesures entre 1 et 99 cm, et en particulier s'il n'y a pas de mesures entre 0 et 50 cm, les observateurs ont marqué les objets situés dans la partie coupée du transect comme étant sur la ligne médiane. Représentez graphiquement les distributions de fréquences des distances perpendiculaires mesurées par vous ou votre équipe, comme cela est décrit dans l'encart 13.6, pour vérifier qu'elles ne se rapprochent pas des tendances montrées par les figures B13.2 et B13.3.

**Un transect droit et bien coupé est crucial pour obtenir de bonnes données.** La méthode décrite ici a été testée et essayée dans de nombreuses circonstances, et donne toujours de bons résultats quand la personne

responsable du compas est bien formée. D'autres méthodes, comme choisir un arbre cible sur le cap compas, puis aller vers lui sans regarder la boussole, produisent invariablement de légères déviations.

### **Transects permanents ou utilisés une fois?**

En préparant votre travail, vous devrez choisir entre l'utilisation de beaucoup de transects une seule fois ou d'un (ou plusieurs) plusieurs fois. Votre décision dépendra des animaux que vous voulez recenser et des buts de votre étude. Par exemple, Tutin et Fernandez (1984) ont utilisé de nombreux transects une seule fois durant leur recensement national des gorilles et des chimpanzés d'après les comptages de nids, car ils voulaient un chiffre global pour tout le Gabon. Ils n'ont jamais eu besoin ni eu les capacités logistiques d'utiliser des transects plusieurs fois. Par contre, George Whitesides (1987) a choisi d'utiliser un transect permanent pour recenser les petits singes sur Tiwai Island en Sierra Leone, car une droite était suffisante pour échantillonner tous les types d'habitats de sa zone d'étude. De plus, s'il avait choisi des transects utilisés une seule fois, le bruit de coupe aurait fait fuir les singes qu'il devait recenser. Son transect était gardé ouvert, pour qu'il puisse le parcourir discrètement et compter les singes avant qu'ils ne le détectent et s'enfuient.

En règle générale, si vous prévoyez de faire des comptages directs d'animaux comme les singes ou les caoas, des transects permanents bien entretenus dans de petites zones sont probablement plus pratiques. Mais si vous voulez compter des signes comme les crottes et les nids (qui ne s'enfuient pas quand vous vous approchez), et en particulier si vous voulez recenser une grande zone, les transects parcourus une fois sont sans doute la meilleure option. Bien entendu, il peut être intéressant d'adopter les deux stratégies, en faisant des comptages répétés sur un ou plusieurs transects facilement accessibles depuis le camp, et en parcourant plusieurs transects une seule fois dans des zones plus reculées. Si vous décidez d'utiliser des transects permanents, ils pourront aussi permettre de faire des travaux botaniques, pour chercher des corrélations entre les types de végétation et les densités ou les mouvements des animaux.

### **Quel type d'informations collecter?**

Les informations que vous déciderez de récolter dépendent évidemment des questions auxquelles vous voulez répondre. Cependant, pour chaque question, il peut y avoir plusieurs sortes d'informations à collecter. Pour une espèce donnée, plusieurs méthodes de recensement sont possibles: par exemple (cf. plus bas), le nombre de chimpanzés peut être estimé en utilisant l'observation directe des groupes, en comptant les nids, les crottes, et/ou en notant la fréquence de leurs empreintes et de leurs pistes. De plus, la fréquence des signes d'activité humaine ou le type de végétation peuvent avoir un impact direct sur le nombre de chimpanzés: il est donc important de noter ces informations en même temps, ou d'entreprendre un second recensement sur le même transect plus tard. Il est difficile de dire quelles informations doivent être recherchées, car cela dépend des objectifs de l'étude et de la densité des animaux. Par exemple, dans une zone de chasse importante, vous pouvez ne jamais voir de potamochères *Potamochoerus porcus*, mais vous pouvez occasionnellement trouver des crottes ou des traces qui pourront être utilisées comme indices d'abondance; dans une zone où la pression de chasse est basse, vous pouvez voir des groupes de potamochères suffisamment souvent pour estimer les densités par des observations, et il peut y avoir tellement de traces qu'il serait beaucoup trop long de noter chaque empreinte et chaque crotte.

### **Quelle taille d'échantillon?**

En règle générale, vous devez tenter d'obtenir un minimum de 60-80 rencontres sur vos transects si vous voulez faire des estimations de densité. Une courte étude pilote peut servir à estimer la longueur de transect nécessaire pour vous donner ce minimum.

### **Quelle longueur de transect?**

Il n'y a pas de réponse toute faite pour cette question. Il doit y avoir un compromis entre le nombre de transects parcourus et le nombre de rencontres par transect. En augmentant le nombre de transects dans votre zone d'étude, vous augmentez les chances que votre échantillon soit représentatif de la densité réelle (augmentation de la précision - cf. chapitre 5). En ouvrant de plus longs transects, et donc en augmentant le nombre de rencontres par transect, la variance de votre échantillon sera réduite. Si vous travaillez dans une zone reculée, il est plus pratique de faire un faible nombre de longs transects, car vous perdrez moins de temps à aller d'un transect à l'autre.

### **Qui doit parcourir les transects?**

Pour obtenir des données valables sur un transect, un chercheur ou une équipe de chercheurs doivent pouvoir:

- 1) Identifier avec fiabilité les animaux vus et entendus;
- 2) Identifier avec fiabilité les signes divers laissés par les animaux;
- 3) Suivre un transect, et connaître les localités le long de ce transect;
- 4) Identifier les types d'habitats;
- 5) Noter avec fiabilité les informations;

7) Effectuer tout ce qui précède en marchant lentement, silencieusement et attentivement sur de longues distances.

### **Combien de personnes doivent parcourir les transects en même temps?**

Le nombre de personnes qui doivent parcourir un transect en même temps dépend du type de transect, permanent ou utilisé une seule fois, du nombre d'espèces animales recensées en même temps, et des autres informations collectées. Si vous effectuez un recensement d'éléphants par comptage de crottes, un seul observateur peut récolter toutes les informations nécessaires. Par contre, si vous préparez un recensement de grands mammifères, en prenant des données sur plusieurs espèces, plusieurs observateurs seront nécessaires, chacun ayant une tâche particulière. Par exemple, trois observateurs peuvent diviser leurs tâches comme suit:

- Observateur 1: crottes et signes;
- Observateur 2: nids de grands singes;
- Observateur 3: signes d'activité humaine, topographie et végétation.

Les pisteurs locaux sont généralement habiles pour repérer les traces, mais ont souvent du mal à se concentrer longtemps, ce qui donne des résultats de qualité variable. Toutes les personnes qui notent les données doivent avoir une expérience de la recherche de traces: travailler dans de telles équipes est un bon exercice de formation. Certaines traces humaines sont plus facilement repérées par la personne qui ouvre le transect. Elle doit donc être formée pour attirer l'attention des chercheurs sur les vieilles coupes de la végétation et autres signes.

Les transects permanents, une fois qu'ils sont établis, sont parcourus de préférence par un ou deux observateurs. Si possible, les données doivent être collectées par la même personne ou équipe à chaque fois que le transect est parcouru de nouveau.

Sur les transects suivis une seule fois, les "ouvriers" passent en premier pour créer le transect en coupant la végétation. Si la logistique le permet, il est idéal pour la collecte de données que l'équipe d'observation passe quelques jours plus tard, quand les dérangements causés par l'ouverture du transect sont passés, pour que les données d'observation directe et de signes puissent être récoltées. Dans ce cas, envoyez une personne (ou une équipe) chargée d'observer en premier, suivie par une personne (ou une équipe) chargée de noter les données. Cependant, cette méthode n'est généralement pas possible, et l'ouverture du transect se fait souvent en même temps que le recensement.

Les porteurs doivent se déplacer en dernier: on peut les laisser nettoyer le campement après le petit déjeuner, et rejoindre l'équipe de recherche vers la fin de la journée pour préparer le campement suivant.

### **Heure du jour ou de la nuit:**

Il est préférable de parcourir les transects quand les animaux sont le plus actifs, car c'est alors qu'on les voit et qu'on les entend le plus facilement. On recense donc les petits singes, les oiseaux et les céphalopodes plutôt en début de matinée, entre le moment où il y a assez de lumière pour voir les animaux et celui où la chaleur de la mi-journée les rend plus discrets. Les animaux peuvent aussi être recensés en fin d'après-midi, quand ils redeviennent actifs. Quand vous comptez les animaux (mais pas les signes d'animaux), parcourez les transects à la même heure chaque jour.

Les périodes d'activité des animaux nocturnes sont plus variables que celles des animaux diurnes, car elles peuvent être très affectées par les phases de la lune, ainsi que par l'heure. Il faut donc parcourir les transects de nuit à toutes les périodes: début de nuit, milieu de nuit, et tôt le matin avant le lever du soleil, ainsi qu'à différents moments du cycle de la lune.

### **Période de l'année:**

Un transect parcouru à différentes saisons donnera des résultats différents. Cela est vrai en particulier pour les animaux qui migrent d'une zone vers une autre à la recherche d'eau ou de nourriture. Là où l'on sait que les animaux effectuent des migrations saisonnières, il est important de parcourir les transects à différentes saisons, pour connaître ces changements de distribution et d'abondance saisonnières. Si vous voulez comparer les résultats de différentes zones, les transects de toutes ces zones doivent être parcourus à la même saison (voir encart 13.4.).

Les variations entre saison sèche et saison humide peuvent avoir un effet important sur la quantité et la qualité des signes visibles. Par exemple, les crottes, les nids et les terriers peuvent disparaître plus vite pendant la saison humide que pendant la saison sèche, mais la chute des feuilles pendant la saison sèche peut couvrir les signes d'animaux. Les empreintes sont généralement plus visibles dans la boue humide de la saison des pluies, mais elles peuvent disparaître quotidiennement avec chaque grosse pluie.

Si vous voulez recenser des animaux ou des signes seulement une fois par an, il faut toujours le faire à la même saison chaque année.

**Conditions météo:**

Il est impossible de recenser des animaux quand il pleut ou quand il y a un vent fort, car le bruit de l'eau sur les feuilles ou celui des branches qui bougent couvrent celui des animaux.

**Recommandations pour l'observation des animaux sur les transects**

Un transect doit être parcouru à une vitesse de 1 km/h pour les recensements d'après des observations, et environ la moitié de cette vitesse pour les comptages de nids et de crottes.

Arrêtez-vous pour écouter les animaux tous les 50 à 100 m. Cela vous aidera à entendre les animaux avant qu'ils ne vous entendent.

Ne fumez pas et ne parlez pas trop fort en parcourant un transect.

Ne quittez pas la piste pour suivre un animal ou compter des animaux hors de vue. Le fait de quitter la piste est contraire aux hypothèses des recensements par transect et peut modifier les résultats.

On peut quitter le transect pour mesurer une distance perpendiculaire, ou pour étudier des trouvailles rares, telles qu'un animal tué par une panthère, mais il est alors préférable d'avancer d'abord sur le transect de 10 à 20 m pour faire des observations, puis de revenir ensuite sur ses pas pour sortir du transect. Si vous collectez des informations en dehors du transect, indiquez-le clairement dans vos notes. Retournez sur le transect pour continuer le recensement dès que possible.

Le même animal (ou groupe d'animaux) ne doit pas être recensé deux fois sur le même transect, même s'il part devant l'observateur. Si vous pensez qu'il peut s'agir du même animal, dites-le dans vos notes.

**EQUIPEMENT NECESSAIRE**

L'équipement nécessaire pour les recensements sur transect linéaire est assez simple:

- pour les transects éloignés du camp de base, vous aurez besoin du matériel de camping et de la pharmacie habituels, des cartes de la zone et de suffisamment de nourriture;

- boussole;
- montre;
- altimètre;
- clinomètre;
- carnet et fiches de prise de données;
- jumelles;
- crayons, stylos à bille, gommes etc.
- topofil et fil;
- mètre;
- GPS;
- sécateur ou machette;
- presse à plante légère;
- lampe torche;
- série de sachets et de bouteilles pour conserver les spécimens;
- marqueur;
- ruban coloré.

**Recensement de grands mammifères et d'oiseaux en utilisant des signes indirects de leur présence**

En forêt pluviale, les animaux sont souvent difficiles à observer à cause de la densité de la végétation. De plus, les déplacements sur un transect pendant les recensements sont généralement bruyants, ce qui fait fuir les animaux avant qu'on puisse les observer. Cependant, la majorité des animaux laisse beaucoup de signes de leur présence, comme les crottes, les nids ou les traces, qui sont souvent beaucoup plus faciles à quantifier que les animaux eux-mêmes (ils ne s'enfuient pas et sont beaucoup plus nombreux que les animaux). Pour cette raison, on décide souvent de compter les signes des animaux.

**ELEPHANTS**

Les éléphants sont souvent considérés comme une priorité de recherche pour plusieurs raisons:

- ils ont été dans beaucoup d'endroits la cible des braconniers, à cause de la valeur de leur ivoire (et dans une moindre mesure de leur viande), et sont souvent une des premières espèces de mammifères à être chassés jusqu'à disparition locale; ils sont donc un bon indicateur de la pression de chasse et de la pression humaine en générale (Barnes et al., 1991);
- ils sont un pôle d'attraction essentiel pour les touristes, donc une connaissance accrue des migrations saisonnières ou des densités relatives dans différentes parties de la zone protégée peut aider à l'observation touristique des éléphants et générer des rentrées d'argent pour un parc;
- ils sont réputés être une des principales espèces à ravager les récoltes en de nombreux endroits en Afrique forestière, ce qui provoque un conflit entre les équipes de gestion des aires protégées et les populations vivant dans et autour des parcs;

- ils jouent un rôle écologique clé dans les forêts africaines, en dispersant les graines de nombreuses plantes, en ouvrant des clairières dans la forêt autour des salines, en tuant les arbres et les lianes dont ils mangent l'écorce, ou en les abattant pour manger leurs feuilles.

Les comptages de crottes sont la méthode standard de recensement des éléphants en forêt (Barnes & Jensen, 1987), mais si vous faites des recensements répétés sur des transects permanents dans des endroits à haute densité en éléphants, il peut être possible d'utiliser le taux de rencontre pour estimer les densités (White, 1994 b - voir plus bas). Les comptages de crottes sont faits le long de transects linéaires. En règle générale, la longueur optimale d'un transect est celle nécessaire à l'observation de 10 tas de crottes. Dans les zones à forte densité d'éléphants, cette longueur sera de 1 km, dans les zones à faibles densités, il faudra aller jusqu'à 5 km. La longueur optimale de chaque transect est 5 km. Le nombre optimal de transect dans chaque zone est 20, pour minimiser les efforts (et donc les coûts) et maximiser la résolution (Richard Barnes, comm. pers.). Pour chaque tas de crottin, notez:

- la distance depuis le début du transect;
- la distance perpendiculaire depuis le transect jusqu'au milieu du tas.
- le type de végétation (voir chapitre 9);
- l'âge de la crotte;
- le diamètre de la crotte, si elle est intacte;
- d'autres informations, telles que les types de graines qu'elle contient, ou les plantes qui en germent.

#### Mesurer la distance perpendiculaire

La distance perpendiculaire doit être mesurée entre la ligne médiane du transect et le centre du tas de crottes.

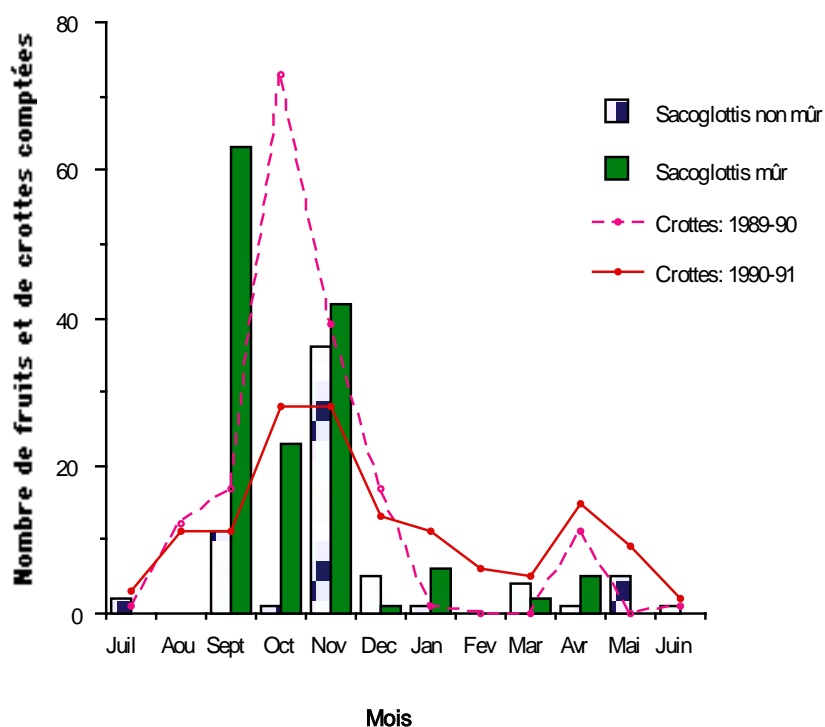
- Estimez tout d'abord l'emplacement de la ligne médiane du transect. Cette ligne doit être visualisée comme une droite passant exactement par le milieu du transect. Une erreur courante consiste à considérer que toutes les crottes qui sont dans la zone coupée (souvent un mètre de large) sont sur le transect et que leur distance perpendiculaire est zéro. **Cela est faux** et diminue beaucoup la valeur de vos données.
- Décidez ensuite où est le centre du tas de crottes. Si le tas est groupé, cela est facile. Cependant, gardez à l'esprit le fait que les éléphants défèquent parfois en se déplaçant, donc le tas peut être éparpillé sur plusieurs (parfois dizaines de) mètres. Observez attentivement les traces, la taille, l'âge, la composition/consistance, pour essayer de savoir si les tas de crottins proches les uns des autres (les éléphants défèquent souvent les uns après les autres) appartiennent au même "événement défécation" ou s'ils sont le résultat de deux "événements défécation" au même endroit. Si vous décidez que des crottes éparpillées sur plusieurs mètres proviennent du même éléphant, mesurez la distance entre les deux crottes les plus éloignées, et prenez la mesure perpendiculaire depuis le point situé au milieu des deux crottes (figure 13.1);
- identifiez le point d'où la distance perpendiculaire doit être mesurée. Cela peut être fait en utilisant une boussole réglée à 90° de la direction du transect, puis en marchant jusqu'à être en face du tas de crottes, ou en étendant les bras en croix dans la direction du transect, puis en vous déplaçant jusqu'à avoir le tas de crottes directement devant vous;
- quand vous avez les deux points entre lesquels faire la mesure, utilisez un mètre ruban et mesurez au centimètre près.

#### ENCART 13.4: CHANGEMENTS SAISONNIERS DES DENSITES D'ELEPHANTS

Au cours d'une étude sur les effets de l'exploitation forestière sur la faune sauvage, White (1992) a établi un transect linéaire de 5 km dans une zone qui avait été récemment exploitée, et un autre dans une zone non exploitée adjacente. La forêt exploitée était dans une zone où un grand arbre, *Sacoglottis gabonensis*, était commun, alors qu'il n'existait pas dans la forêt non exploitée. Des comptages de crottes ont été entrepris tous les mois sur chaque transect: pendant la saison de fructification de *Sacoglottis* (de septembre à novembre), les densités d'éléphants ont énormément augmenté dans la forêt exploitée, atteignant 5 par km<sup>2</sup> (voir figure B13.5).

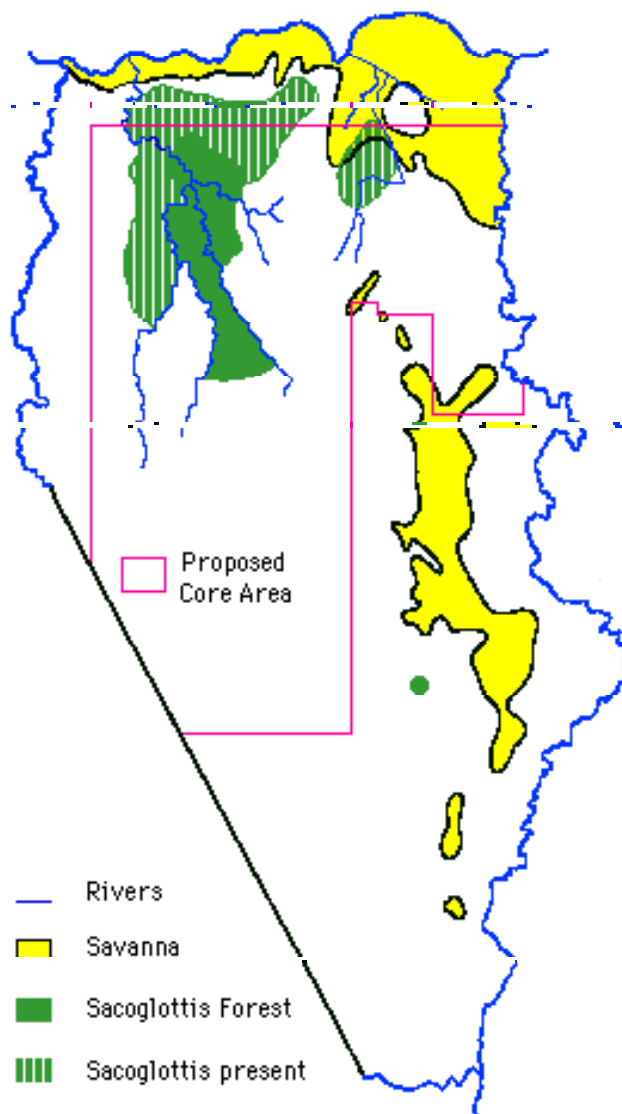
Pendant le reste de l'année les densités relativement basses étaient comparables à celles des transects non exploités adjacents sans *Sacoglottis*.

Figure B13.5: relation entre la disponibilité en fruits de *Sacoglottis gabonensis* mesurée sur des transects de comptage de fruits tombés de 1 m de large (voir chapitre 9) et l'abondance des crottes d'éléphants sur un transect linéaire de 5 km.



**Figure B13.6: Distribution de *Sacoglottis gabonensis* dans la réserve de la Lopé.**

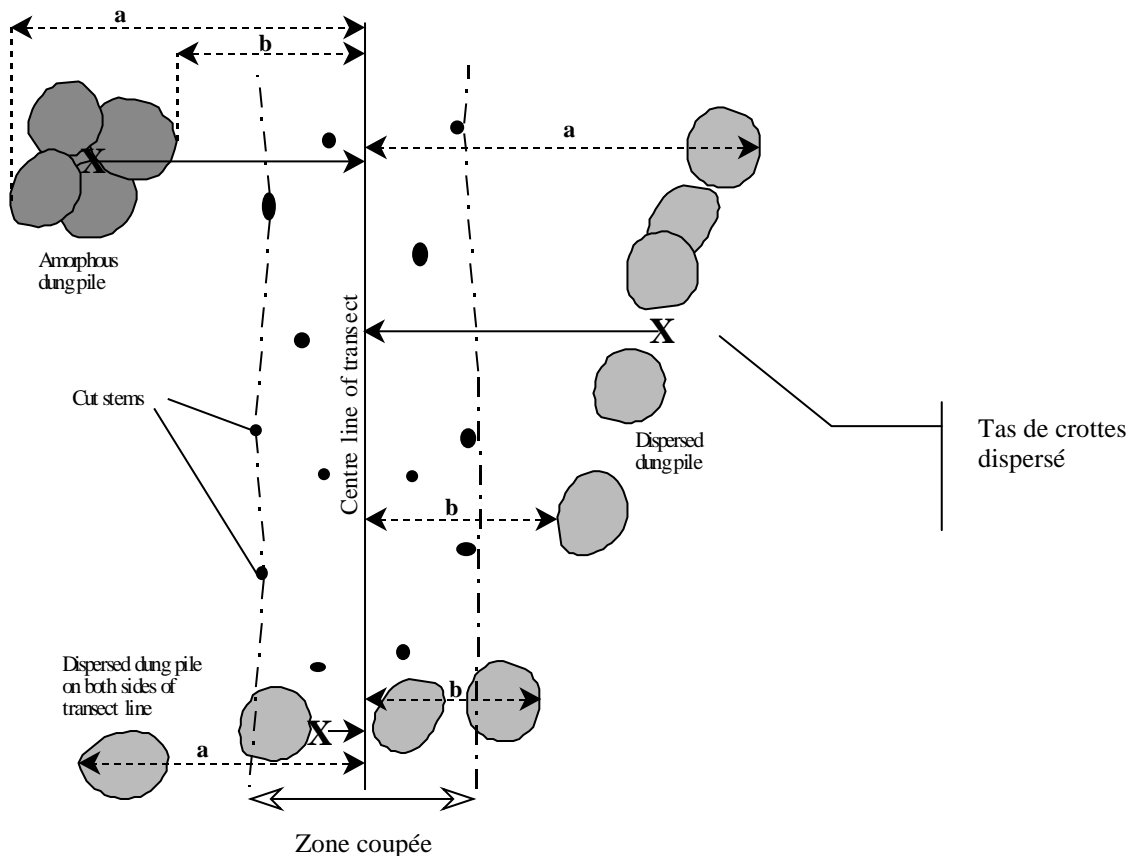
Savane  
 Forêt  
 Sacoglottis forest: forêt à *Sacoglottis*  
 Sacoglottis present: présence de *Sacoglottis*



La distribution de la forêt à *Sacoglottis* a ensuite été cartographiée, et la majorité de cet important type de forêt inclus dans un noyau central protégé par le Ministère des Eaux et Forêts en 1996 (figure B13.5). Cette étude est très intéressante pour les chercheurs préparant des recensements d'animaux, pour plusieurs raisons:

- elle montre qu'il peut y avoir des variations saisonnières extrêmement importantes des densités animales sur de relativement grandes zones, ce qui met en lumière le danger des recensements en une seule fois.
- elle montre qu'en plus des variations de fond entre les transects, il peut y avoir une variation supplémentaire due à des ressources saisonnières en nourriture groupées. Ainsi, lorsque l'on effectue un recensement dans une zone sans frontières claires (ce qui est souvent le cas dans les forêts d'Afrique centrale), il faut être sûr que les transects sont distribués sur toutes les sources potentielles de variation et couvrent une surface suffisamment étendue.
- elle montre que de grandes variations sont possibles même dans des zones géographiquement proches. Si White n'avait pas analysé la composition de la forêt et les rythmes de phénologie, il aurait pu conclure que les densités d'éléphants étaient plus importantes dans la forêt exploitée, alors que l'exploitation n'avait pas d'effet détectable sur le nombre d'éléphants.





**Figure 13.1: mesurer la distance perpendiculaire à un tas de crottes d'éléphants**

X= centre approx. du centre de tas de crottes ou il faut mesurer le distance sur le transect.

Le distance perpendiculaire (pour le tas de crottes dispersé et pour le tas de crottes groupé)=  $\frac{a+b}{2}$

Si une tas de crottes est sur les deux cotés du transect, (cas le plus en bas dans le figure), utilisez  $\frac{a-b}{2}$  ou a est le mesure le plus grand et b le plus petit.

Amorphous dungpile=Tas de crottes groupé

Cut stems=Tiges coupées

Centre line of transect=Ligne médiane du transect

Dispersed dungpile on both sides of transect line= tas de crottes dispersé, deux cotés du ligne de transect.

#### **Estimer l'âge d'un tas de crottes**

Pour standardiser les observations, il est préférable d'utiliser un système simple de datation des crottes

**fraîche:** parfois encore chaude, surface luisante à l'extérieur, odeur forte;

**récente:** toujours odorante (cassez la crotte si elle est toujours intacte), il peut y avoir des mouches, mais la couche luisante a disparu;

**vieille:** la forme peut avoir été conservée, mais la crotte peut aussi être devenue une masse amorphe, des moisissures ou une couche d'humus peuvent être visibles, odeur de moisi;

**très vieille:** aplatie, dispersée, tendant à disparaître;

**fossilisée:** la matrice est devenue minérale, mais la présence de quelques fibres résistantes ou de graines montre qu'il s'agit d'une très très vieille crotte;

**momifiée:** cuite par l'exposition au soleil, cela a été un jour une crotte d'éléphant mais il n'en reste rien.

#### **Estimer l'abondance des crottes et des éléphants**

Comme la visibilité change selon les habitats, le taux de rencontre des crottes est de peu d'intérêt pour comparer des zones, car une différence dans le nombre de crottes peut apparaître entre deux zones où la densité est la même mais la visibilité diffère. Le taux de rencontre des crottes peut être utilisé comme index d'abondance pour suivre les changements dans une zone donnée, mais même dans ce cas, la densité globale en éléphants doit être calculée pour évaluer la fiabilité de vos mesures.

Pour estimer la densité d'éléphants en utilisant les crottes, il faut les informations suivantes (cf. encart 13.5):

- 1) densité de crottes;
- 2) vitesse de disparition des crottes;
- 3) taux de défécation des éléphants.

Les densités de crottes peuvent être calculées en utilisant le programme Lopes (logiciel inclus avec ce manuel, qui utilise des modèles mathématiques complexes pour convertir des données de transects linéaires en densités) en conjonction avec Buckland et al. (1993). Cependant, pour faire fonctionner ce programme, il faut un bon ordinateur et une connaissance de la théorie des transects. Une approximation simple est décrite dans l'encart 13.6.). Elle donne en général des résultats raisonnablement bons qui peut être utilisée à la main sur le terrain.

#### **ENCART 13.5: CALCULER DES DENSITES ANIMALES A PARTIR DE CROTTES OU DE NIDS**

Pour estimer les **densités animales** grâce aux crottes ou aux nids, trois types d'informations sont nécessaires:

- 1) la **densité** des crottes ou des nids (voir encart 13.6);
- 2) le rythme auquel les crottes ou les nids sont faits (**taux de création**);
- 3) la vitesse à laquelle les crottes ou les nids disparaissent (**vitesse de dégradation**).

##### **A quel rythme sont faits les crottes et les nids?**

Les nids de nuit des chimpanzés et des gorilles sont fabriqués à un rythme de un nid par jour et par individu (sauf pour les très jeunes qui dorment avec les adultes).

Le nombre de crottes produites par un animal en un jour (taux de défécation) est plus difficile à déterminer. Il varie beaucoup selon les espèces, et dépend de la nourriture et de la saison. Si vous n'avez pas eu suffisamment d'heures d'observation pour calculer le taux de défécation, vous devez utiliser des résultats obtenus ailleurs (voir figure 13.9).

##### **A quelle vitesse disparaissent les nids et les crottes?**

La vitesse à laquelle les nids ou les crottes disparaissent ou se dégradent dépend de nombreux facteurs (encart 13.7). Si vous ne pouvez pas entreprendre d'études de vitesse de dégradation, vous pouvez utiliser les résultats de la littérature, mais soyez conscients que cela peut biaiser significativement vos calculs de densité.

##### **Comment déterminer la densité d'animaux d'après la densité de crottes ou de nids?**

Pour obtenir la densité d'animaux (animaux/km<sup>2</sup>), divisez la densité de crottes ou de nids (nombre par km<sup>2</sup>) par le produit de la durée moyenne (nombre moyen de jours nécessaires pour que le nid ou la crotte disparaisse après sa fabrication) par le taux de création (le nombre de crottes ou de nids produits par un animal en un jour) - voir l'exemple B13.1:

$$\text{Densité d'animaux} = \frac{\text{Densité de crottes ou de nids}}{\text{durée moyenne} \times \text{taux de création}}$$

##### **EXEMPLE B13.1:**

Les informations suivantes ont été collectées pour les céphalophes bleus à Ituri, Zaïre:

Taux de défécation moyen = 4.9 tas de crottes/jour

Vitesse moyenne de disparition des crottes = 18 jours/tas

Densité moyenne des tas de crottes = 1000 tas/km<sup>2</sup>

La densité estimée de céphalophes bleus est estimée ainsi:

$$\begin{aligned} \text{Densité (animaux/ km}^2\text{)} &= \frac{1000}{18 \times 4.9} \\ &= 11.3 \text{ animaux/ km}^2 \end{aligned}$$

### ENCART 13.6: ANALYSE DES DISTANCES PERPENDICULAIRES POUR OBTENIR DES ESTIMATIONS DE DENSITE

Pour pouvoir estimer la densité d'une espèce, la surface échantillonnée doit être connue ou estimée. Comment procéder?

La surface d'une zone peut être calculée si sa longueur et sa largeur sont connues (longueur x largeur = surface). Quand on emprunte des transects, la longueur est connue car elle peut être mesurée. Cependant, dans les forêts, quand la visibilité est mauvaise, la largeur doit être calculée en utilisant les "distances perpendiculaires" mesurées entre la piste et le "centre géométrique" des animaux observés.

La distance moyenne à laquelle un animal, un nid ou une crotte peuvent être vus dans la forêt varie selon les espèces: elle dépend de la taille, du bruit et de la coloration. Mais quelle que soit l'espèce, on verra plus d'animaux ou de signes près du transect que plus loin. Comme la visibilité diminue quand la distance au transect augmente, comment la largeur de la zone échantillonnée peut-elle être déterminée?

Quand la distance perpendiculaire de chaque animal observé d'une espèce donnée est placée sur un graphique, le taux auquel la visibilité diminue, quand la distance perpendiculaire augmente, peut être déterminé. Puis, en suivant la démarche exposée ci-dessous, la largeur estimée du transect peut être calculée pour cette espèce.

#### **Calculer les densités estimées d'après les distances d'observation perpendiculaires:**

La méthode suivante est adaptée de Whitesides et al., 1988 et utilise les distances d'observation perpendiculaires mesurées pendant un échantillonnage par transect linéaire (notez cependant que cette méthode ne doit être utilisée que comme une première approximation quand vous êtes sur le terrain, ou si vous n'avez pas accès à un ordinateur. Des analyses plus rigoureuses utilisant des logiciels comme Lopes ou DISTANCE doivent être effectuées si possible).

1. Utilisez la plus grande distance perpendiculaire observée pour définir de 6 à 10 "intervalles de distance". Par exemple, si votre plus grande distance est 8 m, alors prenez des intervalles de distance de 1 m de largeur (par exemple 0-0,9 m, 1-1,9 m, 2-2,9 m etc.). Cela vous donnera 9 intervalles de distances séparés. Si votre plus grande distance est 35 m, alors prenez des intervalles de distance de 5 m de largeur (c'est-à-dire 0-4,9 m, 5-9,9 m, 10-14,9 m etc.). Cela vous donnera 8 intervalles de distance séparés.

2. Listez le nombre total d'observations d'animaux (ou de signes ou de groupes) pour chaque intervalle de distance. Par exemple, 3 observations entre 0 et 4,9 m, 4 entre 5 et 9,9 m etc.

3. Faites un graphique avec les intervalles de distance sur l'axe horizontal et le nombre d'observations pour chaque intervalle de distance sur l'axe vertical. Placez vos résultats sur le graphe (voir figure B13.7).

4. Déterminez la "**distance de visibilité**" (**fall-off distance**). Cherchez le premier intervalle de distance où le nombre d'observations est la moitié (50%) ou moins de celui de l'intervalle précédent. La "distance de visibilité" est la première mesure de cet intervalle. Par exemple, si 10 groupes de singes ont été vus entre 15 et 19 m, et 4 entre 20 et 24 m, la distance de visibilité est de 20 m.

L'intérêt de calculer la distance de visibilité devient plus évident si vous observez un graphique. Souvent (mais pas toujours), la visibilité reste haute avant de diminuer brusquement plus loin du transect. La distance de visibilité est un moyen de mesurer ce point de diminution.

Note: si la distance de visibilité est dans le deuxième ou le troisième intervalle de distance, et non plus loin, alors les données doivent être analysées d'une autre façon. Voir n°7 plus bas.

5. Déterminez la "**distance d'observation effective**" (**effective sighting distance**). Cette distance est calculée pour inclure dans les estimations de densité les animaux vus au-delà de la distance de visibilité. Pour calculer la distance d'observation effective, divisez le nombre total d'animaux vus (ou de groupes ou de signes) par le nombre d'animaux vus à moins de la distance de visibilité. Multipliez ce nombre par la distance de visibilité. Le nombre final (la distance d'observation effective) doit être un peu plus grand que la distance de visibilité. En d'autres termes, la distance d'observation effective (DOE) est calculée comme suit:

$$\text{DOE} = \frac{\text{nombre total d'animaux vus} \times \text{distance de visibilité}}{\text{nombre d'animaux vus à moins de la distance de visibilité}}$$

6. Déterminez la largeur du transect. La largeur estimée du transect est égale à la distance de chaque côté du transect à laquelle les animaux peuvent être vus de façon sûre. Cette largeur est le double de la distance d'observation effective, pour prendre en compte les observations de chaque côté du transect:

Largeur du transect = 2 x distance d'observation effective

**Compter les groupes plutôt que les individus:** les mesures perpendiculaires sur les transects doivent être faites depuis le centre de ce qui est compté. Si ce sont des groupes qui sont comptés, la mesure perpendiculaire doit alors être prise depuis le centre du groupe

7. Si le nombre d'animaux observés loin du transect diminue immédiatement (c'est-à-dire si la distance de visibilité est dans le deuxième ou le troisième intervalle de distance), il est difficile d'estimer la largeur du transect et cette méthode simple ne peut pas être appliquée.

8) Pour faire des comparaisons entre des zones ayant des associations d'espèces différentes, ou pour évaluer quelle espèce domine chez les mammifères, les estimations de densités sont souvent transformées en estimations de biomasses. La biomasse est simplement la masse totale de chaque espèce, calculée en multipliant la densité par la masse d'un individu "moyen". Cette masse doit tenir compte des différences entre les sexes et les classes d'âge, et la proportion relative de mâles, de femelles, d'adultes et de jeunes dans la communauté. Ce type de données de composition de groupes est rare, vous devrez en récolter de façon opportuniste à chaque fois que cela sera possible (voir chapitre 14).

#### **EXEMPLE B13.2: Calcul de la densité estimée de hocheurs à partir des distances d'observation perpendiculaires**

Des hocheurs (*Cercopithecus nictitans*) ont été recensés sur 300 km de transects dans de la forêt primaire de plaine. Les données collectées comprennent les mesures de distance perpendiculaires du premier individu vu de chaque groupe, la dispersion estimée du groupe et le nombre estimé d'individus de chaque groupe.

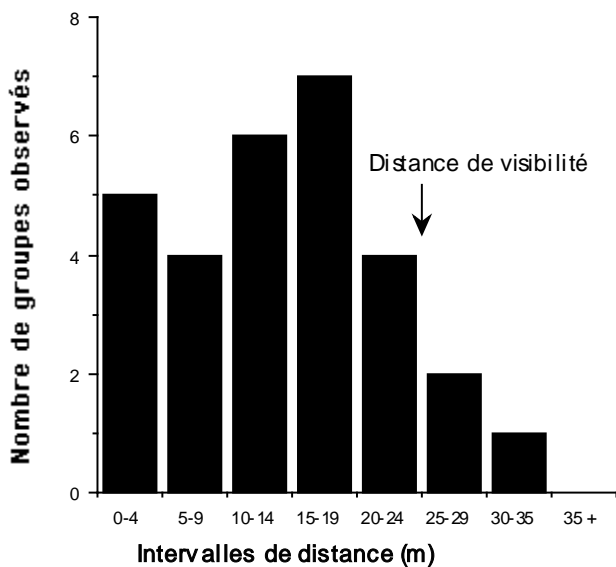
Vingt-neuf groupes ont été vus. Les distances perpendiculaires de chaque groupe sont données ci-dessous.

Distance perpendiculaire de tous les groupes vus (m)	Intervalles de distance (m)	Nombre d'observations pour chaque intervalle
0, 0, 3, 3, 4,	0 - 4	5
5, 5, 8, 9,	5 - 9	4
10, 10, 11, 12, 13, 13,	10 - 14	6
15, 16, 17, 18, 18, 18, 19,	15 - 19	7
20, 20, 22, 24,	20 - 24	4
25, 27,	25 - 29	2
30	30 - 34	1
	35+	0

#### Limite de visibilité

Le nombre d'observations diminue de 50% ou plus pour la première fois entre les intervalles de distance 20-24 m (4 observations) et 25-29 m (2 observations). La distance de visibilité optimale est donc de 25 m (figure B13.7).

**Figure B13.7: Graphique des distances perpendiculaires observées utilisé pour trouver la distance de visibilité.**



Distance d'observation effective:

Distance de visibilité = 25 m

Nombre total de groupes vus = 29

Nombres de groupes vus à une distance inférieure à la distance de visibilité = 26

Distance d'observation effective =  $\frac{\text{Nombre total de groupes vus} \times \text{Distance de visibilité}}{\text{Nb de groupes vus à une dist. inf. à la dist. de visib.}}$

$$= \frac{29 \times 25}{26}$$

$$= 28 \text{ m}$$

Largeur du transect

La largeur du transect est estimée en doublant la distance d'observation effective.

Largeur de transect = 2 x distance d'observation effective  
= 2 x 28 = 56 m

Estimation de densité: nombre de groupes

La densité de groupes est déterminée en divisant le nombre total de groupes vus par la surface de la zone échantillonnée. Cette surface est déterminée en multipliant la longueur totale du transect par sa largeur estimée. Notez que les unités (km, m, cm etc.) doivent être les mêmes avant de pouvoir multiplier longueur et largeur.

Surface de la zone échantillonnée = longueur du transect x largeur du transect

$$= 300 \text{ km} \times 56 \text{ m}$$

$$= 300 \text{ km} \times 0,056 \text{ km}$$

$$= 16,8 \text{ km}^2$$

Estimation de densité (groupes) =  $\frac{\text{Nombre total de groupes vus}}{\text{Surface de la zone échantillonnée}}$

$$= \frac{29 \text{ groupes}}{16,8 \text{ km}^2}$$

$$= 1,73 \text{ groupes/ km}^2$$

La densité des groupes de hocheurs est donc de 1,73 groupe / km<sup>2</sup>.

Estimation de densité: nombre d'individus

Quand les groupes de petits singes sont comptés dans la forêt (plutôt que les individus), la densité des individus est estimée en multipliant la densité des groupes estimée par le nombre moyen d'individus dans un groupe. Le nombre d'animaux trouvés dans chaque groupe est appelé la " taille du groupe ".

On a compté précisément le nombre d'individus dans chaque groupe de hocheurs, ce qui a donné les résultats suivants: 14, 15, 12, 11, 17, 10, 21, 16, 15 et 9.

Taille moyenne des groupes =  $\frac{\text{Nombre total d'individus}}{\text{Nombre total de groupes}}$

$$= \frac{140 \text{ individus}}{10 \text{ groupes}}$$

$$= 14,0 \text{ individus/groupe}$$

Estimation de densité (Individus) = Densité (groupes) x Taille moyenne des groupes

$$= 1,73 \text{ groupes/km}^2 \times 14,0 \text{ individus/groupe}$$

$$= 24,2 \text{ individus/ km}^2$$

La densité de hocheurs (*Cercopithecus nictitans*) est donc de 24,2 singes/ km<sup>2</sup>.

Pour estimer la biomasse de hocheurs, il faut calculer la masse moyenne d'un individu moyen. Oates et al. (1990) donnent une méthodologie pour cela. Si les masses des mâles subadultes et des immatures ne sont pas connues, vous pouvez estimer qu'elles sont égales respectivement à la masse d'une femelle adulte et à la moitié de cette masse. Un groupe de hocheurs typique comprend un mâle adulte, cinq femelles adultes et huit immatures. Les masses corporelles de ces trois catégories sont respectivement de 4,4 kg, 2,9 kg et 1,5 kg, ce qui donne une masse totale pour un groupe moyen de hocheurs de

$$(1 \times 4,4) + (5 \times 2,9) + (8 \times 1,5) = 30,9 \text{ kg}$$

$$\text{La biomasse est donc de } 30,9 \times 1,73 = 53,5 \text{ kg.km}^{-2}$$

Si des données sur les habitats ont été collectées le long des transects, des analyses plus poussées pourront être effectuées pour estimer les densités dans chaque type d'habitat, de façon à évaluer les préférences d'habitats des *Cercopithecus nictitans*. Calculez d'abord la distance parcourue et le nombre de groupes observés dans chaque type d'habitat. Puis analysez la densité dans chaque habitat, en groupant les données par sections de transect dans chaque habitat. Vous pourrez alors effectuer des tests statistiques (par exemple un test du chicarré ou de vraisemblance) et analyser si les densités observées dans chaque habitat diffèrent de ce à quoi vous vous attendiez, pour voir si chaque habitat a été utilisé proportionnellement à sa surface.

### **ENCART 13.7: COMMENT MESURER LA VITESSE DE DEGRADATION ("DECAY RATE") DES CROTTES ET DES NIDS**

Lorsque l'on utilise la méthode des transects linéaires pour estimer les densités, une des hypothèses cruciales est que tous les objets situés sur la ligne médiane doivent être détectés avec certitude (voir encart 13.4). Lorsque l'on s'éloigne de la ligne médiane, la probabilité de voir un objet diminue. Lorsque l'on recense les animaux directement, le concept de distance de visibilité est conçu pour tenir compte du fait que les objets distants risquent plus d'être cachés par la végétation (ou qu'en milieu ouvert, les objets distants deviennent trop petits pour être vus). Lorsque l'on recense des groupes, la distance de visibilité est plus grande pour les groupes importants, car si la probabilité de voir un objet diminue, plus il y a d'objets, plus il y a de chances qu'au moins un soit visible.

Lorsque l'on recense les crottes ou les nids, un nouveau facteur doit être pris en compte: il faut considérer la vitesse de dégradation pour calculer la densité animale (voir encart 13.5). La vitesse de dégradation perçue sera elle aussi fonction de la distance à la ligne médiane. Pour comprendre pourquoi, considérez un tas de crottin constitué de 11 crottes. S'il est sur votre transect vous verrez les 11 crottes et vous noterez la crotte présente jusqu'à ce que les 11 aient disparu. Si le tas de crottin est à 7 m de votre transect, toutes les crottes sauf une ou deux peuvent être cachées par la végétation. La première fois que vous passez, votre attention peut être attirée par l'odeur. La fois suivante, il n'y aura plus d'odeur. Si un autre éléphant est passé pendant ce temps et a déplacé les feuillages autour du crottin, les deux crottes qui étaient visibles pourront ne plus l'être: pour vos comptages, elles ont disparu, mais si vous vous approchez du tas de crottin, les 11 crottes peuvent toujours être intactes. Ainsi, si la distance par rapport au transect affecte le nombre de crottes que vous voyez, elle affecte aussi la vitesse de disparition perçue.

La même chose s'applique à toutes les études de durée. Par exemple, un site de nids de gorilles peut compter 11 nids. Si votre transect passe au milieu du site, vous pouvez voir les 11 nids. Ce site sera compté comme présent jusqu'à ce que le dernier nid ne soit plus visible, même si certains nids peuvent disparaître relativement rapidement, alors que d'autres durent longtemps. Si votre transect passe à 30 m du site de nids vous pouvez ne voir qu'un ou deux nids. Si ceux-ci se désagrègent rapidement, le site semblera disparaître rapidement, même si d'autres nids sont toujours présents, mais non visibles depuis le transect.

Lorsque vous analysez des données provenant de transects, vous évaluez la probabilité de détecter des objets à différentes distances de la ligne médiane. Si la vitesse de dégradation perçue augmente avec la distance, alors la probabilité d'observer des objets diminuera plus vite que si la visibilité était le seul facteur impliqué. Cependant votre analyse de la largeur efficace devra prendre cela en compte: toute mesure de la vitesse de dégradation devra être effectuée en observant des objets sur la ligne médiane (ou dans une bande autour de la ligne médiane dans laquelle tous les objets sont détectés).

La vitesse de dégradation des crottes d'éléphants trouvées sur les grandes pistes d'éléphants et sur les anciennes pistes d'exploitation est biaisée, car les conditions ne sont pas représentatives de celle de la forêt où les comptages de crottes sont généralement effectués (White, 1995). Si vous prévoyez de suivre la dégradation de crottes (ou des nids), vous devez éviter cette méthode et plutôt favoriser le suivi de crottes trouvées dans une végétation représentative de la zone recensée. Cela est facile sur des transects linéaires permanents pouvant être parcourus plusieurs fois à une ou deux semaines d'intervalle (Barnes et al., 1994).

#### **Etude de la dégradation des crottes**

Etablissez un transect dans une zone adéquate, où vous savez qu'il y a une forte densité d'éléphants. Parcourez-le au moins une fois tous les 15 jours, en notant toutes les nouvelles crottes d'éléphants que vous trouvez. Quand vous trouvez une crotte pour la première fois, marquez-la d'une façon qui n'attire pas votre attention. Si vous attachez un ruban orange, vous le verrez facilement et cela augmentera vos chances de voir une crotte à peine visible, et vous biaiserez vos résultats. Une méthode qui s'est montrée efficace est de noter avec un marqueur indélébile un numéro de code et la date de découverte sur la face inférieure d'une feuille surplombant la crotte. Notez les données de transect habituelles sur l'état de la crotte, sa localisation le long du transect et la distance perpendiculaire au transect. Pour chaque parcours du transect, préparez une fiche rassemblant toutes les crottes suivies et leur localisation le long du transect. Quand vous arrivez au niveau d'un emplacement de crotte, vous devez approcher jusqu'à ce qu'elle soit presque sous vos pieds. Quittez le transect si nécessaire. Quand vous êtes à l'emplacement d'une crotte, marquez si elle est toujours visible et notez son âge. Pour analyser la vitesse de désagrégation, vous devez suivre toutes les crottes d'un échantillon jusqu'à ce qu'elles aient disparu. Vous devez suivre un échantillon de 30-50 crottes pour chaque zone d'étude et chaque saison. La plupart des crottes d'éléphant auront disparu en 60-70 jours, mais certaines dureront plus de 100 jours, et il est important de ne pas abandonner ces échantillons gênants. La durée moyenne est calculée en divisant la somme de la durée totale de

toutes les crottes par le nombre total de crottes. Cette méthodologie peut être appliquée à l'étude de la vitesse de dégradation d'autres crottes ou de nids.

### **Étude de la dégradation des nids**

Pour les études de dégradation des nids, il faut suivre la dégradation depuis le "centre géométrique" du site de nids. Des échantillons de 50 sites de nids à la Lopé ont été suffisants, pour les gorilles et les chimpanzés, pour calculer la vitesse de disparition avec une précision raisonnable (White & Barnes, non publié), vous pouvez donc viser ce nombre pour votre échantillon. Les différents types de nids de gorilles ont une longévité moyenne variable (Tutin & Fernandez, 1984). La proportion des différents types de nids diffère entre les populations de gorilles de l'est (Schaller, 1963) et dans différentes régions de l'aire de répartition de la sous-espèce des plaines de l'ouest (Fay, en prép., Remis, 1993, Tutin et al., 1995). Dans certains sites, beaucoup de nids sont de type zéro (aucune construction): par exemple, à Ndakan, dans le sud-ouest de la République Centrafricaine, Mike Fay (1997) a trouvé que 35% des nids de gorilles étaient de type zéro, et duraient 48 heures au maximum. Cela peut ne pas avoir un effet énorme sur les études de disparition, car la plupart des sites comprennent aussi des nids bien construits, mais cela provoquerait une sous-estimation de la taille des groupes si des sites de une ou deux semaines étaient comptés. Les études de dégradation ne sont pas possibles partout, mais en récoltant des données sur la durée moyenne des différents types de nids, ainsi que des sites de nids, vous pourrez corriger vos estimations en fonction des proportions des différents types (cf. Tutin & Fernandez, 1984). Il est donc utile, en plus de noter si le site est visible, d'approcher chaque nid du site et de noter s'il est visible ou non. Si vous voulez entreprendre une telle étude, vous devez collecter des données sur les types de nids comme dans un recensement par transect et faire une carte de chaque site, pour vous permettre de contrôler efficacement tous les nids à chaque fois que vous visitez le site (voir figure B13.8).

Si vous ne pouvez pas entreprendre d'étude de vitesse de disparition des nids, vous pouvez utiliser les résultats obtenus à la Lopé: les sites de nids de chimpanzés duraient en moyenne 106 jours, ceux de gorilles 78 jours en moyenne. Tous les nids de chimpanzés étaient dans les arbres. Pour les gorilles, les nids les plus communs à la Lopé étaient les nids de type herbacé (46%), mixte (18%) et "arbre" (33%). Si la composition des nids est très différente dans votre site, vous devez être prudent en utilisant les résultats de la Lopé. Par exemple, à la Lopé, 22 des 57 sites de nids suivis ne comprenaient que des nids herbacés. S'ils sont exclus de l'échantillon, la proportion des différents types de nids devient 25% pour les herbacés, 26% pour les mixtes et 47% pour les "arbre"; la durée moyenne est alors 85 jours. En retirant les 9 sites de nids ayant plus de 50% de nids herbacés, les proportions deviennent 11% d'herbacés, 34% de mixtes et 53% d'"arbre", avec une durée moyenne de 93 jours. La durée moyenne des 10 sites de nids suivis n'ayant que des nids dans les arbres était de 120 jours. Vous pouvez choisir la vitesse de disparition correspondant aux proportions les plus similaires à celles de votre site, en attendant d'avoir vos propres données.

### **Autres signes de présence d'éléphants**

En plus des comptages de crottes, les restes de nourriture, les empreintes, les marques de frottement sur les arbres, les blessures des arbres quand l'écorce a été arrachée pour être mangée, les sites de bains de boue et les pistes peuvent être notés. Dans les zones de forte densité en éléphants, cela peut prendre beaucoup de temps: si vous trouvez suffisamment de crottes, ce n'est probablement pas nécessaire.

Cependant, dans les zones où les éléphants sont peu communs, ou s'ils ne sont présents qu'à certaines périodes de l'année, ces signes peuvent être les seuls indices de leur présence. Dans les endroits où les éléphants ont été exterminés récemment, de vieilles cicatrices sur l'écorce des arbres, de vieilles pistes d'éléphants témoignent de leur présence passée. Après une étude préliminaire, vous devrez décider du type d'informations à collecter appropriées dans votre zone; cependant, notez toujours les crottes ainsi que la localisation et la direction des principales pistes d'éléphants.

### **ONGULES**

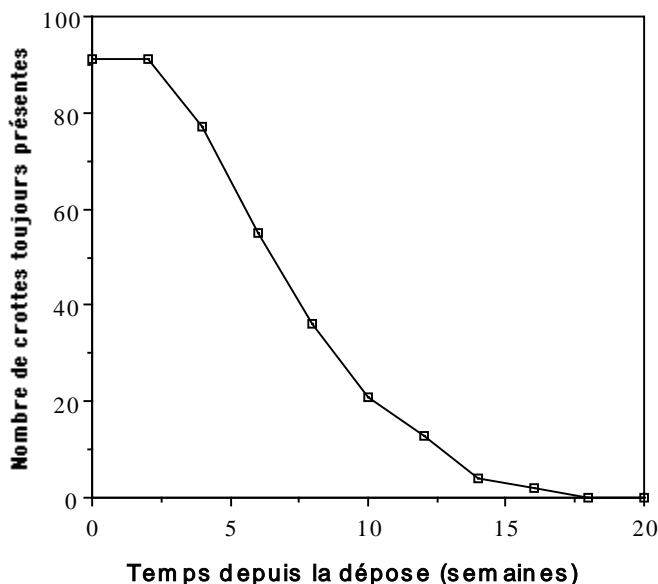
Pour recenser d'autres ongulés comme les céphalophes, les bongos, les okapis, les buffles ou les chevrotains, les comptages de crottes sont là encore probablement la méthode la plus appropriée pour les recensements à grande échelle. Les données doivent être notées comme pour les crottes d'éléphants. Quand les espèces ne peuvent pas être déterminées avec précision, par exemple pour les céphalophes de taille moyenne, le groupe d'espèces (céphalophes petits, moyens ou grands) doit être noté.



### ENCART 13.8: VITESSE DE DISPARITION DES CROTTES D'ELEPHANTS

La dégradation des crottes est un processus complexe. Les crottes déposées sur les berges des rivières ou dans les ruisseaux peuvent être emportées en une nuit par la pluie, mais celles qui restent humides car elles sont sur un sol marécageux peuvent sembler fraîches pendant de longues périodes. Celles qui sont exposées directement au soleil peuvent sécher, se fossiliser et garder leur forme pendant un an ou plus. Les bousiers (Scarabéidés) et les termites (Termitidés) sont des décomposeurs importants des crottes, mais ont des rythmes d'activité saisonniers (par exemple, Wiles, 1980; Wing & Buss, 1970). Les potamochères, les mandrills, les civettes et les écureuils cherchent des graines et des insectes dans les crottes d'éléphants, les cassant et les dispersant. Ces comportements peuvent aussi être saisonniers, dépendant des types de graines présentes dans les crottes, ou de la disponibilité en fruits par ailleurs. Un autre facteur peut jouer sur la longévité des crottes: il s'agit du régime alimentaire, car celui-ci joue sur la consistance de la crotte (Koster & Hart, 1988; Wiles, 1980). Ainsi, dans tout échantillon de crottes suivi pour déterminer la vitesse de disparition, il y aura un certain degré de variabilité. Certains tas de crottes disparaîtront rapidement, d'autres dureront des mois. La figure B13.9 est une courbe de disparition typique.

**Figure B13.8:** durée d'un échantillon de crottes déposées en 1989 à la réserve de la Lopé (données d'après White, 1995).



Bien que des différences statistiquement significatives de la durée des crottes aient été trouvées au cours d'une étude réalisée à la Lopé à différents mois, ce n'était pas uniquement une opposition saison sèche/saison humide, comme dans d'autres études (Wiles, 1980; Wing & Buss, 1970). Au cours d'une étude, le régime alimentaire des éléphants a été observé à la Lopé entre juin 1990 et mai 1991, en fouillant dans 311 crottes fraîches, pour y trouver des restes de fruits, et principalement des graines. La quantité de fruits présents dans les crottes d'éléphants était corrélée directement avec la disponibilité saisonnière en fruits dans la forêt. De plus, quand la quantité de fruits dans une crotte augmentait, la vitesse à laquelle elle disparaissait augmentait aussi. Le contenu en fruits est donc un des déterminants principaux de la vitesse de disparition des crottes d'éléphants dans l'environnement de forêt pluviale tropicale de la Lopé. Dans cet échantillon, il était même plus important que la météorologie pour la détermination de la vitesse de disparition.

Barnes et al. (1994) ont fait des études de disparition des crottes dans plusieurs sites au Ghana et au Cameroun. Ils se sont particulièrement intéressés à la façon dont la destruction des crottes variait avec les facteurs climatiques. Ils ont trouvé que la pluie et la température du mois de dépôt expliquaient 81% des variations de vitesse de dégradation (decay rate). Ils ont suggéré qu'il serait possible dans le futur de développer une équation qui permettrait de prédire les vitesses de disparition théoriques des crottes d'après les données sur le temps. Pour que cela devienne une réalité, d'autres études de la vitesse de disparition des crottes et de la météorologie sont nécessaires dans les sites de recherche en forêt africaine.

### ENCART 13.9: TAUX DE DEFECATION

Pour pouvoir calculer les densités animales avec des comptages de crottes, il faut connaître le taux de défécation (nombre de fois où un animal défèque chaque jour; "defecation rate" en anglais), et la vitesse à laquelle les crottes disparaissent (vitesse de disparition - voir encarts 13.7 et 13.8). Le taux de défécation varie selon les espèces. Même des espèces très apparentées peuvent avoir des taux de défécation très différents. Par exemple, les gorilles défèquent environ 4 ou 5 fois par jour, tandis que les humains vont généralement aux toilettes une seule fois par jour. Le taux de défécation peut varier avec la saison, le régime alimentaire, l'âge, la santé et le niveau de stress. Par exemple, Barnes (1982) a trouvé que les taux de défécation des éléphants à Ruaha en Tanzanie (végétation de savane) étaient de 9,6 fois par jour en saison sèche, et de 32 fois par jour en saison humide.

Mesurer les taux de défécation est difficile, prend du temps, et pour des animaux comme les éléphants présente un certain risque, car il faut pister un individu ou un groupe, parfois dans une végétation dense. Cependant, de telles données sont extrêmement précieuses, et si elles sont bien collectées, elles constituent une contribution importante aux recensements animaux. Avec le temps, vous pourrez obtenir de façon opportuniste des données sur les rythmes de défécation en notant systématiquement les heures de début et de fin d'observation, et le nombre de défécations pendant cette période. Cependant, gardez à l'esprit que lorsqu'elles sont surprises ou effrayées, de nombreuses espèces défèquent involontairement: ne prenez que des données sur les animaux qui ne se savent pas observés. Notez aussi le sexe et l'âge des animaux que vous observez, ce qu'ils font et l'endroit où ils sont. Andrea Turkalo et Mike Fay ont suivi des éléphants pendant plusieurs années dans une saline du parc national de Dzanga-Sangha, en République Centrafricaine. Certains, jours, il y a plus de 100 éléphants dans la saline pendant plusieurs heures, mais il est rare d'en voir même un seul déféquer: il semble que les éléphants évitent de déféquer dans cette zone commune! **Pour que les taux de défécation mesurés soient réellement représentatifs de l'animal que vous étudiez, les échantillons doivent être pris au hasard dans tous les âges, les activités quotidiennes et les lieux.**

Tableau 1: Taux de défécation de quelques animaux de forêt pluviale africaine

Espèce	Taux (fois/jour)	Commentaires	Source
Eléphant	19,77	forêt pluviale de plaine, Cameroun. Pas de différences saisonnières.	Tchamba, 1992
Eléphant	17	Saison humide.	Wing & Buss, 1971
	11	Saison sèche, Kibale, Ouganda.	
Céphalophe bleu	4,9	Forêt d'Ituri, Zaïre, animaux captifs	Koster & Hart, 1988
Céphalophe bai	4,4	Animaux captifs nourris avec des aliments "sauvages"	
Buffle	5,1	Karisoke, Rwanda	Plumptre, 1991
Gorille	4,5	Déduction faite à la Lopé	Tutin, comm. pers.
Gorille	>5	Virunga, Zaïre/Rwanda	Schaller, 1963.

Là encore, il faut garder en tête le fait que les différences saisonnières de vitesse de disparition sont significatives (Koster & Hart, 1988; White, 1994 a), donc les comparaisons ne doivent être faites qu'entre des données obtenues durant la même saison, et de préférence seulement si les vitesses de disparition ont aussi été observées (voir encart 13.10). La vitesse de disparition peut être analysée de la même façon que pour les crottes d'éléphants, mais les crottes disparaissent généralement plus vite (excepté peut-être pendant la saison sèche): les tas de crottes doivent donc être contrôlés tous les 1-2 jours.

Comme pour les éléphants, le taux de défécation de chaque espèce peut beaucoup varier avec les saisons. Si cela est possible, faites des observations dans la nature de l'espèce que vous étudiez (ou en captivité, avec une alimentation aussi naturelle que possible) pour déterminer le taux de défécation. En l'absence de ces données, on peut utiliser des taux tirés d'autres études (voir encart 13.9), mais cela peut conduire à des résultats erronés.

Les crottes doivent être classées comme:

*fraîche*: odeur et surface luisante toujours présentes;

*récente*: surface mate, sans moisissure;

*vieille*: peut avoir de la moisissure, crottes commençant à se désagréger;

*très vieille*: crottes désagrégées, dispersées et recouvertes par des feuilles.

Les crottes de buffle doivent être classées comme celles des éléphants.

Là encore, il faut noter les autres signes de ces espèces, tels que les empreintes de céphalophes ou la végétation broutée par un okapi.

### **Gorilles et chimpanzés**

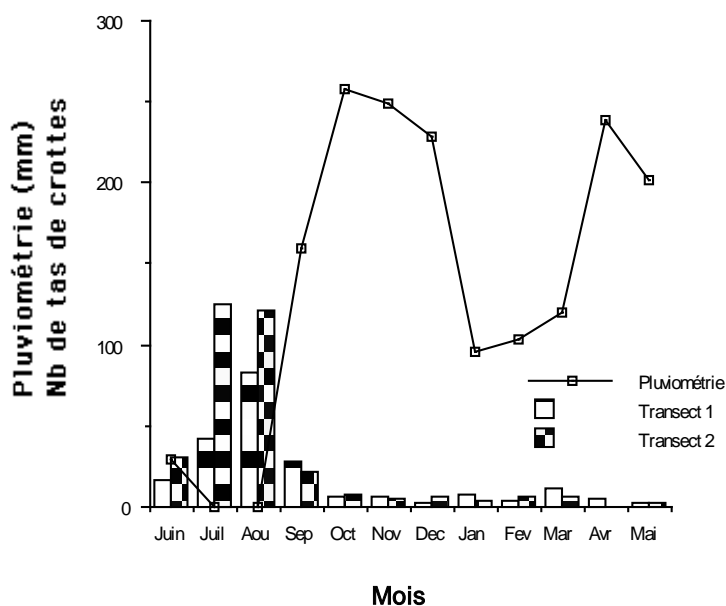
Les densités de populations de ces espèces sont généralement basses, la fréquence d'observations directes donnera donc rarement assez de données pour les calculs de densité. Dans la plupart des régions, les grands singes sont prudents vis-à-vis des observateurs humains, et s'enfuient dès qu'ils les voient. Les comptages de nids effectués sur des transects sont une alternative simple: les nids restent en place, et sont beaucoup plus communs que les grands singes, car un nouveau nid est construit chaque jour. Ils sont donc un puissant outil potentiel pour les recensements.

L'échantillonnage par transects linéaires est la méthode la plus sûre et la plus pratique pour estimer les densités de nids (Buckland et al., 1993). Cette méthode a été utilisée pour estimer les densités de nids de gorilles dans plusieurs zones de forêt pluviale de plaine en Afrique centrale (Carroll, 1988; Fay, 1989; Fay et al., 1989, Tutin & Fernandez, 1984 - voir également l'encart 13.11).

### ENCART 13.10: VARIATIONS SAISONNIERES DU NOMBRE DE TAS DE CROTTES DE CEPHALOPHES TROUVES PAR TRANSECT

A la réserve de la Lopé, Gabon, un échantillon de 15 tas de crottes de céphalophes de taille moyenne (*Cephalophus dorsalis*, *C. callypigus*, *C. ogilbyi*, *C. leucogaster*) a été suivi quotidiennement pendant la saison des pluies: leur durée moyenne était de 4,3 jours (White, 1992). Un gros bousier a été observé une fois en train de ramasser toutes les crottes d'un tas l'une après l'autre, et les emmenant dans son trou: l'ensemble du tas de crottes a ainsi été enlevé en moins de deux heures. Aucune donnée de durée n'a été collectée pendant la saison sèche, mais les comptages de crottes ont montré un pic marqué pendant les mois secs (figure B13.10).

**Figure B13.10:** nombre de tas de crottes de céphalophes de taille moyenne trouvés sur deux transects linéaires de 5 km dans la réserve de la Lopé, Gabon, et pluviométrie du mois précédent.



Comme vous pouvez le voir sur la figure, le nombre de crottes trouvées pendant la saison sèche était environ 10 fois plus grand que celui de la saison humide. Les céphalophes sont territoriaux et ne font pas de migrations saisonnières à grande échelle. Il semble donc que la différence de densités de crottes soit due à une différence de vitesse de disparition (et peut-être à une différence de taux de défécation - voir encart 13.9). Ces vitesses de disparition diffèrent principalement à cause de la différence de pluviométrie, ou à cause d'une combinaison de facteurs, comme la diminution de la disponibilité en fruits, de l'activité des insectes, de l'humidité et de la pluviométrie de la saison sèche.

Quelle que soit la raison du changement de vitesse de dégradation, les implications pour les recensements de céphalophes utilisant les comptages de crottes sont évidentes. Si vous basez les quotas de chasse sur des comptages de crottes faits pendant la saison sèche, mais utilisez une vitesse de disparition calculée pendant la saison humide, votre chasse raisonnée va être un massacre. Les variations saisonnières sont tellement importantes que vous devez faire vos études de vitesse de disparition au même moment que vos comptages si vous voulez estimer les densités de céphalophes de cette façon. Si vous faites de telles études tout au long de l'année, vous pourrez établir une corrélation entre la vitesse de disparition des crottes et la météorologie, comme celle obtenue par Richard Barnes et ses collègues pour les crottes d'éléphants (encart 13.8), ce qui simplifiera vos activités de suivi par la suite.

### ENCART 13.11: RECENSER LES GORILLES EN MONTAGNE

Les comptages de nids et le diamètre des fèces associées aux nids frais (qui indique l'âge du gorille qui a construit le nid) ont été utilisés pour suivre la démographie des gorilles vivant dans une végétation de montagne (Aveling & Harcourt, 1984; Harcourt & Fossey, 1981; Harcourt & Groom, 1972; Murnyak, 1981; Schaller, 1963; Weber & Vedder, 1983; Yamagiwa et al., 1993). Lorsqu'on travaille dans une zone relativement restreinte de forêt de montagne, il est possible de pister les gorilles d'un site de nids à l'autre. Pour être sûr que tous les individus du groupe ont été détectés, on essaie généralement de pister les groupes détectés et d'inspecter leurs sites de nids pour trois nuits consécutives. Cela permet une détermination précise de la taille du groupe et de la structure des classes d'âge, sauf pour les jeunes de moins d'un an qui ne construisent pas de nid.

Des recensements de ce type sont appropriés si vous voulez connaître la population vivant dans une zone d'étude, particulièrement en végétation montagnarde comme dans la chaîne des Virungas en Afrique de l'est. L'application systématique de cette méthode aux gorilles des forêts tropicales de plaine est plus difficile, à cause des différences de végétation (le pistage est plus difficile en forêt de plaine), de régime alimentaire, de déplacements et de comportement de construction des nids. Le régime alimentaire nettement frugivore des gorilles des forêts de plaine est à l'origine de 1) déplacements importants (ce qui rend le pistage et les chances de trouver trois sites de nids successifs difficiles); 2) fèces molles (il est alors impossible d'estimer de façon cohérente les classes d'âge par le diamètre des fèces); 3) une grande proportion de nids dans les arbres, au moins dans certains types d'habitats (on trouve rarement des fèces intactes sous les nids situés dans les arbres) (voir Tutin et al., 1995). Le recensement des gorilles en végétation de plaine est généralement effectué grâce aux transects linéaires.

#### Comptages de nids

Les comptages de nids de gorilles et de chimpanzés par transects s'effectuent de la même façon que les comptages de crottes (voir plus haut). Dans un groupe de gorilles ou de chimpanzés, tous les individus, à l'exception des jeunes qui dorment avec leur mère, construisent chaque nuit un nid pour dormir. Les nids construits par les membres d'un groupe pour une nuit sont généralement proches les uns des autres et constituent un "site de nids". En parcourant un transect, vous devez toujours être à la recherche de nids de grands singes. Les chances de voir d'autres nids sur un site augmentent quand vous avez vu le premier nid. Pour cette raison, les analyses de données de transects pour les nids de grands singes sont faites avec des observations de sites de nids entiers, plutôt que de nids individuels, exactement comme les mesures de crottes sont faites à partir du centre des tas de crottes.

Pour chaque site de nids de gorilles ou de chimpanzés observé sur un transect, notez:

- la distance le long du transect;
- l'espèce, si elle peut être déterminée (notez la façon dont vous l'avez identifiée - voir plus bas);
- l'âge estimé (**frais**: crottes fraîches et/ou odeur; **récent**: plantes toujours vertes pour la plupart mais plus d'odeur, quelques crottes éventuellement; **vieux**: intact mais toute la végétation est morte et plus de crottes; **très vieux**: décomposition avancée)
- le type de végétation (voir plus bas);
- la distance perpendiculaire au transect de tous les nids du site, en incluant tous ceux qui ne sont pas visibles depuis le transect - pour chaque nid, notez de quel côté du transect il était.

Notez les informations suivantes pour chaque nid:

- le type de nids (voir plus bas);
- la hauteur;
- l'espèce de plante utilisée pour construire le nid;
- la classe d'âge de l'occupant s'il y a des crottes fraîches (diamètre des crottes).
- (Optionnel: récoltez, s'il y en a, des échantillons de poils dans chaque nid pour des tests génétiques, en utilisant une pince à épiler stérilisée avant chaque nid - voir encart 13.12).

### ENCART 13.12: ETUDIER LA GENETIQUE DES GORILLES A PARTIR DES POILS ET DES CROTTES

De plus en plus de chercheurs de terrain utilisent aujourd'hui les analyses génétiques de médecine légale permettant d'identifier les meurtriers et les violeurs. Ces analyses permettent d'estimer le degré de parenté entre différentes populations de la même espèce ou entre différentes espèces, et peuvent même être utilisées pour identifier de nouvelles espèces. De plus, les empreintes génétiques peuvent permettre d'identifier des individus, ou de déterminer la paternité (le père) d'un individu dont on connaît la mère, ou sa "maternité" si sa mère est inconnue.

L'ADN (le matériel génétique) peut facilement être obtenu du sang ou de tissus frais, mais son extraction est maintenant possible aussi à partir de poils tombés naturellement, ou même de crottes fraîches. A la Lopé, le dos-argenté Porthos avait été suivi par des chercheurs pendant 12 ans, quand en 1994 il a été attaqué et tué par un autre gorille. Son groupe a disparu. Il est probable que les femelles du groupe de Porthos ont rejoint le groupe de son agresseur, et que ses jeunes fils sont devenus solitaires ou ont formé un petit groupe de célibataires. Les chercheurs de la Lopé ont récolté des poils dans tous les nids de gorilles qu'ils ont trouvés depuis 1990. Ils sont maintenant en train d'analyser ces échantillons dans un des laboratoires du Centre International de Recherches Médicales de Franceville, dans l'espoir d'identifier le meurtrier de Porthos: ils utilisent la médecine légale dans la forêt pluviale!

L'extraction et l'analyse de l'ADN demandent un matériel sophistiqué et un laboratoire. Par contre, les échantillons destinés à l'extraction sont aisés à conserver. Si vous avez fréquemment accès à des animaux morts, par exemple saisis auprès de braconniers, prenez un échantillon de rein, de cœur ou de foie et stockez-le au congélateur (si possible) ou dans de l'alcool absolu (ou si vous n'en possédez pas, dans une solution saline très concentrée). Notez bien l'espèce, le sexe, la classe d'âge, l'endroit où l'animal a été tué ou trouvé (si possible, sinon l'endroit où il a été saisi) et la date (voir chapitre 11). Au lieu de cela (ou en plus), un morceau de peau peut être prélevé et séché, et une touffe d'environ 300 poils récoltés et séchés (ce dernier échantillon peut être le plus pratique et le seul que vous déciderez de récolter).

Les échantillons de poils trouvés dans les nids de nuit ou sur des animaux morts sont faciles à récolter et à stocker. L'ADN est stable pendant plusieurs jours (et beaucoup plus longtemps dans de bonnes conditions), les nids ou les fourrures ayant jusqu'à une semaine peuvent toujours être prélevés. Si vous récoltez sur un animal, **arrachez les poils et ne les coupez pas**, car l'ADN se trouve dans la racine des poils. Les poils ne doivent pas être tenus directement, pour éviter une contamination de l'ADN par la peau humaine, mais récoltés avec des pinces à épiler ou des brucelles (celles des couteaux suisses sont bien adaptées). Les brucelles doivent être nettoyées avec un chiffon imprégné d'alcool (ne réutilisez pas le chiffon) ou stérilisées à la flamme d'un briquet avant chaque prélèvement de poil. Les poils de chaque nid ou animal doivent être placés dans des enveloppes en papier suffisamment grandes pour pouvoir les contenir sans les plier. Les enveloppes doivent être fermées, mais sans être léchées (contamination par l'ADN contenu dans la salive!), et stockées au camp de base dans une boîte avec du gel de silice pour les conserver au sec (ou dans une pièce climatisée): l'ADN se dégrade si les poils sont gardés longtemps en conditions humides. De telles collections de poils peuvent également être utiles pour identifier des restes dans des crottes de carnivores.

Si vous pouvez faire des collectes en vue d'extraction d'ADN mais n'avez pas de moyens d'analyse, contactez le WCS Africa Program, nous essayerons de vous mettre en relation avec des collaborateurs potentiels.

#### Quitter la piste pour compter et examiner les nids:

Au contraire de la plupart des recensements par transects, vous devrez quitter le transect pour compter précisément les nids trouvés dans chaque groupe, et pour chercher des crottes. Les nids de gorilles sont en général assez groupés, mais il y a parfois des nids écartés: il faut donc chercher attentivement tout autour. Les nids de chimpanzés sont en général plus éparpillés, vous devez vous préparer à chercher jusqu'à 50 m de l'endroit où vous avez trouvé le premier nid. Les nids hauts dans les arbres sont souvent difficiles à repérer, vous devrez regarder depuis plusieurs endroits différents.

#### Déterminer quelle espèce a fait les nids:

Comme les gorilles et les chimpanzés sont sympatriques dans de nombreuses régions, vous devez savoir comment distinguer leurs nids. Les chimpanzés construisent les nids de nuit seulement sur les arbres (mais ils font parfois des nids de jour sur le sol). Par contre, la plupart, mais pas tous, des sites de nids de nuit de gorilles auront au moins un nid au sol (mais voir encart 13.13). Tutin et Fernandez (1984) ont rapporté que tandis que certains membres d'un groupe de gorilles pouvaient faire leurs nids dans les arbres, l'ensemble du groupe ne faisait pas cela et donc la présence d'un ou plusieurs nids au sol sur un site permettait de distinguer les nids des gorilles de ceux de chimpanzés sympatriques. Une base de donnée plus importante de 2435 nids de gorilles

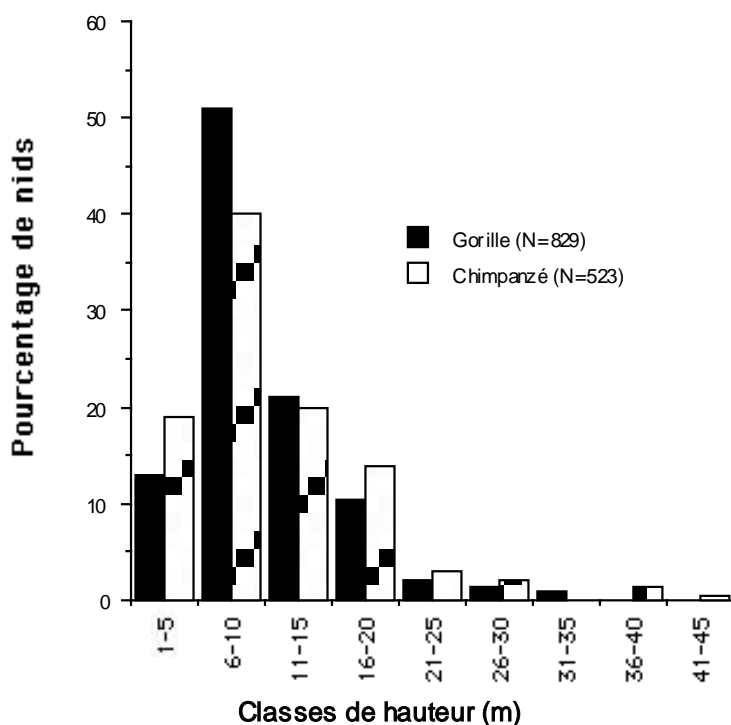
provenant de 373 sites à la Lopé a montré que cette affirmation était en partie fautive; 8% des groupes de nids de gorilles frais n'avaient que des nids dans les arbres. En de rares occasions, tous les membres d'un groupe de gorilles, dont le dos-argenté, construisent leurs nids à plus de 20 mètres de hauteur. **L'idée communément admise que les nids situés à plus de 5 m de hauteur sont construits par des chimpanzés est fautive.**

Pendant le vieillissement, à la fois à cause de la plus grande durée de vie et de la plus grande visibilité des nids dans les arbres, une partie des sites de nids de gorilles se "transforment" en sites de nids de chimpanzés, quand seuls les nids dans les arbres restent visibles. De tels sites qui, sur un recensement en une fois, auraient été attribués à des chimpanzés, comptaient pour 26% de tous les sites de nids à la Lopé. Cela a conduit à une surestimation des densités de chimpanzés et à une sous-estimation de celle des gorilles (voir encart 13.13). Dans les sites de nids frais la présence de crottes ou d'urine peut aider à identifier l'espèce, si vous êtes familiarisé avec les crottes des deux espèces (voir chapitre 10).

### ENCART 13.13: LES GORILLES AUSSI FONT DES NIDS DANS LES ARBRES!

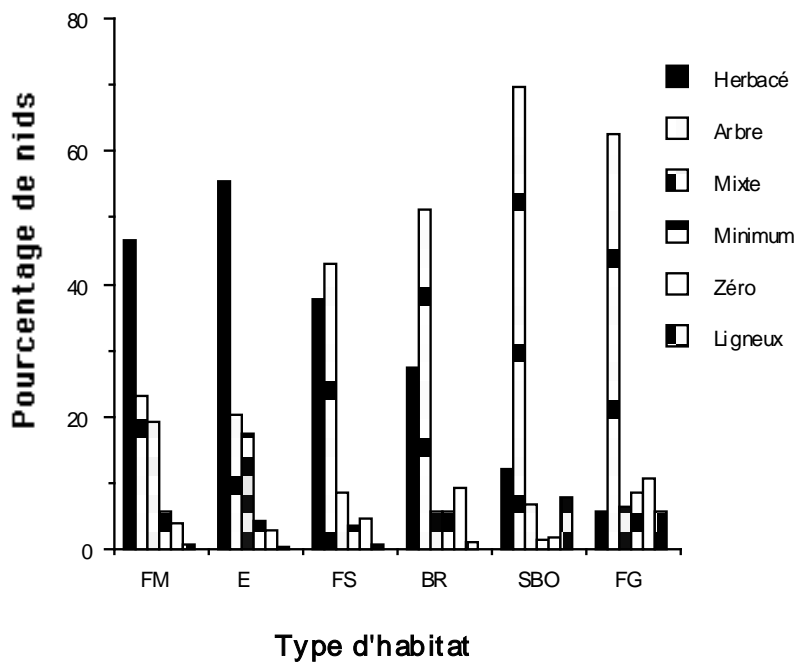
Les premières recherches sur les gorilles se sont concentrées sur les forêts de montagne d'Afrique de l'est, où les gorilles vivent dans une sorte de saladier luxuriant et obtiennent leur nourriture sans effort. Bien qu'ils fassent parfois des nids dans les arbres dans ces forêts, cela est assez rare, et presque inconnu pour les grands mâles adultes dos-argentés. Au contraire, les gorilles de plaine de l'est et de l'ouest vivant dans les forêts pluviales de plaine passent beaucoup plus de temps dans les arbres. Les fruits composent une grande partie de la nourriture des gorilles de plaine, et même les dos-argentés montent haut dans le houppier des arbres émergents pour obtenir une nourriture juteuse et sucrée. De plus, les gorilles des forêts de plaine font souvent leurs nids dans les arbres. Dans la réserve de la Lopé (Gabon), où les gorilles ont été étudiés pendant 14 ans, 35% de tous les nids sont dans les arbres. Deux fois, les huit membres d'un groupe connu (en comptant le mâle) ont dormi à plus de 25 m de hauteur, et des nids de dos-argentés ont été observés jusqu'à 34 m de hauteur. Pour 8% des sites de nids, il n'y avait **pas** de nids au sol.

Figure B13.12: proportion de nids de gorilles et de chimpanzés dans les arbres pour différentes classes de hauteur dans la réserve de la Lopé, Gabon (données de Tutin et al., 1996, et de Wrogemann, 1992).



La hauteur d'un nid en forêt de plaine est donc d'une aide faible pour distinguer un vieux site de nid de gorilles de celui de chimpanzés (figure B13.12). La proportion de nids d'un type donné varie selon les groupes, la saison, l'habitat et le site. A la Lopé, dans les endroits à sous-bois ouvert, environ 70% des nids de gorilles sont dans les arbres, mais ce chiffre tombe à seulement 20% dans les autres habitats (figure B13.13). De plus, les gorilles font plus souvent leurs nids dans les arbres quand il y a de forts risques qu'ils soient dérangés pendant la nuit par des éléphants; dans les zones où la pression de chasse est forte, les nids sont souvent situés dans des endroits inaccessibles, comme des pentes très fortes ou des falaises.

**Figure B13.13:** pourcentage de différents types de nids de gorilles trouvés dans six types d'habitats à la Lopé.



(FM=Forêt à Marantacées; E=Eclaircies; BR=Berges de rivières; SBO=Sous-bois ouvert; FS=Forêt secondaire; FG=forêt galerie)

Avec l'expérience, on arrive à "sentir" quelle espèce de grand singe a construit un site de nid. Par exemple, quand les huit gorilles d'un groupe font tous leur nid dans des arbres, leurs nids tendent à être rapprochés, alors que les nids de huit chimpanzés pourront être éparpillés sur 50 m ou plus. De telles impressions doivent être notées, mais il faut garder à l'esprit qu'il y a des exceptions fréquentes à chaque règle (même la règle qui veut que les chimpanzés fassent toujours leurs nids dans les arbres, car il y a des données rares de nids au sol dans la littérature, et ils font des nids de jour sur le sol de temps à autre). C'est uniquement en obtenant de bonnes données sur des sites de nids frais que vous pourrez calculer un facteur de correction pour votre site. Cela vous permettra d'estimer le nombre de sites qui sont mal identifiés. Si vous avez le temps, le meilleur moyen est de faire une étude de dégradation des nids (voir encart 13.7).

#### Facteur de correction

Si vous voulez faire des comptages de nids dans des zones où vivent des gorilles et des chimpanzés, vous classerez inévitablement des nids de gorilles en tant que nids de chimpanzés. Vous devez suivre des règles pour classer des sites sans crottes ou autres signes vous permettant de les attribuer soit aux gorilles, soit aux chimpanzés. Les sites avec des nids au sol sont attribués aux gorilles, car les chimpanzés ne sont pas connus pour faire des nids de nuit au sol. Les sites n'ayant que des nids dans les arbres doivent être attribués aux chimpanzés (quand aucun signe évident ne permet de dire le contraire), même si certains d'entre eux sont dus aux gorilles.

En calculant les densités de sites de nids, procédez tout d'abord comme cela, comme si toutes vos attributions étaient correctes. Puis contrôlez la composition des nids dans des sites de nids de gorilles frais.

A la Lopé, 46% des sites de nids de gorilles n'ont que des nids au sol et 54% ont au moins un nid dans un arbre. Les crottes de gorilles à la Lopé durent en moyenne 16,3 jours (N=30) et 23,5 jours (N=28) en saisons humide et sèche respectivement. On peut supposer que pendant 2 ou 3 semaines (disons 20 jours), le site sera identifié correctement grâce aux crottes. Cependant, les sites de nids de gorilles durent bien plus longtemps que cela. Les sites n'ayant que des nids au sol durent en moyenne 68 jours, ceux ayant au moins un nid dans un arbre 85 jours et ceux n'ayant que des nids dans les arbres 120 jours en moyenne. Connaissant la proportion de sites de nids de gorilles frais ne comprenant que des nids dans les arbres, vous pouvez calculer le nombre d'anciens sites de nids qui sont classés de façon erronée:

Avec

$d_g$  = longévité d'un groupe de nids de gorilles avec uniquement des nids au sol au départ;

$d_{tg}$  = longévité d'un groupe de nids de gorilles avec des nids au sol et dans les arbres au départ;

$N_g$  = nombre de groupes de nids de gorilles ayant des nids au sol et dans les arbres au moment du recensement;



$N_{t-}$  = nombre de groupes de nids de gorilles qui ont perdu leurs nids au sol;  
 $N_{tg}$  = nombre total de groupes de nids de gorilles qui avaient des nids au sol et dans les arbres au départ;  
 $N_t$  = nombre total de groupes de nids de gorilles qui n'ont toujours eu que des nids dans les arbres;  
 $N$  = nombre total estimé de groupes de nids de gorilles n'ayant que nids dans les arbres au départ, et qui étaient effectivement des sites de gorilles  
 $P$  = % de groupes de nids de gorilles ayant au moins un nid dans les arbres au départ;  
 $P_t$  = % de groupes de nids de gorilles n'ayant que des nids dans les arbres au départ;  
 $P_{tg}$  = % de groupes de nids de gorilles ayant les deux types de nids au départ.

Considérons par exemple un recensement à la Lopé durant lequel 100 anciens sites de nids ont été trouvés, dont 40 avaient au moins un nid dans un arbre, et 125 groupes ont été classés "chimpanzés" car il n'y avait pas de nids au sol (les sites frais pour lesquels l'espèce est connue ne sont pas inclus dans ce calcul). Le nombre de groupes de nids de gorilles ayant des nids au sol et dans les arbres au moment du recensement est le produit du nombre de groupes ayant les deux types de nids au départ multiplié par le quotient de la longévité d'un groupe de nids de gorilles avec uniquement des nids au sol au départ et de la longévité d'un groupe de nids de gorilles avec des nids au sol et dans les arbres au départ:

$$(d_g / d_{tg})N_{tg} = N_g$$

On peut donc obtenir une estimation du nombre de groupes de nids qui avaient des nids au sol et dans les arbres au départ:

$$N_{tg} = N_g(d_{tg} / d_g)$$

On a (voir plus haut):

$$d_g = 68$$

$$d_{tg} = 85$$

$$N_g = 40$$

$$\text{Donc } (68 / 85) N_{tg} = 40, \text{ ou } N_{tg} = 40(85 / 68) = 50$$

Donc le nombre de groupes supplémentaires qui ont perdu leurs nids au sol est:

$$N_{tg} - N_g = N_{t-}$$

$$50 - 40 = 10$$

Nous devons maintenant corriger le nombre de groupes de nids de gorilles qui n'avaient que des nids dans les arbres au départ et ont donc été pris par erreur pour des groupes de nids de chimpanzés. Nous savons que 54% des groupes de nids de gorilles avaient au moins un nid dans les arbres au départ ( $P$ ) et que 8% n'avaient que des nids dans les arbres au départ ( $P_t$ ). Donc:

$$P_{tg} = 54 - 8 = 46\%$$

Le quotient de du nombre de tous les groupes de nids ayant les deux types de nids par le nombre de tous les groupes ayant des nids les arbres est donc  $P_{tg} / P$ . Le nombre de groupes de nids de gorilles ayant les deux types de nids est ce quotient multiplié par le nombre total de groupes ayant un nid dans les arbres au départ:

$$N(P_{tg} / P) = N_{tg}$$

$$N = (54 / 46)50 = 58,69$$

Nous estimons donc que 8,69 groupes de nids de gorilles supplémentaires avaient seulement des nids dans les arbres au départ et ont été pris pour des groupes de nids de chimpanzés.

Le rapport des groupes de nids de gorilles par rapport à ceux de chimpanzés passe donc de 100:125 à 118,69:106,31.

L'estimation du nombre de gorilles était donc fausse d'un facteur 100/118,69 (l'estimation était 84,3% du nombre réel), et celle du nombre de chimpanzés était fausse d'un facteur 125/106,31 (117,6% du chiffre réel).

S'il n'y a pas d'indication sûre pour attribuer un site de nid à une des deux espèces, comme des crottes ou un nid au sol, il faut noter ce site comme "grand singe"; cependant, si des circonstances permettent de suggérer une espèce plutôt que l'autre, cela doit être noté. Contrôlez attentivement les nids pour trouver des crottes de gros et

de faible diamètre, qui indiqueraient qu'une femelle et son jeune ont dormi dans le même nid. Vous devez aussi pouvoir distinguer entre nids de jour et de nuit, ce qui est généralement aisé, du fait de l'apparence écrasée, et de la présence de crottes, d'urine, de poils et parfois de l'odeur bien reconnaissable des grands singes dans les nids de nuit. Dans la plupart des endroits, on trouve rarement des nids de jour pendant les recensements, mais cela peut ne pas être le cas partout.

Les types de nids peuvent être définis comme suit:

Zéro: pas de structure de nid, le gorille a dormi sur le sol. Le site apparaît comme une aire aplatie, habituellement avec des feuilles éparpillées ou de petites plantes aplaties. La présence de fèces, de poils, et parfois l'odeur du gorille, aide à l'identification du "nid".

Minimum: le nid est constitué d'une ou deux tiges de plantes herbacées qui ont été pliées (parfois plusieurs fois) pour former un matelas rudimentaire où le gorille a dormi.

Herbacé: le nid est constitué de 3-20+ tiges de plantes herbacées ayant été pliées, et parfois entremêlées, pour former un matelas substantiel, avec une dépression grossièrement circulaire où le gorille a dormi.

Mixte: similaire au précédent, mais de la végétation ligneuse (lianes, arbustes, jeunes arbres ou branches de petits arbres) a été incorporée au nid.

Arbre: nids construits dans les arbres, avec des branches pliées ou cassées pour faire une plate-forme. C'est le seul type de nid de nuit construit par les chimpanzés, bien qu'ils fassent parfois des nids de jour sur le sol.

Ligneux: nid au sol fait entièrement de végétation ligneuse, lianes, arbustes et jeunes arbres pliés.

Ligneux détaché: similaire au précédent, mais construit entièrement avec des branches feuillues détachées apportées sur le site et assemblées en un nid.

Palmier: nid fait uniquement avec des feuilles de palmiers, spécialement des *Raffia* spp.

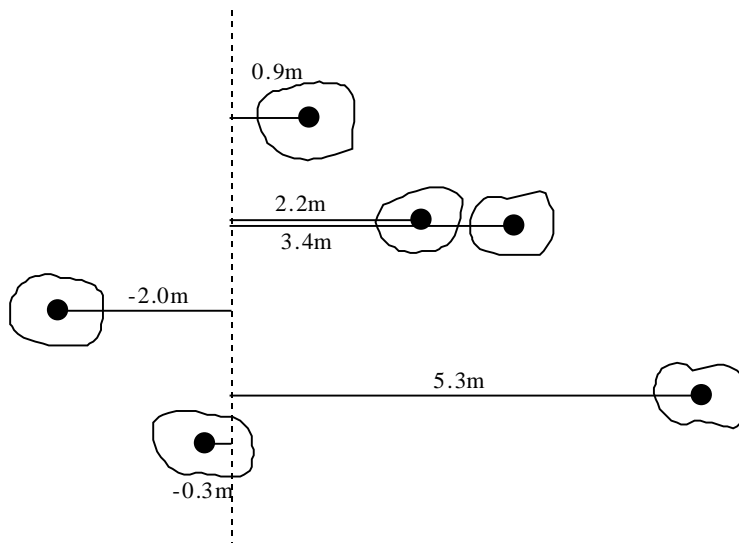
D'autres types de nids pourront être définis quand vous les rencontrerez.

Calculer la distance perpendiculaire au centre du groupe de nids

Pour estimer cette distance, mesurez la distance perpendiculaire entre le milieu du sentier du transect et le centre de chaque nid (figure 13.2). Pour les nids dans les arbres, estimez le point où une projection verticale du centre du nid rencontrerait le sol, et mesurez entre ce point et le transect (et non à partir de la base de l'arbre où le nid est construit). Puis, avec ces mesures, calculez la distance moyenne. Si le transect passe dans le groupe de nids, comptez les nids sur un côté du transect comme positifs et ceux de l'autre côté comme négatifs, puis déterminez la distance moyenne. Par exemple, si les distances aux nids sont (en mètres) 6, 9, 5, 6, 3, 1, -2, -3, -3 et -2, alors la distance moyenne est la somme de ces mesures (20 m) divisée par le nombre de nids (n=10), ce qui fait 2 m. Si la moyenne est négative, ignorez le signe "-" qui indique simplement de quel côté du transect se trouve le centre du groupe.



**Figure 13.2: mesure de la distance perpendiculaire du centre du transect au centre de chaque nid.**



#### Estimer la densité des sites de nids:

Pour estimer la densité des groupes de nids de chimpanzés et de gorilles, calculez tout d'abord la distance du transect au centre de chaque groupe de nids (voir plus haut). Ces mesures sont utilisées pour estimer la largeur de la bande recensée, puis la densité, comme pour les crottes d'éléphants, soit en utilisant un programme informatique tel que Lopes ou DISTANCE, soit en utilisant la méthode simplifiée donnée à l'encart 13.6. Pour calculer les densités de gorilles ou de chimpanzés, vous devez connaître la taille moyenne des groupes et la longévité des sites de nids.

#### Taille moyenne des groupes:

La taille moyenne des groupes doit être calculée sur des sites où vous êtes sûr d'avoir localisé tous les nids (sites de nids frais). Les données sur les nids construits par un groupe de gorilles connu (groupe de Porthos) pendant une période de quatre ans à la Lopé ont montré que passer du nombre de nids par site au nombre de gorilles nécessite de se baser sur beaucoup de sites de nids, car seuls 30% des comptages de nids reflétaient précisément la taille du groupe (Tutin et al., 1995). Dans certains sites, de nombreux nids de gorilles (>35%) sont de type zéro, et ne restent visibles que de 2 à 4 jours (Fay, 1997; Remis, 1994). Si cela est le cas dans votre zone, seuls les sites frais peuvent être utilisés pour calculer la taille moyenne des groupes. En outre, les plus jeunes partagent le nid de leur mère et ne seront inclus dans le calcul de la taille des groupes que si on trouve leurs crottes en plus de celles de leur mère. A Ndakan, dans le sud-ouest de la République Centrafricaine, 15,5% de la population de gorilles ne construit pas de nids (Fay, 1997).

#### Vitesse de disparition

Pour interpréter les recensements de nids, il est essentiel de savoir combien de temps un site de nids reste reconnaissable. La dégradation des nids est complexe car la longévité est influencée par la taille du groupe de nids et le type de construction. Les types de nids varient avec l'habitat, la saison et peut-être d'autres facteurs.

Au cours d'une étude réalisée à la Lopé, la durée moyenne pendant laquelle un site de nids de gorilles était visible était de 78 jours (voir Tutin et al., 1995). Ce chiffre est supérieur de 32% à ce qui était donné par Tutin & Fernandez (1984), qui ont suivi 223 nids de gorilles à Belinga, au nord-est du Gabon. A Belinga, la durée moyenne variait entre 4,3 et 61,7 jours, selon le type de nid. La durée globale moyenne, calculée d'après la fréquence des différents types de nids dans l'échantillon, était de 53,6 jours. La différence entre la Lopé et Belinga reflète en partie le fait que dans le premier lieu, les sites de nids étaient considérés globalement, tandis que dans le second, les nids étaient considérés individuellement. Bien sûr, d'autres facteurs comme le climat ou le type d'habitat variaient. En particulier, les espèces utilisées pour la construction des nids étaient différentes: à Belinga, il s'agissait surtout de *Musanga*, une espèce de végétation secondaire à croissance rapide et à bois tendre, et la destruction était rapide. La différence entre ces deux résultats de vitesse de disparition illustre le risque présenté par les extrapolations de résultats venant d'endroits différents. Les études de disparition des nids sont laborieuses et prennent du temps, mais sont essentielles pour qu'un recensement donne des résultats fiables.

Les études des proportions relatives des différents types de nids et de la durée de vie moyenne des sites de nids doivent être entreprises dans autant de zones que possible. Tout projet à long terme en cours dans l'aire de répartition des gorilles ou des chimpanzés devrait entreprendre ce type d'étude, car il ne prendra pas trop de

temps sur les autres sujets de recherche (voir encart 13.8). Quand vous avez calculé la densité des sites de nids, suivez les indications données dans l'encart 13.6 pour calculer les densités individuelles de gorilles et de chimpanzés.

#### Autres informations pouvant être collectées sur des transects

Des exemples d'informations pouvant être obtenues sur des transects ont été donnés. Cependant, cette méthodologie peut être appliquée à un grand nombre de groupes taxonomiques et de signes animaux. Nous parlerons dans la section sur les transects répétés de groupes particuliers, sensibles au bruit provoqué par l'ouverture des transects. Même si le bruit que vous faites en coupant un transect risque de faire fuir des animaux comme les éléphants, les gorilles, les petits singes, les céphalophes ou les calaos, il est probable que vous verrez certains animaux: si ce sont des espèces étudiées, vous devez noter ces observations (voir ci-dessous). En plus des observations d'animaux, vous pouvez noter les données suivantes:

a) Empreintes: en pratique, il n'est pas possible de noter toutes les traces de céphalophes et de potamochères. Cela doit être fait pour les autres mammifères grands ou moyen d'intérêt particulier, comme les bongos ou les gorilles. Quand les traces sont tellement abondantes que cela n'est pas non plus réalisable, notez les distances topofil au début et à la fin de l'aire de saturation en traces, ou prenez la décision d'ignorer les traces dans les zones de forte densité, où les autres données (par exemple comptages de crottes) seront suffisantes.

b) Excavations: sol retourné par les potamochères pour les tubercules, sol gratté par un gorille, marques de défenses d'éléphants, terriers de pangolin géant ou d'oryctérope, griffures de panthère, sites de repos de céphalophes. Si l'une de ces espèces est une priorité et si les autres signes sont rares, notez systématiquement ces traces. Néanmoins, il est souvent difficile de savoir sans doute possible quelle espèce est responsable de griffures, et d'estimer leur âge: les autres traces sont donc préférables.

c) Restes de nourriture: particulièrement grands singes et éléphants (distinguez les chimpanzés et les gorilles autant que possible avec leurs empreintes, les crottes et l'odeur, et indiquez quand l'espèce n'est pas déterminée avec certitude).

d) Marques sur la végétation: écorce mangée par les éléphants, traces d'éléphants s'étant frottés aux troncs dans les zones de densité faible, marquages olfactifs des céphalophes.

e) Notez toutes les espèces de fruits mûrs observés et les signes prouvant que de grands mammifères en ont mangé. Tenez une liste quotidienne de toutes les espèces de fruits trouvées et notez le nombre d'arbres en fruits vus quotidiennement pour chaque espèce.

#### Informations supplémentaires à noter sur les transects parcourus une seule fois

Comme nous l'avons vu plus haut, en collectant des données sur les changements de la végétation ou les activités humaines, en plus des données sur l'abondance des espèces animales, vous pourrez plus facilement expliquer les différences de densités animales observées, ou contrôler que votre stratification était valable (voir chapitre 5). Les deux types d'informations les plus importants sont les signes d'activité humaine et les modifications de la végétation.

#### ACTIVITES HUMAINES

L'observation de signes d'activité humaine doit être notée en fonction du contexte socio-économique de toute la région étudiée. Ce contexte est donné par les installations, les localisations, les activités économiques, les associations ethniques et l'histoire de l'utilisation des terres. Obtenir ces informations demandera des études annexes et complémentaires (voir chapitre 6).

Les informations qui peuvent être obtenues sur les transects permettent d'évaluer le type et l'intensité des activités humaines dans une zone. Elles peuvent être directement corrélées avec les changements d'abondance de la faune dans différentes zones au cours du temps. Elles procurent aussi un indice à relier aux perceptions qu'ont les gens de leur utilisation des ressources forestières et de leur impact.

A chaque rencontre avec une trace d'activité humaine, il faut noter le type de trace, avec une description détaillée si nécessaire, son âge estimé et la distance par rapport au transect. Les traces les plus courantes sont:

- Pistes; utilisées ou abandonnées;
- Sites d'anciens villages;
- Coupes faites à la machette ou branches cassées (un seul passage); comptez les coupes visibles;
- Sentiers utilisés régulièrement, ou montrant des coupes anciennes qui suggèrent un passage fréquent il y a un certain temps;
- Lignes de collets (actives ou abandonnées); comptez le nombre de collets et prenez des notes sur les animaux pris;
- Cartouches vides;
- Récolte de miel;
- Sites de campement (actifs ou abandonné); notez la présence de claies de séchage, les restes d'animaux, le nombre d'abris; cherchez des signes susceptibles de vous dire qui a occupé ce campement;
- Foyers;
- Activités agricoles présentes ou passées;
- Activités minières;

- Arrachage d'écorce pour la construction, les batées, les cordes ou la pharmacopée etc.;
- Cadavres de grands mammifères, spécialement d'éléphants;
- Hévées incisés;
- Activités de pêche (par exemple nasses);
- Sites où des noix comme celles de *Panda oleosa* ont été ouvertes (mais notez qu'en Afrique de l'ouest, les chimpanzés ouvrent les noix, ainsi que les potamochères);
- Sites de construction de pirogues.
- Notez aussi les signes de changement (augmentation notamment) de la pression humaine tels que:
- Nombreuses traces d'éléphants datant de plusieurs années (dans les zones où il n'y a pas de traces récentes), tels qu'écorçages cicatrisés ou pistes abandonnées depuis longtemps;
- Clairières refermées, qui peuvent indiquer que les grands mammifères qui les maintenaient ouvertes ont vu leur densité diminuer, peut-être à cause d'une pression de chasse.

Demandez aux guides qui ont des connaissances locales plus d'informations sur les occupants des anciens campements et villages, ou sur les zones qui ont pu changer les dernières années.

### DESCRIPTION DES HABITATS

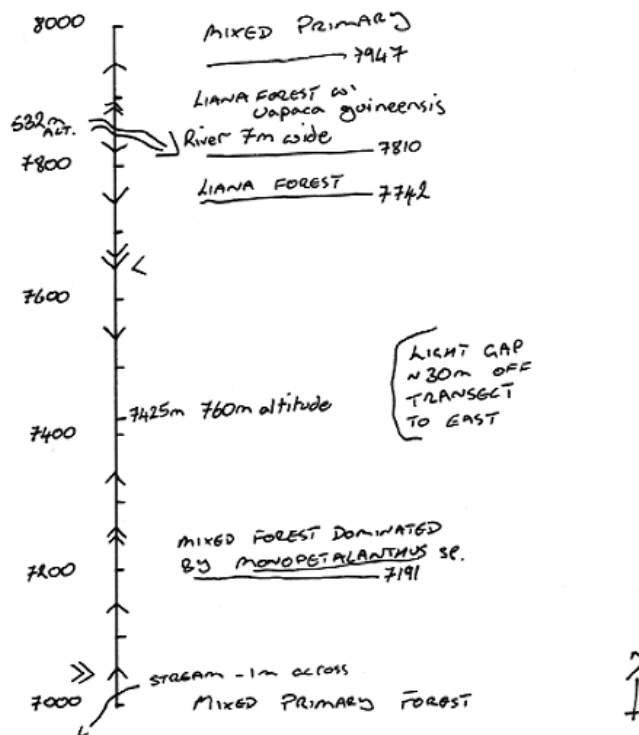
Un relevé des types de végétation, de la pente, de l'altitude etc. doit être tenu. Toutes les caractéristiques particulières du paysage doivent être notées, telles que cours d'eau (notez la taille et la direction du courant), les marécages (taille), les grands arbres tombés (particulièrement si vous vous intéressez à des espèces comme l'okapi), les fonds de vallée (altitude), les sommets de crêtes (altitude). Il est utile de représenter schématiquement le transect pour noter ces caractéristiques (figure 13.4). En plus de ces données, attribuez à chaque segment de 50 m des angles de pente, dans le sens de déplacement et perpendiculairement: zéro ou pente douce; pente moyenne (< ou >, les flèches dirigées vers l'amont); forte pente (<< ou >>)( voir plus bas).

Les types de forêt doivent généralement être simplifiés pour permettre de comparer les données prises par différents observateurs:

- Forêt mixte à sous-bois ouvert;
- Forêt mixte à sous-bois fermé; peut être similaire à une vieille végétation secondaire (notez si le sous-bois est dominé par des lianes, des Marantacées ou un autre type de végétation);
- Forêt monodominante (notez l'espèce dominante, par exemple *Gilbertiodendron*, *Garcinia*, *Berlinia*, *Lophira*, *Aucoumea*, *Julbernardia*, *Sacoglottis* etc.);
- Marécage;
- Forêt inondée de façon saisonnière;
- Forêt à Marantacées - notez l'espèce de Marantacée dominante;
- Forêt à lianes;
- Forêt galerie;
- Broussailles basses et fermées - souvent, présence de palmiers du genre *Ancistrophyllum*;
- Eclaircies (dues à un marécage ou aux éléphants);
- Eclaircies majeures;
- Savanes;
- Végétation secondaire mature;
- Végétation secondaire jeune;
- Exploité (il y a combien d'années);
- Plantations (récentes ou abandonnées depuis longtemps); notez particulièrement la présence de manguiers et de palmiers à huile.

Figure 13.4 Relevé topographique - Relevé de végétation

KAMUZI BIGGA TH/22



Les observateurs plus expérimentés peuvent prendre des notes supplémentaires pour ajouter des détails à ces catégories. Si vous ne comptez pas faire un inventaire botanique complet (voir chapitre 8), il est très utile de noter en plus des données sur la végétation les espèces d'arbres dont le diamètre à hauteur de poitrine (dbh: diameter at breast height) dépasse 50 cm dans un cercle de 10 m (ou 15 m) de rayon sur le transect, tous les 100 m pour avoir un total de 75 (ou 175) arbres environ pour 5 km. Notez l'espèce, le dbh estimé et la hauteur estimée. Cela donnera une estimation de la densité et de la fréquence des grandes espèces d'arbres. Pour des travaux botaniques plus détaillés, vous pouvez classer les arbres de la voûte par groupes d'espèces indicatrices: la valeur de ces données deviendra importante quand vous apprendrez comment certaines espèces d'arbres peuvent être utilisées comme indicatrices de l'histoire de la forêt ou de la qualité d'habitat d'un animal (voir tableau 9.1).

La collecte de ces données ralentira votre déplacement pendant votre marche (sauf si vous avez un observateur en plus pour la botanique), mais quand vous vous serez familiarisé avec les espèces communes, ou si vous avez un assistant qui connaît les noms scientifiques ou locaux, ces données pourront être prises rapidement.

#### Localiser les transects

Si vous comptez répéter vos recensements au cours d'un programme de suivi, il faut pouvoir être capable de localiser où ils ont été effectués. De plus, la plupart des données environnementales récoltées ont des applications potentielles pour l'interprétation au sol des images satellites, et cela est important pour pouvoir améliorer la capacité à utiliser ces images pour suivre les changements à grande échelle du couvert forestier (voir encart 9.12). Si vous avez un GPS, il est relativement aisé de situer précisément le transect. La localisation du point de départ doit être notée (si nécessaire, le point GPS de la zone ouverte utilisable la plus proche), et des points doivent être faits quand cela est possible au cours de la marche, particulièrement aux endroits remarquables susceptibles d'être visibles sur des cartes, des photographies aériennes ou des images satellites, comme les confluent de rivières. Si un tel endroit est repéré à proximité, cela mérite que l'on s'écarte de la route fixée pour y faire le point (voir encart 4.7).

## **UTILISER LES OBSERVATIONS D'ANIMAUX POUR ESTIMER LES DENSITES**

### **1) Transects linéaires**

Bien que de nombreuses espèces puissent être recensées grâce à leurs crottes, traces ou nids, ces méthodologies ne sont pas toujours appropriées. Par exemple, les petits singes sont un des groupes de mammifères dominants dans les forêts tropicales, mais comme ils sont principalement arboricoles, ils laissent rarement des traces au niveau du sol, et leurs crottes sont si petites qu'il est extrêmement difficile de les détecter et qu'elles disparaissent rapidement. De plus, bien qu'il soit souvent plus facile de compter les crottes, les nids ou les empreintes, convertir ces mesures en estimations de densité fiables n'est pas toujours simple ni convaincant. Certaines personnes trouvent curieuse l'idée d'utiliser des comptages de crottes pour estimer les densités d'éléphants. L'estimation des densités par observation directe des animaux est généralement plus satisfaisante, et c'est parfois la seule méthode. Mais elle est généralement peu adaptée pour couvrir de grandes zones reculées, pour plusieurs raisons:

- comme nous l'avons déjà vu, les signes laissés par les animaux sont généralement plus abondants et plus faciles à détecter que les animaux eux-mêmes. On peut par exemple s'attendre à trouver environ 150 crottes d'éléphants et 100 nids de chimpanzés pour chaque éléphant ou chimpanzé observé. On peut donc obtenir de bonnes tailles d'échantillons avec des traces beaucoup plus efficacement (en temps et en argent) qu'avec des observations;
- les animaux sont généralement méfiants vis-à-vis des humains, alors que les crottes et les nids ne s'enfuient pas. Vous pouvez donc collecter des données tout en ouvrant un transect dans une zone reculée. Pour recenser les animaux par observation, vous devrez vous déplacer silencieusement sur des transects déjà ouverts. Deux équipes doivent donc parvenir dans la zone, une pour ouvrir le transect, une pour collecter les données, en laissant suffisamment de temps entre les deux visites pour éviter que les dérangements causés par l'ouverture du transect influencent la fréquence d'observation des animaux.
- les transects destinés à permettre le passage silencieux des personnes voulant observer les animaux doivent être mieux coupés que les transects parcourus une seule fois pour rechercher des traces, ce qui augmente les dégâts sur la végétation et les chances qu'ils soient utilisés par des braconniers (voir encart 13.2).
- en général, la collecte de données par observation d'animaux est plus complexe que par les signes, et demande donc une formation plus importante.

L'observation d'animaux est donc généralement utilisée uniquement pour recenser certains groupes, ou pour des études détaillées dans des zones restreintes. Dans les forêts pluviales africaines, elle a été généralement utilisée pour estimer les densités de primates, mais elle est utilisable pour d'autres animaux comme les céphalophes, les écureuils, de nombreuses espèces d'oiseaux, les papillons etc. Si vous désirez obtenir des données supplémentaires pour une zone où il y a de hautes densités de mammifères, ou si vous voulez suivre les effets de la chasse ou de l'exploitation forestière sur les mammifères dans une réserve communautaire, une zone de chasse ou une concession forestière, vous pouvez décider d'utiliser les observations pour estimer le statut des populations. Comme cela est expliqué au chapitre 14, beaucoup d'informations (autres que les densités) peuvent être obtenues uniquement par l'observation d'animaux, et cela peut justifier des efforts supplémentaires pour effectuer ce type de recherche. Si vous décidez de recenser les animaux directement, vous le ferez probablement sur des transects (semi-) permanents, qui seront ouverts une fois pour permettre de les parcourir silencieusement, puis seront entretenus régulièrement. Une approche qui s'est montrée pratique en de nombreux endroits est la combinaison de recensements réguliers des animaux avec des recherches en botanique (voir chapitre 9) le long de transects permanents de 5 km dans les zones intéressantes. Comme cette méthode est souvent appliquée aux primates, l'estimation des densités d'espèces de petits singes est décrite en détail ci-dessous, suivie par une discussion sur les façons d'appliquer cette méthode à d'autres groupes.

### **Recensements de primates sur des transects linéaires**

Les recensements de primates se font sur des transects déjà tracés. De nombreux chercheurs ont choisi d'utiliser des transects de 5 km, car ils peuvent être parcourus en 5-7 heures et permettent généralement d'observer plusieurs groupes de petits singes. Cependant, tout comme avec les comptages de crottes ou de nids, si vous pouvez facilement parcourir plusieurs transects plus courts (1 km par exemple) placés au hasard, votre échantillon sera probablement plus représentatif de l'ensemble de votre zone d'étude (voir chapitre 5).

Si possible, les recensements par observation doivent commencer dès que la visibilité est suffisante pour distinguer les espèces dans la canopée. S'il pleut sans cesse pendant plus de 15 minutes, le recensement doit être abandonné, car la pluie et le bruit de l'eau peuvent affecter le comportement des animaux et/ou l'efficacité de l'observateur, ce qui modifie les probabilités de détecter les animaux. Les recensements successifs doivent si possible être conduits dans des directions opposées. Ils doivent être effectués à intervalles réguliers pendant une durée d'au moins un an, une fois tous les quinze jours ou tous les mois, selon le temps disponible. Vous devez viser 60-80 observations par espèce que vous voulez recenser - si vous utilisez des transects de 5 km dans une

zone ayant une densité raisonnable de primates, cela signifiera probablement environ 40-50 répétitions par transect.

Whitesides et al. (1988) ont décrit la méthodologie des recensements de primates, applicable aussi aux autres mammifères et à quelques grands oiseaux (légèrement modifiée ici):

- se déplacer lentement et silencieusement le long du transect, à une vitesse d'environ 1 km.h<sup>-1</sup>;
- ne jamais quitter le transect pour améliorer votre observation car vous risqueriez de voir des singes invisibles depuis le transect, ce qui est contraire aux hypothèses de recensement par transect linéaire;
- s'arrêter périodiquement pour observer et écouter les animaux;
- si un animal ou un groupe est détecté, passer jusqu'à 10 minutes *in situ* pour prendre des notes (on peut revenir jusqu'à 25 m en arrière pour obtenir un meilleur point de vue).

Les groupes de petits singes proches des transects sont généralement faciles à détecter. Cependant, arriver à compter précisément le nombre d'individus dans chaque groupe est difficile. De plus, on détecte généralement des groupes et non des individus. Donc lorsque vous recensez des petits singes, de même que pour les groupes de nids de grands singes, il faut collecter des données par groupe rencontré. Un groupe est défini comme une association de petits singes. Un singe se déplaçant seul est noté "solitaire".

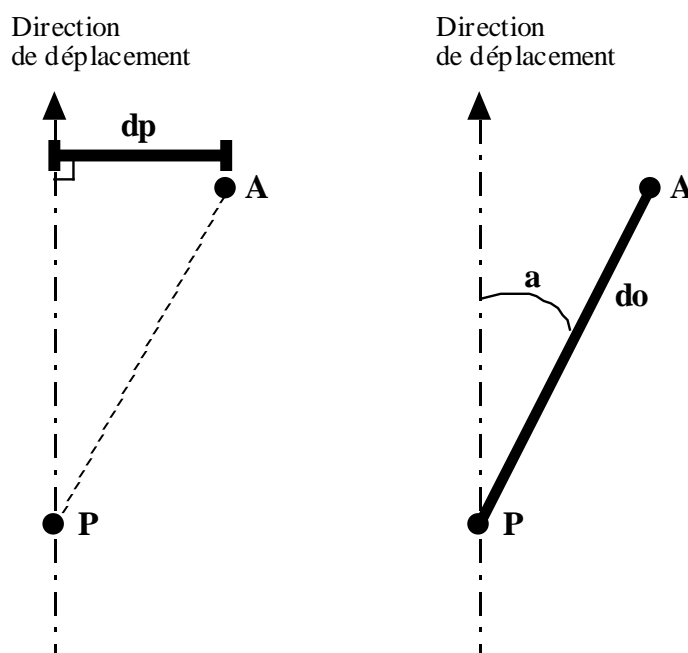
Il faut noter les informations sur des fiches préparées (voir Annexe 1). Il faut y faire figurer, en haut, la date, le(s) nom(s) de (des) l'observateur(s), le nom du transect, la direction de déplacement et les heures de début et de fin de transect. Quand un groupe de singes est rencontré, les informations suivantes doivent être notées pour chaque espèce (il peut y avoir deux espèces ou plus associées en un groupe, appelé "association polyspécifique"):

- numéro de rencontre. Chaque groupe, mixte ou non, rencontré pendant un recensement doit se voir attribuer un numéro qui permettra de savoir pendant quelle rencontre a été faite quelle observation. Par exemple, si la première observation sur un transect était un groupe mixte de *Cercopithecus pogonias* et de *Cercocebus albigena*, les données pour ces deux espèces doivent se voir attribuer le numéro 1;
- distance le long du transect;
- type d'habitat où les singes ont été observés;
- espèce;
- comment le groupe a été détecté (bruit de mouvement ou de chute de fruit, cri d'alarme, cri de contact, observation etc.);
- hauteur du premier individu observé;
- distance perpendiculaire du transect au centre estimé du groupe, mesurée avec un télémètre ou avec un mètre ruban une fois que les données ont été prises (cf figure 13.5);
- distance du centre du groupe par rapport à l'observateur ("distance d'observation");
- direction compas du centre estimé du groupe (elle sert à calculer "l'angle d'observation", voir figure 13.4);
- nombre de singes détectés de chaque espèce dans le groupe (nombre d'individus vus ou entendus de chaque espèce);
- nombre total estimé d'individus. Estimez le nombre total d'individus dans le groupe, en utilisant des indices comme les mouvements de branches ou d'autres signes indirects. Quand il y a plus d'une espèce, le nombre total estimé inclut toutes les espèces. S'il y a plus d'un observateur, l'un d'eux peut suivre silencieusement le groupe pour obtenir une meilleure estimation de la taille du groupe, tandis que les autres continuent sur le transect.
- A chaque fois qu'on entend un cri de singe (et en particulier les grands cris des mâles), noter l'heure, la localisation, l'espèce, la distance estimée et l'angle;
- notes additionnelles sur le comportement, toute nourriture observée, présence de jeunes portés sous le ventre etc.

Si vous n'avez pas de télémètre et si vous ne pouvez pas avoir des équipes de deux personnes au moins, ce qui permet qu'un observateur mesure les distances avec un mètre pendant que l'autre continue les observations, les distances devront être estimées à l'oeil. Si cela est le cas, vous devrez tester régulièrement votre précision, car on fait facilement des erreurs significatives.



**Figure 13.5:** la distance perpendiculaire ( $d_p$ ) est mesurée entre le milieu du sentier du transect et le centre estimé du groupe (Gp), à un angle de  $90^\circ$  par rapport au transect. La distance d'observation ( $d_o$ ) est mesurée entre la position de la personne (P) et le centre estimé du groupe (Gp). L'angle d'observation ( $a$ ) est mesuré entre une ligne imaginaire suivant le transect et une ligne imaginaire liant l'observateur et le centre estimé du groupe.



#### Estimer l'abondance des groupes de singes

Pour estimer la densité des groupes de petits singes, vous devez analyser vos données pour calculer la surface recensée pour chaque espèce. Des programmes informatiques comme Lopes et DISTANCE (voir plus haut) sont disponibles pour cela, mais si vous voulez analyser vos données à la main sur le terrain, ou si vous n'avez pas accès à des ordinateurs, suivez les instructions données dans l'encart 13.6.

Le nombre moyen de fois où des groupes de singes ont été rencontrés par kilomètre (c'est-à-dire le nombre total de groupes rencontrés divisé par le nombre total de kilomètres parcourus) peut être utilisé comme un simple index d'abondance, en particulier pour les espèces rares ou pour lesquelles vous n'avez pas assez de données pour calculer des densités réelles.

#### Estimer l'abondance des singes

Pour estimer la densité des petits singes, vous devrez collecter des données sur la taille moyenne des groupes (car vous ne pourrez pas compter tous les individus dans chaque groupe observé). Les estimations de tailles de groupes faites au cours des recensements ont peu de chances d'être précises, à moins qu'il y ait plusieurs observateurs, et que l'un d'entre eux quitte le transect et suive les singes pour les compter quand la collecte de données sur le groupe est terminée. Si cela est impossible, il faut essayer d'estimer les tailles de groupes en d'autres occasions, par exemple quand on observe un groupe entier de singes traverser une route ou une rivière. Cependant, de tels comptages risquent d'être biaisés vers les petits groupes, car vous avez plus de chances d'obtenir des comptages complets de petits groupes. Si vous le pouvez, faites donc une étude séparée de la taille des groupes en essayant de suivre et d'observer plusieurs groupes. Plus tard, multipliez la densité des groupes de singes par le nombre d'individus trouvés dans chaque groupe (voir chapitre 14). Cette opération doit être faite séparément pour chaque espèce.

#### Recenser d'autres espèces sur les transects linéaires

En recherchant des informations similaires pour d'autres espèces, on peut recenser efficacement de nombreux animaux, tels qu'éléphants, papillons, calaos, grenouilles et lézards. Lorsque l'on recense des espèces solitaires, les mesures doivent être prises depuis l'animal lui-même; à chaque fois que l'on rencontre des groupes, les distances doivent être prises depuis le centre du groupe, comme pour les primates.

### **Recensements de nuit**

Les observations sur des transects linéaires ne doivent pas nécessairement être faites de jour. De nombreuses espèces d'animaux qui ne sont pas visibles pendant la journée peuvent être recensées pendant la nuit. Il s'agit des primates nocturnes, comme les galagos et les pottos; des petits carnivores comme les genettes, les civettes et les mangoustes; des rats géants, des porcs-épics, des pangolins, des chevrotains, des chouettes, des chauves-souris, des damans, des écureuils volants et de certains céphalophes. De fait, les comptages nocturnes sont particulièrement efficaces pour les céphalophes, et donnent des fréquences de rencontre bien plus élevées que les recensements diurnes sur les mêmes transects.

Déplacez-vous en silence sur le transect, en cherchant à voir des mouvements et des yeux reflétant l'éclat de la lampe, ce qui est facile si vous utilisez une lampe frontale puissante. En général, les animaux s'immobilisent quand la lumière s'approche, ce qui permet souvent d'identifier l'espèce. Du fait des différences de rythmes d'activité, les recensements de nuits doivent être faits à plusieurs moments, juste après le crépuscule, au milieu de la nuit et avant l'aube.

Notez les données de façon standard pour les individus et les groupes durant les recensements de nuit. Les calculs de densité sont décrits dans l'encart 13.6.

### **2) Comptages ponctuels**

Les comptages ponctuels (parfois appelés points-transects) sont une variation des transects linéaire, souvent appliquée aux recensements de passereaux. Au lieu de suivre un transect, l'observateur fait ses observations depuis des points. Ces points peuvent être disposés le long d'un transect, ou au hasard dans différents habitats. L'observateur mesure la distance du point à tout animal vu ou entendu, ou au centre du groupe, et note l'espèce, la hauteur, l'heure etc., comme pour les transects linéaires. En fait, cette méthode peut être envisagée comme un type de transect linéaire modifié dans lequel la longueur du transect a été réduite à zéro. Le point depuis lequel les observations sont faites est considéré comme la ligne médiane du transect, et les hypothèses décrites dans l'encart 13.3 s'y appliquent. Comme on l'a vu plus haut, réduire la longueur du transect à zéro et maximiser le nombre de points rendra l'étude plus représentative de la zone d'étude, mais il y aura une perte de temps en allant d'un point à l'autre. Cette méthodologie a de nombreux avantages par rapport à celle des transects linéaires:

- quand l'observateur est en place, il peut se concentrer uniquement sur la détection, la localisation et l'identification des oiseaux, sans avoir à traverser des terrains difficiles ou bruyants;
- il peut emprunter la route la plus facile pour se rendre aux points;
- des habitats fragmentés peuvent être échantillonnés plus facilement et de façon plus représentative, ce qui facilite les estimations de densité par habitat;
- décrire la structure et la composition de la végétation est plus aisé depuis un point que depuis une ligne;
- seul la distance entre l'observateur et l'objet doit être mesurée, ce qui est plus facile que d'estimer une distance perpendiculaire;

Les inconvénients de cette méthode sont:

- les objets peuvent être dérangés par l'observateur tandis qu'il s'approche du point. Bien qu'il soit difficile d'estimer lesquels auraient pu être comptés, s'ils sont ignorés les densités seront sous-estimées;
- de nombreux objets peuvent être détectés mais n'entrent pas dans les données quand l'observateur va d'un point à l'autre;
- la présence de l'observateur affectera la distribution des objets, ce qui donnera moins de valeurs proches du point, et ce qui compliquera l'analyse.

Idéalement, les comptages ponctuels doivent représenter un point dans l'espace et dans le temps. Cela n'est pas possible en pratique car détecter et noter les données pour chaque objet prendra du temps. Lorsque l'on travaille sur toute l'avifaune d'une zone, qui peut compter plus de 400 espèces, c'est un travail impressionnant. La collecte de données pour chaque point doit être entreprise pendant une période de temps spécifiée. Elle doit être optimisée pour maximiser le nombre d'objets détectés et minimiser les chances qu'un objet arrivant dans le champ de vision ou en repartant soit compté deux fois par erreur. On choisit typiquement une période de 2-20 minutes, selon l'habitat et le nombre d'espèces incluses dans l'étude.

Comme pour les transects linéaires, vous devez chercher à obtenir un minimum de 60-80 observations pour chaque espèce étudiée. Il sera nécessaire d'effectuer des études pilotes pour estimer le nombre de comptages ponctuels nécessaires à l'obtention d'un échantillon de cette taille. Après cela, les points d'échantillonnage doivent être placés au hasard ou de façon systématique dans chaque zone ou habitat à échantillonner (voir chapitre 5). Le programme DISTANCE peut servir pour analyser les données, mais là encore, l'analyse simplifiée présentée dans l'encart 13.6 peut être utilisée sur le terrain comme première approximation.

Cette méthode ne devra pas être choisie pour des recensements dans des zones étendues et reculées, à cause du temps qui serait perdu entre les points (à moins que ces déplacements puissent être combinés avec un autre travail). Cependant, elle peut être particulièrement pratique pour estimer les densités de plusieurs espèces

d'oiseaux dans des mosaïques de végétation complexes (telles que des zones mixtes de forêt et de savane, ou des parcelles dégradées ou non en forêt exploitée), ou pour des études détaillées dans des zones restreintes intéressantes.

### 3) Marches de reconnaissance

Cette méthode permet d'estimer les populations animales et d'évaluer les activités humaines au cours de recensements dans les zones reculées, et de cartographier les types de végétation. Elle a été développée pour la collecte de données pendant des marches de reconnaissance, telles que celles effectuées pendant les recensements préliminaires; des études récentes comparant les données "de reconnaissance" avec celles obtenues le long de transects linéaires suggèrent que cette méthodologie a un bon potentiel pour suivre les variations de populations dans des zones reculées. Le principe de base consiste à prendre le chemin le plus facile pour se déplacer, en allant intentionnellement dans des types de forêt à sous-bois clair, le long de pistes tracées par les éléphants ou les hommes, en suivant les cours d'eau etc., et en évitant la végétation dense où la progression est forcément plus lente. La collecte de données est similaire à celle des transects linéaires, mais cette méthode a pour objet de couvrir une zone plus rapidement; vous n'êtes pas obligé de vous déplacer en ligne droite, et moins de mesures sont prises.

Les inconvénients de cette méthode sont les suivants:

- l'échantillon n'est pas représentatif de l'ensemble de la zone d'étude car certains types de végétation sont évités et d'autres préférés;
- comme les animaux et les hommes suivent souvent les sentiers, leurs traces y sont concentrées;
- les analyses des transects linéaires ne sont pas applicables pour obtenir des densités.

Les avantages de cette méthode sont les suivants:

- les observateurs ne sont pas ralentis par la nécessité d'ouvrir un transect droit, et pourront donc couvrir 10-15 km par jour, au lieu de 2-3 km sur un transect;
- comme la vitesse est accrue, une plus grande distance peut être couverte dans le même temps. Une plus petite équipe peut donc couvrir une plus grande surface, ce qui diminue les coûts et augmente l'efficacité;
- comme les observateurs ont tendance à suivre des pistes existantes, ils ont peu besoin de couper la végétation. Les sentiers qu'ils suivent risquent donc moins d'être adoptés par les braconniers après le passage des chercheurs, et les dégâts à la végétation sont minimisés (voir encart 13.2).
- les données "de reconnaissance" peuvent être collectées pendant d'autres activités.

Par exemple, pendant une patrouille anti-braconnage dans une aire protégée, ces données peuvent être collectées pour suivre les activités humaines et les populations animales au cours du temps. Si de telles données sont collectées de façon routinière pendant d'autres missions, cela vous donnera le moyen d'évaluer votre efficacité et d'identifier les zones prioritaires pour de futures actions anti-braconnage. Une fois qu'elle est incorporée dans la routine, la collecte de données ne ralentira pas significativement votre équipe, et les légers retards seront largement compensés par les gains que l'on en retire.

Les résultats obtenus ainsi seront des indices d'abondance d'espèces de mammifères et de signes d'activités humaines, et des informations sur la distribution des types de végétation. De plus, des études récentes sur plusieurs sites ont montré que, au moins pour les crottes d'éléphants et les nids de gorilles, il existe une bonne corrélation entre les données obtenues au cours de marches de reconnaissance et celles obtenues sur des transects linéaires dans la même zone. Ainsi, si une étude intensive avec des transects parcourus une fois peut être entreprise quand le temps et la main-d'œuvre sont disponibles, on peut évaluer la relation entre densités animales et données "de reconnaissance", et ensuite estimer les densités animales grâce aux marches de reconnaissance (voir encart 13.4).

### Détails pratiques

- La collecte de données pendant les marches de reconnaissance est très similaire à celle des transects, avec une exception: les distances perpendiculaires ne sont pas mesurées (ce qui fait gagner pas mal de temps);
- les chercheurs demandent le même niveau de formation et de connaissance;
- L'efficacité de la récolte de données varie avec la vitesse de déplacement et la concentration. Si vous manquez de vivres, avec un long trajet à parcourir, après un recensement difficile, vous raterez des signes que vous auriez détectés dans d'autres conditions. Notez attentivement les circonstances et l'heure après chaque kilomètre. Si vous avez deux assistants entraînés, l'un d'eux doit marcher près du guide local qui ouvre le passage. Il doit s'assurer que le guide garde un cap correct, et doit contrôler au sol les signes de présence d'animaux. Des déviations allant jusqu'à 60° sont acceptables, mais une direction générale doit être respectée autant que possible; toute déviation de plus de 60°, par exemple pour suivre une piste d'éléphants particulièrement large qui vous semble mener à une baie, doit être clairement notée. Le deuxième assistant doit concentrer son attention sur les arbres, en cherchant les nids et les primates. Si l'équipe est plus

importante, certains observateurs doivent observer le sol pour les crottes et les empreintes, ainsi que les arbres pour les nids.

- Notez l'heure de départ le matin, l'heure de fin le soir, les distances et les heures pour toutes les périodes de repos.
- Vous passerez généralement plusieurs nuits dans la forêt, emportez donc le matériel de base pour camper et préparer les repas, ainsi qu'une pharmacie. Les besoins en équipement sont assez simples: une boussole pour chaque chercheur; GPS; topofil avec suffisamment de ficelle (il est prudent d'emporter un topofil de rechange en cas de désastre); altimètre; jumelles; mètre ruban; sacs pour les objets intéressants; fiches de prise de données; une presse à plantes petite et légère.

### **Quelles données collecter?**

#### **1) ITINERAIRE, NAVIGATION ET DONNEES PHYSIQUES**

Si vous avez un GPS, il est aisé de connaître précisément votre itinéraire, mais si vous n'en possédez pas, la navigation au compas est suffisante. La localisation du point de départ doit être notée (si nécessaire, le point GPS de la zone ouverte utilisable la plus proche - voir encart 4.7), et des points doivent être faits quand cela est possible au cours de la marche, particulièrement aux endroits remarquables, comme les confluent de rivières, susceptibles d'être visibles sur des cartes, des photographies aériennes ou des images satellites.

La distance parcourue doit être mesurée avec un topofil. Notez tous les 100 m la direction suivie (cap compas).

Il faut relever succinctement les types de végétation, la pente, l'altitude et les caractéristiques topographiques comme pour les transects linéaires.

Notez si vous vous déplacez sur une piste humaine, une grande piste d'éléphant, une petite piste faite par les animaux ou hors-piste en suivant un cap compas. De plus, notez la localisation, la taille (très importante, grande, moyenne, petite), l'état (nettoyée par le passage d'animaux; active; feuilles s'accumulant: utilisation récente, ou abandonnée) et la direction des pistes d'éléphants.

#### **Autres informations**

Les informations sur les animaux (observations, crottes, nids, traces etc.), les types de végétation et les traces d'activités humaines sont notées comme pour les transects linéaires, à l'exception des distances perpendiculaires, qui ne sont **pas** mesurées. Tout comme pour les transects, de nombreuses informations peuvent être collectées, et ce que vous déciderez de noter dépendra de vos objectifs spécifiques. Quand vous connaissez les questions de recherche auxquelles vous voulez répondre, vous devez bien réfléchir aux données nécessaires pour y parvenir. Vous pouvez ensuite entreprendre une étude pilote pour savoir si collecter cette information est faisable, étant données vos contraintes de temps et d'argent et les conditions de terrain. Vous devez décider du niveau de détail auquel vous voulez parvenir. Notez-vous tous les signes de présence humaine, ou simplement les camps, les feux, les cartouches, les collets etc? Notez-vous toutes les traces d'éléphants, ou juste les observations, ou les crottes et les pistes principales; notez-vous tous les oiseaux observés, ou seulement quelques espèces rares et importantes?

Il est difficile de faire des recommandations précises, car chaque situation est différente. De plus, cette méthodologie est encore en développement. Les essais à ce jour ont montré de bonnes corrélations entre les données de transect et celles de marches de reconnaissances pour les crottes d'éléphants et les nids de gorilles, une moins bonne pour les crottes de céphalophes. Si ces corrélations tiennent et peuvent être étendues à d'autres études, cette méthodologie sera de plus en plus utilisée.

#### **4) Recensements par balayage**

Les recensements par balayage (par exemple, Whitesides et al., 1987) sont une modification de la méthode par transect linéaire. Plusieurs transects parallèles sont ouverts à 50 ou 100 m les uns des autres (cela dépend de la visibilité et de l'espèce étudiée). Chaque transect est alors parcouru en même temps par un observateur (ou une équipe), dans le but de détecter tous les animaux dans la zone recensée. La collecte de données est la même que pour les transects linéaires, mais les observateurs doivent avancer à la même vitesse, et un système permettant de s'assurer que la progression est uniforme doit être mis au point. Par exemple, les montres peuvent être synchronisées (cela est de toute façon une bonne habitude), et le moment où les observateurs atteignent un point donné peut être prévu. Les observateurs en avance doivent attendre que leurs collègues les rejoignent.

En utilisant cette méthode, des observateurs adjacents rencontreront souvent le même groupe d'animaux, ou entendront les bruits causés par les mouvements des animaux observés par leurs collègues. A la fin du recensement, les observateurs se réunissent et rassemblent leurs observations pour estimer combien il y avait de groupes dans la zone balayée. De plus, les groupes entendus mais non vus pourront être localisés par triangulation (cf chapitre 4) si deux observateurs ou plus les ont détectés.

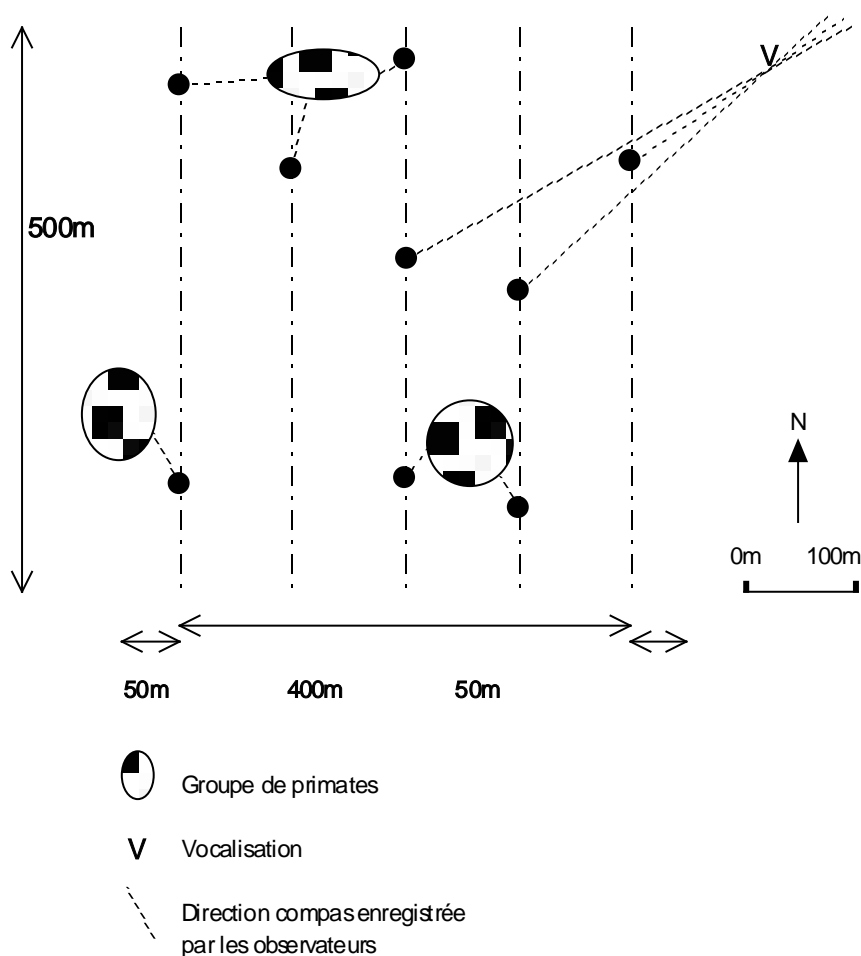
L'aire couverte est calculée en additionnant la distance entre les deux observateurs les plus éloignés et la distance entre deux transects (pour tenir compte des observations faites par les observateurs externes). Ce résultat est ensuite multiplié par la distance parcourue sur les transects (figure 13.6). Cependant, les distances perpendiculaires d'observations doivent être analysées pour chaque espèce recensée pour contrôler s'il est

raisonnable d'estimer que tous les groupes et individus de chaque espèce ont été comptés. Dans ce cas, l'examen d'un graphique des distances d'observation perpendiculaires est suffisant (il n'est pas nécessaire de faire une analyse complexe de la fonction de détection en utilisant les programmes LOPES ou DISTANCE). Si la distance d'observation n'est pas significativement inférieure à la moitié de la distance entre les observateurs (50 m si les transects sont éloignés de 100m), on peut raisonnablement s'attendre à ce que le recensement soit exhaustif. Les densités animales peuvent alors facilement être calculées car la surface échantillonnée et le nombre de groupes observés sont connus.

Cette méthode peut être utilisée pour de nombreux groupes taxonomiques, bien qu'elle ait surtout été appliquée aux primates et aux autres grands mammifères. Elle n'est pas très adaptée aux recensements dans de grandes zones reculées, car c'est un travail intensif, mais elle peut être utilisée pour étudier en détail des zones particulièrement intéressantes. Elle est également très bien adaptée pour entreprendre des recensements dans les mosaïques de forêts-savanes, dans lesquelles les animaux vivent dans d'étroites forêts galeries et des bosquets isolés, où il serait difficile de placer un transect linéaire, même petit.

### Figure 13.6: représentation schématique d'un recensement par balayage

Trois groupes de primates ont été observés, leur dispersion a été cartographiée. Les groupes distants de plus de 50 m de chaque côté des observateurs extérieurs ont été notés mais non inclus dans l'analyse. Trois observateurs ont noté la direction compas de la vocalisation d'un mâle, et ont pu le localiser par triangulation.



### H) Suivis des animaux concentrés dans les "beyes"

Une méthode qui s'est révélée très pratique et qui demande un travail beaucoup moins intensif que les transects linéaires est le suivi de bayes. Une baye est une clairière dans la forêt, généralement localisée sur un cours d'eau, où de nombreux mammifères (en particulier les éléphants, les gorilles, les buffles, les bongos, les sitatungas et les potamochères) se concentrent pour manger des sels minéraux ou de la végétation aquatique. On les trouve partout dans les forêts africaines, du Nigeria à l'est du Zaïre, et elles sont par endroits un élément important des types de végétation. Comme elles concentrent les animaux dans une zone ouverte, ce sont des terrains de chasse très recherchés par les braconniers, les chasseurs de gros gibier et les populations humaines locales. La fréquence et les périodes des visites des animaux dans les bayes changent en réponse à la pression de

chasse - s'il y a de la chasse: les animaux viennent moins souvent, et si elle est intense, ils viennent généralement la nuit. Cependant, lorsqu'elles sont protégées, les bayes constituent un lieu idéal pour observer des espèces peu connues. Ainsi, en observant des animaux dans les clairières de forêts, vous protégerez la zone des braconniers tout en collectant des données pour le suivi à long terme de l'état de votre écosystème (et en même temps développer une ressource qui pourra attirer les touristes).

L'exemple le plus spectaculaire est celui de la saline de Dzanga en République Centrafricaine (figure 13.6), où Andrea Turkalo a observé les visites de 2215 éléphants différents, reconnus individuellement (Turkalo & Fay, sous presse). Pendant une étude de 5 ans, Turkalo a observé de nombreux aspects de la vie des éléphants de forêt, si mal connus, depuis une plate-forme située en bordure de la clairière de Dzanga. Un tel nombre d'éléphants venant à la clairière prouve qu'ils se déplacent sur de longues distances pour manger la terre riche en sels minéraux de la saline. En suivant les populations depuis sa plate-forme, Andrea Turkalo devrait pouvoir détecter les effets du braconnage à grande échelle partout dans l'aire occupée par la population d'éléphants de Dzanga, et prévenir les autorités de protection du parc national de Dzanga-Sangha s'il y avait un phénomène inquiétant.



**Figure 13.6: Un elephant dans une bai**

Les méthodes de suivi des bayes sont simples: assurez-vous tout d'abord que la zone est protégée de la chasse, pour que les animaux viennent pendant la journée et se comportent naturellement. Si la baye était très chassée avant votre étude, il faudra sans doute attendre une année avant que les animaux viennent pendant le jour. Installez une plate-forme sur un arbre placé de manière stratégique, avec une vue dégagée sur la baye. La plate-forme peut être occupée en permanence, ou aux moments où il y a le plus d'activité dans la baye (ce que vous pourrez décider après une étude pilote). Faites une carte à grande échelle de la baye et de ses caractéristiques principales, telles que le cours d'eau, les grandes pistes d'éléphants et les autres accidents du paysage (voir chapitre 4).

Notez la localisation de tous les mammifères (et d'autres espèces, comme les perroquets jacos, si cela est possible et utile) dans la baye toutes les 15 ou 30 minutes (voir le scanning, chapitre 14). Si possible, notez l'heure et la localisation de chaque entrée et sortie de la baye pour tous les mammifères. Pour quelques espèces clés, comme les gorilles, les éléphants et les bongos, vous pouvez décider de faire des observations plus intensives (voir chapitre 14). Il est dans ce cas très utile de prendre des notes et de faire des schémas et des photos d'individus connus: les éléphants peuvent être identifiés par des caractères comme la taille des défenses, par la forme, les coupures et la localisation des veines saillantes sur les oreilles, ainsi que par l'association avec d'autres membres de leur groupe (cf. Kangwana, 1996). Les gorilles doivent être observés pendant d'assez longues périodes, mais des observateurs expérimentés peuvent les reconnaître individuellement. Les bongos peuvent être reconnus par la disposition des bandes sur leurs flancs (Mike Fay, comm. pers.).

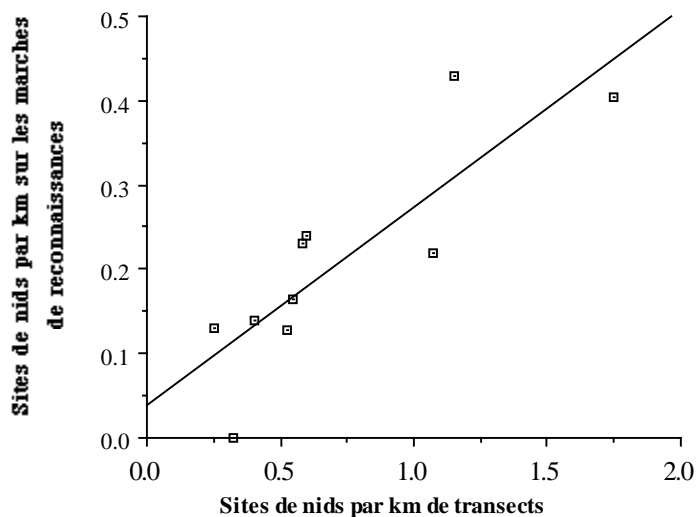
Tant que votre étude et la protection se poursuivront, la fréquence des visites augmentera certainement. Le nombre de nouveaux individus visitant votre baye par unité de temps vous donnera une idée du pourcentage de la population locale que vous avez vue (voir chapitre 9 et encart 13.1.). Avec le temps, vous aurez suffisamment de données pour pouvoir aussi évaluer l'organisation sociale, et calculer les intervalles de naissance, l'âge de maturité sexuelle, les taux de croissance d'animaux de forêt peu connus. De telles informations sont d'une grande importance biologique, et sont nécessaires pour mettre en place des quotas de chasse (chasse de subsistance ou sportive) et pour prévoir les réponses de ces espèces clés aux dérèglements.

**ENCART 13.14: COMPARAISON DES MARCHES DE RECONNAISSANCES AVEC LES  
TRANSECTS LINEAIRES**

Pendant un recensement de grands mammifères au Parc National de Kahuzi-Biega, Jeff Hall et ses collègues firent des transects et des marches de reconnaissance dans les mêmes zones pour compter les nids de gorilles. Les transects furent disposés de façon aléatoire à travers les principaux cours d'eau dans plusieurs zones définies par leur distance par rapport aux centres de population humaine. Plusieurs transects parallèles furent disposés dans chaque zone. Des marches de reconnaissance furent entreprises avant les transects, pour établir les données permettant de localiser ces transects, pour identifier les sites des camps de base, et pour vérifier que les hypothèses faites pendant la stratification de la zone étaient valides. De plus, des données "de reconnaissance" furent récoltées par les équipes revenant du bout d'un transect au camp de base (quand le transect n'était pas suivi).

Les itinéraires "de reconnaissance" ont été placés sur une carte des transects. Une ligne imaginaire a été placée à mi-chemin entre chaque transect. Chaque itinéraire "de reconnaissance" a ensuite été divisé en segments correspondant aux zones de chaque côté de chaque transect, délimitées par la ligne inter-transect. La relation entre le taux de rencontre de sites de nids de gorilles sur les transects et sur les itinéraires "de reconnaissance" a ensuite été représentée (figure B13.14). Il y avait une corrélation entre les deux séries de données. Les taux de rencontre relatifs sur les transects et sur les itinéraires "de reconnaissance" étaient reliés entre eux par l'équation décrivant la droite reliant les points de la figure. Ainsi, les marches de reconnaissance ont donné, dans ce cas, des résultats corrélés aux densités de gorilles.

**Figure B13.14:** Relation entre comptages de sites de nids de gorilles sur des transects et pendant des marches de reconnaissance dans l'extension du parc national de Kahuzi Biega, est du Zaïre (d'après Hall et al., en prep.).

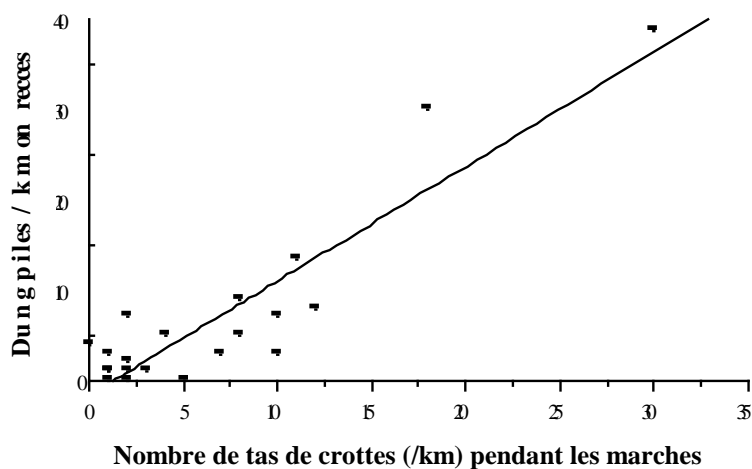


Pendant une étude de la valeur des données "de reconnaissance" pour estimer les densités d'éléphants, 20 transects de 1 km ont été tracés dans trois zones d'étude du complexe de Gamba dans le sud-ouest du Gabon (Walsh & White, données non publiées). Le nombre de tas de crottes d'éléphants visibles depuis chaque transect a été compté et une marche de reconnaissance a été faite, en partant d'un point situé à 50 m d'une extrémité du transect. Les comptages de crottes pour chaque paire transect-marche ont été comparés (figure B13.15). Il y avait une corrélation importante entre les deux séries de données, ce qui suggère encore que les marches de reconnaissance ont un potentiel pour les estimations de densité.



**Figure B13.15: relation entre comptages de crottes d'éléphants sur des transects et pendant des marches de reconnaissance dans le complexe de Gamba, Gabon.**

Y axe: Nombre de tas de crottes (/km) sur les transects



De nouvelles études sont en cours pour estimer les avantages et les inconvénients relatifs des transects et des marches. Il est possible que la distance supplémentaire qui peut être couverte par unité de temps et d'effort pendant les marches permet d'avoir des estimations de densités ayant des intervalles de confiance similaires à ceux des recensements par transects. Le logiciel Lopes inclura bientôt un module permettant aux chercheurs de faire leurs propres comparaisons marches/transects, et quand il existera plus de comparaisons, il sera possible de décider de la méthodologie la plus adaptée pour des travaux de recensement à grande échelle.





## Chapitre 14

### Collecter et utiliser des données d'écologie du comportement

Kate Abernethy

#### Introduction: Pourquoi les données d'écologie du comportement sont-elles utiles pour la gestion des populations animales?

Ce manuel traite de la gestion d'aires protégées, d'habitats ou d'écosystèmes étendus, et de celle de leurs populations animales et végétales. On obtient fréquemment des données de densités animales sans observation directe, en comptant les traces, les sites de nids ou les crottes (voir le chapitre 12). De telles données peuvent apporter des aperçus précieux sur une espèce, sa densité et sa distribution dans différents types d'habitats. Cependant, elles ne peuvent pas vous apprendre la façon dont un animal se comporte dans son groupe ou sa population, ni les détails de la vie d'un individu. Pour comprendre quels facteurs affectent le comportement d'un animal dans sa vie quotidienne (ou sur une longue période), il est nécessaire de passer du temps à l'observer et à noter ses interactions avec l'habitat, les autres membres de son espèce et les autres espèces. C'est ce qu'on appelle l'étude de *l'écologie du comportement*.

Observer le comportement des animaux dans leur habitat naturel peut apporter des informations qui seront directement utiles pour la gestion de la population, car elles vous permettront de comprendre ses besoins.

Pour connaître le type d'habitat dont un animal a besoin, vous pouvez étudier:

- ce qu'il mange et comment il trouve sa nourriture;
- si son régime alimentaire change avec les saisons;
- où il dort et s'abrite;
- si des "sites de reproduction" particuliers sont utilisés pour les accouplements ou les naissances.

Pour savoir combien d'individus d'une espèce vivent dans une zone, vous pouvez également étudier:

- quelles sont la taille et la composition des groupes pour une espèce (combien de mâles, de femelles et de jeunes), et si ces données changent selon les saisons ou les habitats;
- si l'animal défend un territoire ou interagit de façon non agressive avec des membres de son espèce ou d'autres espèces.

Puis pour décider si cette population peut survivre et se reproduire à long terme dans cette zone, vous pouvez également essayer de savoir:

- à quelle période de l'année a lieu la reproduction, et à quelle fréquence;
- combien de jeunes sont produits;
- ont-ils besoins de ressources particulières (comme des matériaux pour les nids, ou des sites particuliers) pendant la saison de reproduction, non utilisées le reste de l'année;
- comment les individus trouvent et choisissent leurs partenaires;
- s'ils établissent des territoires de reproduction;
- à quel âge mâles et femelles commencent à se reproduire.

Pour connaître l'importance des individus dans une population (et donc prédire comment les autres membres peuvent être affectés s'ils disparaissent), essayez de savoir:

- quel animal défend ou dirige un groupe;
- combien de temps les mères ou les membres du groupe s'occupent des jeunes.

Enfin, si vous êtes le gestionnaire d'une aire protégée, vous aurez peut-être à résoudre des conflits entre les hommes et les animaux, ou (mieux) prévoir où des problèmes risquent de survenir et ajuster ainsi vos plans de gestion. Cela sera plus aisé si vous savez:

- dans votre région, pour quelle raison les animaux sont en contact ou en conflit avec les hommes;
- si tous les individus d'une espèce, ou seulement quelques individus, se comportent ainsi;

- si ces comportements sont saisonniers (par exemple liés à la migration ou aux saisons de reproduction), ou s'ils peuvent survenir à tout moment.

De bonnes données sur l'écologie du comportement d'une espèce apportent des informations vitales pour une gestion efficace. Réfléchissez à ce que vous voudriez savoir pour décider si une espèce peut supporter une certaine pression de chasse dans une zone précise, par exemple pour la chasse sportive ou pour établir des quotas pour les villageois. Vous devez tout d'abord calculer combien d'animaux peuvent être tués pendant une année sans que la population décline, puis savoir si les prélèvements dus à la chasse seront au-dessus ou en dessous de ce nombre. Pour prendre ces décisions vous devez (au minimum) savoir quelle est la taille de la population animale existante, *mais également* sa vitesse de reproduction (combien de jeunes naissent chaque année) et combien d'animaux meurent naturellement sans chasse en une année (taux de renouvellement de la population).

Vous pourrez peut-être estimer la taille de la population par un recensement, en utilisant une des méthodes exposées dans le chapitre 12. Cependant, sans avoir fait d'étude comportementale, vous ne pourrez pas estimer le potentiel de reproduction de cette population, l'âge des animaux, la proportion de ceux qui peuvent se reproduire, le nombre de jeunes produits chaque année, leur espérance de vie ou leur âge limite pour se reproduire; vous ne pourrez donc pas prédire comment la chasse affectera la population. Vous ne saurez pas non plus quel rôle jouent les divers individus dans la société, et comment leur mort pourrait affecter les autres individus. Pour certaines espèces, comme les éléphants, si une grande femelle qui défend et dirige un groupe est tuée, ses jeunes seront très vulnérables et risquent de mourir rapidement. Si c'est un jeune qui est tué, le groupe pourra survivre sans problème. Un tableau de chasse de cinq éléphants peut être une grosse perte pour plusieurs groupes, si ces cinq animaux sont de vieilles femelles expérimentées; le même tableau de chasse a un impact beaucoup plus faible si ce sont cinq jeunes en dessous de l'âge de la reproduction.

Si vous n'avez pas de données sur la taille de la population, sa densité et sa distribution, *ainsi* qu'une bonne connaissance de l'écologie du comportement et de l'histoire naturelle d'une espèce, vous ne pourrez pas gérer correctement les animaux de votre zone. Vous ne pourrez pas non plus comprendre comment les changements de l'environnement (pression de chasse accrue, perte d'habitat, ou même vos propres décisions de gestion) pourront les affecter.

La collecte de données d'écologie du comportement nécessite généralement des observations patientes et l'étude d'animaux sur de longues périodes. A ce prix seulement, vous comprendrez bien les changements comportementaux au cours des saisons et de la vie d'un individu. Malheureusement, comme la collecte de données demande beaucoup de temps (mais pas forcément beaucoup d'argent), l'écologie du comportement de la plupart des espèces de la forêt pluviale africaine est encore mal connue, et l'efficacité de notre gestion reste aléatoire. Cependant, des études à long terme de plusieurs grands mammifères ont été réalisées et apportent des données qui peuvent être utilisées dans votre zone, si vous n'avez pas de données collectées sur place (voir plus bas "où trouver les informations existantes"). Les résultats d'études particulières ne sont pas toujours applicables partout, mais en l'absence d'autres données, elles sont préférables à des spéculations pures et simples.

Ce chapitre examine le type d'informations que peuvent apporter des études d'écologie du comportement en forêt pluviale africaine, et comment ces informations ont été, ou pourront être utiles pour la gestion. Vous apprendrez comment collecter des données sur une population inconnue, afin de répondre à certaines questions, et comment, si vous en avez les moyens, entreprendre des études à long terme. L'étude du comportement de certaines espèces, notamment celles qui sont encore mal connues, n'est pas forcément coûteuse ou difficile à entreprendre. Elle peut être menée de front avec d'autres activités, et peut apporter des données essentielles pour une bonne gestion.

## Les informations à rechercher

Plusieurs aspects de la vie d'un animal peuvent être intéressants. Nous discuterons de plusieurs aspects importants de l'écologie du comportement, et de la façon dont ils sont utiles pour la gestion.

Beaucoup de données peuvent être obtenues au cours de vos activités quotidiennes, grâce à l'échantillonnage "opportuniste" (voir plus bas). Si vous voulez entreprendre une étude comportementale plus détaillée, la partie "méthodes" explique comment observer et noter le comportement régulièrement. Les méthodes (simples ou complexes) les plus appropriées pour étudier chaque aspect de l'écologie du comportement d'une espèce sont récapitulées dans la figure 14.1.

### **Qu'est-ce qu'un animal mange?**

Les ressources en nourriture sont une des choses les plus importantes pour une population animale. Les animaux doivent pouvoir trouver de la nourriture et de l'eau toute l'année pour rester dans une zone. S'ils ne peuvent en trouver suffisamment, ils effectueront des migrations. S'ils ne peuvent pas, parce qu'ils sont trop faibles ou trop petits pour atteindre des zones où il y a de la nourriture, ou parce qu'il y a des clôtures ou des barrières, ils mourront de faim. Si vous connaissez bien les besoins et les préférences de la population que vous étudiez, vous pourrez suivre la disponibilité des ressources en nourriture, et donc identifier les espèces clés ou les zones à protéger, et prédire les périodes de pénurie pour les animaux (voir encart 14.1). Les périodes difficiles peuvent survenir naturellement pendant la saison sèche ou les périodes froides, mais elles peuvent également être créées artificiellement par les hommes - abattage de certains arbres producteurs de fruits, mise en culture de prairies par exemple. Les périodes d'abondance sont également importantes car ce sont généralement celles où les animaux se reproduisent.

Si vous connaissez le régime alimentaire d'un animal, vous interpréterez plus facilement ses déplacements en fonction de la disponibilité en nourriture, et vous saurez si une aire protégée possède suffisamment de ressources pour toute l'année (voir également l'encart 12.4). Si cela n'est pas le cas, les animaux risquent de migrer en dehors de l'aire protégée, et s'exposer ainsi à la chasse chaque année. Dans ce cas, ces animaux ne sont pas totalement protégés.

Comprendre le régime alimentaire vous montrera également certaines des relations écologiques entre les plantes et les animaux cruciales pour les deux parties. Ainsi, la relation entre les éléphants de forêt et les moabis (*Baillonella toxisperma*). Les fruits de moabi ont des graines si grosses que les seuls animaux qui peuvent les avaler sont les éléphants. Les éléphants trouvent beaucoup de nourriture sous les moabis, car les fruits tombent quand ils sont murs (s'ils restaient dans les arbres, ils seraient mangés par les primates, les écureuils et les oiseaux). Les moabis sont importants dans le régime alimentaire des éléphants et ont une influence sur leurs déplacements, puisque ces animaux vont d'un arbre ayant des fruits murs à un autre. Les éléphants ont un rôle crucial pour la survie des jeunes moabis, car ils les transportent loin de l'arbre parent, et les déposent dans un cocon d'engrais naturel qui les aide au début de leur croissance.

Collecter des données sur le régime alimentaire peut vous apprendre:

- ce qu'un animal a besoin de manger;
- si son régime alimentaire change avec les saisons;
- quelle quantité de chaque aliment est consommée.

Avec ces informations, vous pouvez savoir si les ressources disponibles dans une zone suffiront à une population animale. Vous verrez plus bas comment collecter des données sur le régime alimentaire.

### Termes utilisés pour décrire le comportement alimentaire:

Voici quelques termes utilisés fréquemment pour décrire le régime alimentaire; connaître ces termes vous aidera à décrire ce que vous observez et à rechercher des informations dans des articles ou des livres.

Les animaux qui se nourrissent de plantes sont des herbivores. Ils peuvent être classés ainsi:

- ceux qui ne mangent que de l'herbe sont des brouteurs (grazers en anglais); par exemple les zèbres et les buffles de savane;
- ceux qui mangent des aliments plus ligneux, sur les arbustes et les buissons, sont appelés browsers en anglais. Il n'existe pas de terme équivalent en français. Par exemple, les éléphants ou les guibs harnachés;
- les animaux qui mangent des feuilles (autres que des herbes) sont des folivores; par exemples, certaines espèces de colobes ou de chenilles;
- les animaux qui mangent des fruits sont des frugivores; par exemple, les chimpanzés ou les roussettes;

- les animaux qui mangent des graines sont des granivores; par exemple, les perroquets ou les colobes noirs;

Les animaux qui mangent des insectes sont des insectivores; par exemple, les pangolins ou les galagos;

Les animaux qui mangent de la viande (y compris des oiseaux ou du poisson) sont des carnivores ou des prédateurs; par exemple, les chats dorés ou les pythons. Ceux qui mangent du poisson sont des piscivores; par exemple, les martins-pêcheurs ou les loutres.

Les animaux qui ont un régime alimentaire mixte sont des omnivores; par exemple, les civettes ou les rats.

Fréquemment, un animal a un type de nourriture qu'il mange la plupart du temps, mais peut parfois consommer autre chose. Il est alors difficile de savoir dans quelle catégorie, ou *niche*, il rentre. De fait, cette situation est plus fréquente qu'un régime alimentaire très spécialisé. De nombreuses espèces changent de régime alimentaire selon la saison, en fonction des disponibilités en nourriture. Pour une espèce donnée, le régime alimentaire peut changer selon les populations ou les sous-espèces, ou selon les disponibilités dans une zone. Les régimes alimentaires des sous-espèces d'éléphants et de buffles en forêt et en savane sont différents, tout comme ceux des gorilles de plaine et de montagne. Les gorilles de plaines de l'ouest mangent surtout des fruits, mais parfois également des insectes ou des feuilles, principalement lorsqu'il y a peu de fruits (voir encart 14.1). Même s'ils ne mangent pas uniquement des fruits, ce sont des frugivores, car les fruits forment la majeure partie de leur régime alimentaire. Les gorilles de montagnes, qui vivent dans des zones où il y a peu de fruits, sont folivores, mangeant principalement des feuilles et la moelle des tiges des plantes.

On peut décrire les animaux en utilisant deux catégories: par exemple, on peut dire que les éléphants sont des browsers/frugivores, car les fruits et les arbustes ont la même importance pour eux. Les termes et les exemples donnés ici ne sont pas des règles strictes, ils sont destinés à vous aider à voir des points communs dans l'écologie de différentes espèces, et à penser à elles en tant que groupes.

### **Quand un animal est-il actif?**

Les animaux font de nombreuses choses pendant une journée. Chaque jour, ils doivent manger et dormir, et donc se déplacer d'endroits tranquilles pour dormir vers des endroits où ils trouvent de la nourriture. Pendant l'année, ils peuvent également parfois se déplacer pour trouver des partenaires ou de nouvelles sources de nourriture. Si vous voulez voir des animaux et pouvoir les montrer aux visiteurs, il est nécessaire de comprendre leurs rythmes d'activité pour prédire où ils seront et ce qu'ils feront à certaines périodes de la journée ou de l'année (voir encart 14.2).

Se déplacer pour trouver de la nourriture ou un partenaire est fatigant. Si l'habitat change, à cause de la colonisation humaine, de l'exploitation forestière, de la sécheresse, de l'érosion, de la chasse ou des changements climatiques, les animaux peuvent être obligés de se déplacer plus loin et plus longtemps pour trouver de la nourriture. Ils peuvent alors s'épuiser et en mourir. Si vous connaissez le rythme d'activité normal des animaux, vous remarquerez si leur comportement change et pourrez essayer de voir s'il y a un problème.

### Termes utilisés pour décrire les rythmes d'activité:

Les animaux sont généralement actifs le jour (animaux diurnes), la nuit (animaux nocturnes), ou à l'aube et au crépuscule (crépusculaires). Quelques espèces, en particulier les grands herbivores comme les éléphants, les buffles ou les potamochères, sont actifs le jour et la nuit. Pour collecter des données sur les rythmes d'activité vous devez tout d'abord observer les animaux à toutes les heures du jour et de la nuit pour savoir à quelle catégorie ils appartiennent. Cela peut être fait soit en suivant des individus ou des groupes en permanence et en notant leurs activités, soit en les cherchant à différentes périodes et en notant l'activité de plusieurs groupes à une période donnée. Pour les espèces les mieux connues, comme la plupart des primates, le rythme d'activité général (continu, diurne, nocturne ou crépusculaire) est déjà connu et vous pouvez chercher ces informations dans des livres ou des articles (voir plus bas). Cependant, les animaux peuvent changer leur rythme d'activité selon les régions. Par exemple, les loutres sont nocturnes dans les zones où l'activité humaine est intense dans leur habitat, mais sont diurnes si elles ne sont pas dérangées.

Quand vous voyez des animaux vivant en groupes, les membres du groupe ne font pas toujours la même chose: certains peuvent dormir tandis que d'autres mangent ou se toilettent mutuellement. Dans ce cas, vous pouvez calculer l'activité la plus commune à un instant précis (pour vous

permettre de prédire ce que le groupe a le plus de chances de faire à cet instant), ou le temps moyen qu'un individu passe à chacune de ces activités ( par exemple, pour savoir s'il passe plus de temps à dormir ou à chercher de la nourriture pendant une année sèche). Pour faire cela, vous devez noter le comportement selon une des méthodes d'échantillonnage données plus bas.

### **Combien d'animaux vivent dans un groupe, de quel âge et de quel sexe?**

Les besoins sociaux des animaux sont importants pour la bonne santé de la population. Certains animaux vivent seuls, d'autres tout le temps en groupes. Pour les animaux grégaires, la structure du groupe est très importante; la proportion de mâles et de femelles dans une population (le *sex-ratio*) n'est pas toujours la même, parce que l'un des deux sexes vit moins vieux que l'autre (il y a généralement moins de mâles que de femelles). De même, la proportion de jeunes change si la population est en expansion (il y a plus de naissance que de décès) ou en déclin (peu de naissances, beaucoup de décès). La proportion de la population dans chaque classe d'âge (nouveau-nés, juvéniles, subadultes, adultes) est la *structure par classes d'âges* de la population. Elle est représentée graphiquement par la *pyramide des âges*. Pour une population donnée (ou un groupe dans une population), elle dépend de l'espèce, de son organisation sociale, du nombre de jeunes, de la fréquence des périodes de reproduction et des conditions d'expansion ou de déclin de la population.

Pour les mammifères, le groupe le plus fréquent est formé de la mère et de ses jeunes, mais plusieurs mères et leurs jeunes peuvent former un grand groupe. Pour certaines espèces, généralement celles qui vivent peu de temps et se reproduisent rapidement, comme les rongeurs, les jeunes deviennent très rapidement indépendants et quittent le groupe où ils sont nés. Pour d'autres espèces, principalement celles qui vivent longtemps, comme les éléphants ou les grands singes, les membres d'une famille restent ensemble pendant de longues années, parfois toute leur vie.

Chez certaines espèces, les mâles vivent séparés des femelles (excepté pendant la période de reproduction). Chez d'autres, ils restent ensemble toute l'année. Pour les espèces chez lesquelles mâles et femelles vivent séparément, il est important de savoir si les deux sexes sont résidents dans une aire protégée, et si leurs besoins sont les mêmes. Pour le savoir, il ne suffit pas de compter simplement le nombre d'individus dans un groupe, il faut également faire des comptages à différentes périodes de l'année, et identifier le sexe de chaque membre du groupe.

Connaître la taille et la composition "normales" d'un groupe dans une population peut vous aider à voir les changements et à les interpréter (voir encart 14.2). Vous pourrez ainsi détecter si les grands mâles d'éléphants sont observés moins fréquemment qu'auparavant, ce qui vous permettra de savoir s'ils souffrent plus du braconnage que les autres. Vous verrez également si les jeunes survivent moins que d'habitude, et donc découvrir que la reproduction est difficile à cause d'une année de sécheresse. Vous pourrez encore détecter des changements saisonniers dans la taille ou la composition des groupes, par exemple pendant la saison des accouplements ou celle des mises bas.

### Pourquoi la taille moyenne des groupes est-elle nécessaire pour calculer des densités par recensements sur transects?

Pour recenser les animaux, il est souvent indispensable de connaître la taille moyenne des groupes. Par exemple, pendant un recensement de petits primates sur un transect, vous comptez le nombre de *groupes* que vous voyez (voir les méthodes dans le chapitre 12). Pour calculer ensuite le nombre réel d'individus dans la zone, vous devez savoir combien il y en avait dans chaque groupe. Il est généralement impossible de compter les individus sur un transect (c'est pourquoi on compte les groupes): il faut donc utiliser un nombre moyen pour estimer l'effectif total dans une zone. Si vous observez des groupes de petits singes en dehors des transects, et si vous les comptez quand ils traversent des zones ouvertes (routes, rivières, savanes ou trous dans la canopée), vous obtiendrez un échantillon des tailles des groupes pour différentes espèces. Vous pourrez alors calculer une valeur statistique fiable de la "taille moyenne des groupes" (voir chapitre 15), utilisable pour interpréter vos données de recensement par transect. Comme la collecte de ce type de données prend du temps, on utilise fréquemment des chiffres de taille moyenne obtenus dans d'autres régions. C'est souvent un moindre mal, mais cela peut conduire à des erreurs importantes. Par exemple, dans le sud du Cameroun, les mandrills vivent en groupes de 15-95, soit une taille moyenne de 55 environ (Hoshino, 1985). Dans le centre du Gabon, la taille moyenne des groupes se situe autour de 700 (sans compter les mâles solitaires) (SEGC, données non publiées); choisir un chiffre plutôt qu'un autre changera vos estimations de densité d'un facteur 14! Il est toujours préférable de collecter vos propres données, mais si vous devez utiliser des données venant d'autres sites, essayez

de faire correspondre l'espèce, la région, le type de végétation et les problèmes de chasse avec ceux de votre zone.

Si vous voyez souvent des animaux, ou si vous effectuez une étude à long terme et pouvez faire des comptages régulièrement, vous verrez des différences de taille de groupe selon les habitats ou les saisons. Cela n'améliorera pas la précision de vos recensements, mais vous permettra de mieux comprendre comment les animaux utilisent et répondent aux changements de leur environnement.

Les données sur la taille et la composition des groupes peuvent vous apprendre:

- la taille moyenne d'un groupe;
- si la taille des groupes change avec les saisons;
- si la taille des groupes change selon les habitats;
- si les mâles et les femelles vivent ensemble;
- quel est le sex-ratio de la population;
- quelle est la structure par classes d'âges de la population.

Voir plus bas comment collecter ces données.

### **Où va un animal?**

Vous ne pourrez prendre de bonnes décisions de gestion que si vous savez si les animaux sont résidents dans la zone que vous étudiez ou protégez. Les animaux résidents doivent pouvoir répondre à tous leurs besoins dans la zone, tandis que les migrateurs, ou ceux qui se déplacent beaucoup, peuvent aller ailleurs. Pour comprendre les besoins d'un animal vous devez connaître la distance qu'il parcourt chaque jour pour trouver la nourriture, l'eau ou les partenaires, s'il migre, où il migre, s'il dort toujours au même endroit et s'il est territorial. La surface utilisée sera différente selon les habitats. Par exemple, les cercopithèques dans une forêt avec de nombreuses espèces de plantes trouveront de la nourriture toute l'année, tandis qu'ils auront probablement un domaine vital plus étendu dans une forêt moins diversifiée (voir encart 14.3).

Etudier les déplacements est assez difficile. Voir un animal à différents endroits ne vous apprend rien, à moins que vous ne soyez sûr qu'il s'agit du même animal (ou groupe). On peut s'en assurer en suivant constamment les animaux: on sait ainsi qu'il s'agit des mêmes animaux, même si on ne les reconnaît pas individuellement. Cependant, cela est extrêmement difficile dans un habitat forestier à visibilité réduite. De toutes les façons, vous devrez vous arrêter tôt ou tard pour manger et dormir, et vous risquerez alors de perdre le groupe que vous étudiez.

Si vous ne pouvez pas suivre constamment le même animal, vous devez être capable de le reconnaître de façon fiable, pour pouvoir le retrouver quand il se déplace. Vous pouvez y parvenir si vous connaissez individuellement les animaux, comme des gens. Vous pouvez parfois reconnaître les individus par les traces qu'ils laissent; une empreinte particulièrement longue, ou avec un doigt manquant sont de bons moyens de reconnaître des traces individuelles. C'est possible pour certaines espèces, pour lesquelles les individus sont très variables et que l'on voit souvent, comme les bonobos, les éléphants ou les buffles de forêt (voir encart 14.4). Pour d'autres, dont les individus se ressemblent beaucoup ou sont plus difficiles à voir, comme les civettes, c'est très difficile. Si vous ne pouvez reconnaître les individus à leur aspect, vous pouvez leur poser des marques d'identification. Les marques présentent l'avantage de pouvoir être utilisées pour collecter des données fiables même par des observateurs qui ne "connaissent" pas les animaux. Cependant, le problème de la capture et du marquage des animaux ne doit pas être sous-estimé. Les marques naturelles permettant de reconnaître un animal sont très précieuses, et vous devez vous efforcer d'identifier les animaux sans marques artificielles avant de décider de les capturer et de les marquer.

### Utiliser des marques artificielles pour identifier les animaux

Il est souvent important de connaître les déplacements d'un animal. Par exemple, si vous pensez qu'une aire protégée est trop petite, vous devez prouver que les animaux y rentrent et en sortent, s'exposant ainsi au braconnage, pour persuader les autorités de l'étendre. Vous devez alors connaître les déplacements des animaux. Si vous ne pouvez pas reconnaître individuellement les animaux, vous pouvez leur fixer des marques d'identification pour suivre leurs mouvements. Ces marques peuvent être des tatouages, des plaques colorées, des attaches aux oreilles, de la teinture sur la fourrure ou la peau: elles doivent être visibles depuis la distance à laquelle vous observez les animaux, et ne pas les blesser, les rendre plus vulnérables à la prédation ou changer leur comportement. Après avoir choisi un système de marquage efficace et sans danger, le gros problème est de fixer cette marque sur l'animal.

Si les animaux sont plus faciles à capturer à un moment de leur vie, c'est ce moment qu'il faut essayer de choisir. Cependant, ils sont souvent très vulnérables au stress à ces moments, et vous devez en tenir compte. Les biologistes qui étudient les tortues marines peuvent les approcher de très près quand elles viennent à terre pour pondre. Ils peuvent alors peindre des marques, ou leur attacher des bagues en métal sur la carapace, et ainsi les reconnaître plus tard. Grâce à ces marques, on a découvert que les tortues marines pondent leurs œufs sur les plages où elles sont nées. Malgré le fait qu'elles traversent l'océan d'Afrique en Amérique, les tortues africaines dépendent pour leur survie de la protection des sites de ponte africains. Ce type d'information est vital pour la protection des tortues, mais aurait été très difficile à obtenir sans l'utilisation de marques d'identification.

Si vous ne trouvez pas de moment particulièrement propice au marquage, vous devrez songer à piéger les animaux. Il existe de nombreuses façons d'y parvenir, et pas de méthode standard. Vous devez garder à l'esprit que la priorité est la sécurité de l'animal (pendant la capture et après son lâcher), puis la votre. Demandez conseil à des piégeurs de la région, ainsi qu'à des vétérinaires qualifiés, avant de vous lancer dans la capture d'animaux vivants.

Un système de marquage classique est celui du baguage des oiseaux à travers le monde. Ce système implique de fixer des bagues de métal ou de plastique coloré très légères à la patte des oiseaux, afin de pouvoir les reconnaître ensuite. Les bagues portent un nombre ou un code, permettant d'identifier la personne qui a capturé et bagué l'oiseau, et la localisation du baguage. Ainsi, si l'oiseau est retrouvé ensuite, on peut savoir d'où il vient. Les oiseaux sont souvent de grands migrateurs, ils se déplacent parfois d'un pays ou d'un continent à l'autre. Ce système permet aux ornithologues du monde entier de contribuer à la compréhension des déplacements des oiseaux (voir encart 14.6).

#### Noter les observations

Pour beaucoup d'études des déplacements, vous n'aurez besoin que de peu d'individus marqués ou reconnaissables: vous pourrez vous débrouiller localement. Si vous utilisez un système de marquage artificiel, **vous devez impérativement tenir à jour la liste** des marques que vous avez fixées à chaque animal, avec son sexe, son âge, où et quand il a été capturé et marqué. Si vous ne pouvez pas faire correspondre les marques que vous voyez sur un animal à ces informations, vous n'êtes pas plus avancé qu'au début. Vous devez également tenir rigoureusement à jour la liste de tous les endroits et les moments où vous avez vu un animal marqué: c'est ainsi que vous étudierez ses déplacements (voir plus bas).

Marquer les animaux n'a d'intérêt que si vous passez du temps à les suivre et à noter leurs déplacements. Cela se fait généralement en combinant des observations opportunistes et des études planifiées. Si vous voyez un animal marqué pendant une autre activité, vous devez noter cette observation. Mais vous devez également les rechercher régulièrement, afin de les trouver partout où ils vont. Si vous n'utilisez que des observations occasionnelles, vous ne verrez les animaux que dans les endroits où vous allez fréquemment, le long des pistes, près de votre maison ou de la rivière que vous empruntez. Cela ne vous donnera pas une image réelle des déplacements d'un animal.

Si vous reconnaissez individuellement des animaux (par des marques naturelles ou artificielles) et si vous vous efforcez d'étudier leurs déplacements, vous obtiendrez des informations sur:

- la distance parcourue quotidiennement par les animaux;
- s'ils utilisent un endroit particulier pour dormir ou s'abriter;
- s'ils migrent ou s'ils restent dans la même zone toute l'année;
- si les mêmes individus restent dans une zone ou s'ils y vont et en repartent (ils peuvent être territoriaux);
- la surface couverte en une année;
- les habitats utilisés chaque saison.

#### **Les animaux territoriaux ou agressifs**

Certains animaux vivent sur des territoires qu'ils ne quittent pas et qu'ils défendent contre les autres membres de leur espèce. Les territoires peuvent être individuels pour les espèces solitaires comme les céphalophes, ou communs pour les espèces sociales comme les chimpanzés. Les territoires des groupes sont parfois défendus par tous les membres du groupe, parfois par une seule catégorie - généralement les mâles. Certaines espèces établissent des territoires permanents, où elles vivent tout au long de leur vie; les jeunes peuvent même hériter du territoire de leurs parents. D'autres n'établissent des territoires qu'à certaines périodes de l'année. Un exemple classique est celui du comportement de reproduction de nombreuses espèces d'oiseaux, dont les mâles se battent

sur les sites de nidification pour attirer les femelles, mais ne sont pas agressifs en dehors de la saison de reproduction.

Les animaux comme les gorilles, qui ne sont pas territoriaux (ils ne défendent pas une zone particulière), mais restent dans la même zone toute l'année et ne sont ni erratiques ni migrateurs, ont un domaine vital. Ce domaine vital est la zone où ils passent la majorité de leur vie, mais les frontières n'en sont pas défendues activement, et ils ne sont pas exclusifs: les domaines vitaux de deux groupes peuvent se chevaucher.

Si une espèce est territoriale, les membres de différents groupes seront agressifs les uns envers les autres. Cela peut poser de graves problèmes aux endroits où la perte d'habitat, généralement par l'action de l'homme, conduit les membres d'un groupe à vivre près des membres d'un autre groupe. Si les membres d'un groupe sont repoussés dans le territoire d'un autre, ils peuvent être attaqués et même tués (voir encart 14.7).

Même les animaux non territoriaux peuvent se comporter agressivement à certains moments de leur vie ou à certaines saisons. Par exemple, on aura un comportement agressif quand un animal est menacé, ou *perçoit* être menacé. Il est important de considérer le comportement en se mettant à la place de l'animal: un gorille ne comprendra pas qu'un touriste veut simplement le photographier - il aura peur d'un humain qui s'approche et pourra charger le photographe. Cela ne signifie pas que c'est un animal agressif, mais simplement qu'il s'est senti menacé dans cette situation. D'autres situations favorisant les comportements agressifs sont la compétition entre les mâles pendant la saison de reproduction, les conflits dans un groupe (par exemple un changement d'animal dominant), une maladie ou une blessure, ou la présence de jeunes vulnérables dans le groupe. La plupart des animaux n'ont pas souvent de comportement agressif les uns envers les autres. Si les animaux d'une région sont fréquemment agressifs les uns envers les autres, ou envers les humains, il est important d'essayer de comprendre pourquoi afin d'essayer de résoudre le problème.

#### Prendre des notes sur un comportement agressif

Comprendre les raisons d'un comportement agressif est très difficile: il faut étudier les animaux très attentivement pour cela; si les agressions sont fréquentes, vous devez essayer de comprendre pourquoi. Vous devez noter chaque fois que vous voyez un animal attaquer ou en menacer un autre, quelle que soit votre méthode d'observation à ce moment.

De cette façon, vous obtiendrez une liste des incidents d'après laquelle vous pourrez essayer de comprendre les motifs de ce comportement. Vous trouverez par exemple que les combats entre situngas mâles se passent toujours à une saison particulière, et lier cela à leur saison de reproduction. Ou vous verrez que les buffles qui chargent les touristes sont toujours des solitaires. Vous pourrez alors conseiller aux guides de ne laisser les touristes approcher que les groupes, ce qui limitera immédiatement les problèmes.

Voir plus bas les méthodes pour étudier ce type de comportement.

#### **Comment les animaux d'un groupe interagissent les uns avec les autres?**

Comme nous l'avons vu dans les paragraphes concernant la taille des groupes et la territorialité, la façon dont les animaux interagissent est très importante pour le bien-être de la population. Dans un groupe, les individus ont différents rôles à jouer. Dans une société humaine, il y a beaucoup d'hommes dans un village, mais ils ne sont pas tous traités de la même façon par les femmes, les enfants et les autres hommes. Le chef détient l'autorité et est respecté par chacun, les autres hommes peuvent être respectés pour leur âge ou leurs connaissances de la médecine ou de la religion, mais certains sont plus jeunes et sont moins respectés que les vieilles femmes du village. Les animaux qui vivent en groupes ont également une structure sociale et différents comportements. Certains dominent les autres et peuvent leur enlever de la nourriture; certains guident le groupe vers les sources de nourriture. Dans certaines sociétés animales, comme chez les éléphants, ce sont les femelles qui dirigent les groupes. Dans d'autres, comme chez les cercocèbes, ce sont les mâles.

Si vous savez reconnaître le sexe et l'âge des animaux, vous pouvez prendre des données sur la composition des groupes. Cela vous apportera de nombreuses informations sur la structure par classes d'âges de la population, le temps que les jeunes passent avec leur mère, si les mâles et les femelles restent ensemble toute l'année, et s'il y a des périodes de l'année (reproduction, abondance de nourriture) pendant lesquelles les animaux se rassemblent en groupes plus importants. Vous saurez également comment les différents individus interagissent.

Si une population est chassée, ou souffre de maladie ou d'autres stress, certains individus seront évidemment plus vulnérables que d'autres. Si vous comprenez le comportement des individus d'un



groupe, vous pourrez prédire la façon dont ils répondront à ces événements. Par exemple, vous pouvez voir des bébés gorilles à vendre au marché local, mais penser que prélever un ou deux gorilles n'a pas un gros impact sur la population. Cependant, les études du comportement des gorilles ont montré que le mâle adulte dos argenté, ainsi que la mère, protègent les jeunes du groupe contre les attaques. Les chasseurs ont donc probablement dû tuer la mère et le dos argenté pour capturer les jeunes. De plus, les études comportementales ont montré que le dos argenté conduit, unifie et protège le groupe. Donc même si une partie du groupe a survécu, sans le dos argenté ces animaux sont vulnérables, perdus, peut-être même incapables de se retrouver mutuellement, ce qui réduit leurs chances de survie. Les deux bébés gorilles sur le marché représentent donc quelque chose de sérieux, la disparition d'un, ou peut-être deux groupes de gorilles de la région. Vous ne pouvez interpréter les conséquences réelles de la capture des jeunes que grâce à la connaissance du comportement social des gorilles. C'est seulement avec ce niveau de compréhension des populations animales que nous pouvons espérer gérer les espèces protégées de façon adéquate et rationnelle.

### **Le comportement reproducteur d'une population**

Pour survivre à long terme, toute population animale doit pouvoir se reproduire et élever ses jeunes jusqu'à la maturité. Les animaux doivent donc pouvoir trouver et attirer des partenaires, peut-être construire des nids pour pondre ou avoir des tanières pour mettre bas, trouver suffisamment de nourriture pour nourrir les jeunes et pouvoir les protéger contre les prédateurs et l'homme. De nombreux animaux, comme les mandrills, ont une reproduction saisonnière; d'autres, comme les buffles de forêt, peuvent avoir des jeunes à tout moment de l'année. Pour beaucoup d'espèces moins connues, comme les mangoustes de marais ou les genettes pardines, on ne connaît pas les rythmes de reproduction.

#### Pourquoi la compréhension de la reproduction est-elle importante?

Si vous étudiez les comportements de déplacement, la taille et la composition des groupes, la structure sociale et la territorialité d'une espèce pendant une année, vous pourrez répondre à de nombreuses questions sur le comportement reproducteur. Cependant, d'autres questions resteront sans réponse si vous ne cherchez pas précisément à y répondre, et si vous ne vous concentrez pas sur le comportement reproducteur. Par exemple:

- A quel âge mâles et femelles commencent-ils à se reproduire?
- A combien de jeunes chaque femelle donne-t-elle naissance?
- Combien atteignent l'âge adulte?
- Combien ont le même père (et donc sont de vrais frères et sœurs)?
- D'autres individus aident-ils à l'élevage des jeunes?
- A quel âge les jeunes sont-ils indépendants?
- Quel est l'intervalle des naissances pour une femelle?

Les réponses à ces questions sont importantes pour la compréhension des liens de parenté dans la population (ce qui peut jouer sur son succès de reproduction), et pour estimer le temps nécessaire à la croissance de la population. Une génération est le temps moyen entre la naissance d'une femelle et le moment où elle se reproduit pour la première fois. Pour connaître la vitesse à laquelle une population pourrait croître (ou décliner), vous avez besoin de cette donnée. Supposons par exemple que vous avez une population de potamochères qui a été chassée presque jusqu'à l'extinction (il ne reste que deux mâles et trois femelles), mais que vous avez enfin réussi à protéger. Combien de temps faudra-t-il pour retrouver une population de 100 individus? Et combien pourront être chassés chaque année après cela, sans les mener de nouveau à l'extinction? Pour pouvoir répondre à ces questions, il faut savoir si les individus survivants sont suffisamment âgés pour se reproduire, combien pourront naître, combien survivront, et combien de temps ces jeunes mettront à devenir membres de la population reproductrice.

Les liens de parenté des animaux dans un groupe reproducteur sont importants pour la santé à long terme de la population. Si des individus proches (père et fille, mère et fils ou frères et sœurs) se reproduisent ensemble, les chances que leurs descendants naissent anormaux, ou soient moins vigoureux et sains que les descendants d'individus non apparentés sont accrues. La reproduction entre individus apparentés provoque la *consanguinité*. La plupart des animaux ont un système social qui empêche la consanguinité. Souvent, les jeunes quittent le groupe de leurs parents (et leurs frères et sœurs) entre l'âge d'indépendance et la maturité sexuelle, mais même si les animaux apparentés restent dans le même groupe, ils évitent généralement les unions consanguines. Si vous observez

chez une espèce des animaux solitaires et des groupes, vous vous apercevrez souvent que les solitaires sont de jeunes mâles à la recherche d'un nouveau groupe. De nombreuses espèces de primates se comportent ainsi. Si ces jeunes mâles ne peuvent trouver de nouveaux groupes, à cause de barrières, ou parce qu'ils deviennent très vulnérables face aux prédateurs, la population dans son ensemble souffrira graduellement de consanguinité. Généralement, ce processus est très lent, et il faudra se préoccuper d'autres problèmes avant celui de la consanguinité, mais si vous pouvez prévoir une gestion à long terme, il faut garder à l'esprit la nécessité d'échanges d'individus reproducteurs entre les populations.

#### Termes utilisés pour décrire le comportement reproducteur.

Il existe de nombreux types de comportements liés à la reproduction: connaître les termes utilisés vous permettra de les décrire et de trouver des informations utiles dans la littérature.

Pour les animaux qui vivent ensemble en permanence et se reproduisent dans des groupes stables, il existe trois termes:

**Monogamie:** si deux individus restent ensemble pendant toute la saison de reproduction et ne s'accouplent qu'ensemble, ils sont monogames. Certains couples monogames restent ensemble toute leur vie, d'autres restent ensemble pendant une saison de reproduction, mais changent de partenaire chaque année.

**Polygamie:** Si un mâle vit et s'accouple avec plusieurs femelles, dans un harem ou parce que son territoire chevauche celui de plusieurs femelles, on parle de polygamie. Les animaux polygames peuvent vivre en groupes avec seulement un mâle, ou plusieurs mâles qui s'accouplent chacun avec plusieurs femelles. Cependant, dans les groupes avec plusieurs mâles, il y a généralement une forte compétition entre eux pour l'accès aux femelles.

**Polyandrie:** Si une femelle s'accouple avec plusieurs mâles (bien que pour chaque jeune, un seul mâle puisse être le père), c'est un système polyandre. Chez les mammifères, ce système est beaucoup plus rare que la polygamie.

**Promiscuité:** si mâles et femelles ne vivent pas en groupes stables, mais cherchent des partenaires uniquement pendant la période d'activité sexuelle, on parle de reproduction de promiscuité ("promiscuous breeding" en anglais). Plusieurs termes peuvent décrire cette situation:

S'il n'y a qu'une saison de reproduction, de nombreux animaux peuvent se regrouper pendant cette saison.

**Leks:** si les animaux forment de grands groupes pour se reproduire, et les mâles parquent pour attirer les femelles qui choisissent, ce regroupement est appelé un lek.

**Harem:** si le mâle rassemble les femelles en un groupe et s'accouple avec elles en empêchant les autres mâles de les approcher, il a formé un harem. Après la saison de reproduction, il ne maintiendra plus les femelles en groupe.

Pour certaines espèces comme les chimpanzés ou les éléphants, les femelles ont des cycles individuels pendant lesquelles elles sont fertiles (c'est également vrai pour les mâles chez les éléphants). Dans ce cas, des comportements de cour et d'accouplement peuvent être observés entre un couple reproducteur, tandis que les autres individus de la population ne changent pas de comportement.

**"Consortship":** les mâles utilisent souvent leur odorat pour suivre les femelles qui émettent une odeur particulière quand elles sont fertiles ou en *œstrus*. Si un mâle cherche une femelle et ne reste avec elle que quand elle est fertile, on parle de "consortship". Dans ce cas, les mâles protègent fréquemment leur femelle contre les autres mâles, mais cela est différent d'un harem, car une seule femelle est gardée à chaque fois.

#### **Comment les animaux de différentes espèces interagissent?**

Aucun animal ne vit isolé dans un écosystème. Tous les animaux et les plantes sont interconnectés par des relations écologiques complexes qui ont évolué pendant des millions d'années. Si une partie d'un écosystème est changée, de nombreuses espèces animales et végétales seront touchées, souvent de façons inattendues. Par exemple, imaginez que toutes les panthères d'une forêt sont tuées pour vendre leur fourrure, et qu'il n'en reste plus pour manger les potamochères. Cela permettra à la population de potamochères de croître plus rapidement que d'habitude, car il y aura plus d'individus qui survivront. Peut-être alors qu'ils mangeront plus de noix de *Coula edulis*

qu'auparavant, car il y a plus d'individus à nourrir. Ce qui provoquera une pénurie de noix de *Coula* pour les autres espèces, comme les mandrills, qui devront chercher leur nourriture autre part, et pourront s'approcher des villages pour dévaster les plantations. Il serait très difficile de comprendre immédiatement que l'augmentation des dégâts causés par les mandrills dans les plantations est un effet du braconnage des panthères. Plus vous connaîtrez les interrelations entre plantes et animaux, plus vous pourrez détecter des changements et prédire leur effet sur d'autres espèces.

#### Termes communément utilisés pour décrire les relations interspécifiques

Certaines des relations interspécifiques les plus évidentes sont basées directement sur les comportements d'alimentation, et ont été présentées dans le paragraphe sur ces comportements. D'autres relations apparaissent lorsqu'une espèce utilise le comportement de nourrissage d'une autre à son avantage. Par exemple, les disséminateurs de graines, qui transportent les graines des fruits dont ils se nourrissent dans de nouveaux endroits, où elles pourront germer; les pollinisateurs, qui transportent du pollen sur leur corps en se nourrissant du nectar des fleurs, et le transfèrent à d'autres fleurs en se déplaçant pour se nourrir. De cette façon, les fleurs sont fertilisées et les fruits peuvent pousser. Des pollinisateurs courants sont les insectes, les oiseaux et les chauves-souris nectarivores.

Un autre type de relations, souvent basé sur l'alimentation, est le *parasitisme*. Si une espèce dépend d'une autre pour sa survie, mais cause un dommage à l'espèce dont elle dépend, c'est un parasite. L'espèce dont dépend un parasite est son *hôte*. Par exemple, un vers solitaire vivant dans le tube digestif d'un potamochère est un parasite. Le vers tire sa nourriture et sa protection du corps du potamochère, l'hôte, dont la digestion est altérée et qui en souffre. Le gui qui vit sur les arbres est également un parasite.

Deux espèces qui vivent dans la même zone et utilisent les mêmes ressources, souvent la nourriture ou les abris, sont des compétiteurs: elles sont en compétition pour la même chose.

#### **Événements rares**

Certains événements se produisent rarement dans la vie d'un animal, mais ont des conséquences importantes. Par exemple, les combats, les accouplements, les naissances et les décès, l'émigration des adolescents de leur groupe natal, la prédation ou d'autres interactions avec différentes espèces peuvent être très importants pour les animaux, mais être difficiles à prédire: il est donc difficile de prévoir de prendre des données sur ces événements. Comme ils peuvent influencer le comportement des animaux pendant le reste de leur vie, vous devez *toujours* prendre des notes quand vous en êtes par hasard le témoin.

La "rareté" d'un événement peut dépendre de la fréquence avec laquelle vous voyez l'animal en question. Pour les animaux rarement observés, comme les genettes aquatiques, les loutres, les panthères ou les galagos, pour n'en nommer que quelques uns, toute observation est rare et doit être notée. Comme notre connaissance de l'écologie et du comportement de ces espèces est très clairsemée, chaque contribution est utile.

Même des notes brèves sur des événements importants pourront vous aider à interpréter quels effets auront des changements de l'écosystème. Quand vous observez des relations interspécifiques, vous devez essayer de les comprendre en vous demandant pourquoi chaque espèce doit ou veut interagir avec l'autre. L'étude des relations interspécifiques est souvent difficile à planifier car il est difficile de savoir où les deux espèces se rencontreront: ce type de donnée est souvent obtenu uniquement de façon opportuniste (voir plus bas "échantillonnage opportuniste"). Même si vous étudiez une espèce observée régulièrement, les observations opportunistes d'événements rares peuvent contribuer significativement à la compréhension d'autres comportements. Comme on ne peut pas planifier l'observation d'événements rares, il faut qu'ils aient la priorité: arrêtez ce que vous êtes en train de faire et prenez des notes si vous avez la chance d'être témoin d'un événement rare.

### **Où chercher des informations sur l'écologie du comportement?**

Si vous devez étudier une population animale, pour des recherches écologiques, dans un but de gestion ou, comme c'est fréquemment le cas, pour les deux à la fois, vous vous poserez sans doute certaines des questions que nous avons évoquées. Il existe souvent déjà des informations sur l'espèce que vous voulez étudier, ce qui vous permettra de bien préparer la façon dont vous allez

faire vos observations. Cependant, vous devez être conscient du fait que les résultats d'autres études ne sont pas forcément représentatifs de ce qui se passe dans votre région.

Regardez tout d'abord des guides de terrain ou des livres sur l'histoire naturelle de votre région. Dans un livre, cherchez le nom latin, le nom commun, le genre et la famille de l'espèce qui vous intéresse.

Pour les mammifères africains, vous pouvez chercher dans:

KINGDON, J. 1997. *The Kingdon Field Guide to African mammals*. Academic Press, London.

HALTENORTH, T. & DILLER, D. 1985. *Mammifères d'Afrique et de Madagascar*. Delachaux et Niestlé, Neuchâtel.

DORST, J. & DANDELLOT, P. 1993. *Guide des mammifères d'Afrique*. Delachaux & Niestlé, Lausanne.

Pour les oiseaux, essayez:

SERLE, W. & MOREL, G. J. 1976. *Les oiseaux de l'ouest africain*. Delachaux & Niestlé, Lausanne - Paris.

MACKWORTH-PRAED, C. & GRANT, G. 1970. *Handbook of African Birds: West central and Western Africa*. Longman, London.

Ces ouvrages vous donneront une description générale des animaux et pourront vous apprendre comment reconnaître les sexes et les juvéniles. Ils vous indiqueront généralement aussi comment distinguer l'espèce qui vous intéresse d'autres espèces proches, si cela pose un problème sur le terrain. Les guides donnent fréquemment aussi quelques indications sur le comportement: régime alimentaire (carnivore, insectivore, herbivore etc.), rythme d'activité général (nocturne, diurne etc.), organisation sociale (grégaire ou solitaire), territorialité et comportement reproducteur. Ils fournissent également des cartes indiquant où l'espèce est connue, bien que ces cartes soient rarement très exactes. En effet, soit il n'y a pas eu de recensements complets partout, soit les modifications actuelles des habitats en Afrique modifient les aires de répartition des espèces trop rapidement pour pouvoir en tenir compte dans les livres. Vous pouvez découvrir dans une région des espèces qui n'y étaient pas connues auparavant, ou trouver qu'une espèce qui y était connue y est maintenant éteinte.

Les guides de terrain indiquent parfois d'autres références bibliographiques permettant d'obtenir plus de détails sur certaines espèces, ou sur le *sujet* que vous voulez étudier (et non *l'espèce*). Si vous avez accès à une bibliothèque, regardez aux sections "comportement animal", "comportement", "écologie du comportement", "écologie", "écologie de l'alimentation", "comportement reproducteur" et "comportement social" pour plus d'informations.

Une bonne référence générale pour le comportement est la suivante:

ESTES, R. D. 1991. *The Behaviour Guide to African Mammals*. University of California Press, Los Angeles.

#### Informations sur l'écologie du comportement d'espèces particulières

De nombreux projets à long terme en Afrique ont obtenu des données indispensables pour la gestion des espèces qui y ont été observées. Ces informations peuvent vous aider dans votre région, mais soyez prudent en comparant les deux sites, et rappelez-vous que les animaux peuvent se comporter très différemment dans des environnements différents. L'encart 14.8 indique des textes généraux faciles à trouver sur l'écologie de plusieurs espèces. Ils vous donneront un aperçu non seulement de l'écologie du comportement de ces espèces, mais également sur les projets à long terme qui ont permis d'obtenir ces données. Les idées que d'autres chercheurs ont eu sur la façon de collecter des données sont fréquemment aussi utiles que leurs résultats: gardez à l'esprit le fait que vous pouvez adapter ces idées à votre propre site d'étude, et essayer de tirer un enseignement de l'expérience des autres.

## **Commencer à récolter soi-même des données d'écologie du comportement**

Avant de vous lancer dans une collecte de données comportementales, vous devez vous poser les questions suivantes (et y répondre!):

- Quelles sont les informations dont j'ai besoin?

- Faut-il que j'observe les animaux directement, ou y a-t-il d'autres moyens de savoir ce qu'ils font?
- Comment vais-je trouver les animaux et les observer, si c'est cela que je décide?
- Puis identifier de façon sûre l'espèce, l'âge et le sexe des animaux que je vais voir?
- Quelles données vais-je collecter, et comment?

La question fondamentale est la première: quelles sont les informations dont j'ai besoin?. Si vous voulez connaître la période de reproduction d'un animal pour mettre en place une saison de fermeture de la chasse, vous vous intéresserez particulièrement au "calendrier" des parades nuptiales, des accouplements, des naissances ou de l'observation de jeunes dans la population. Dans ce cas, vous serez moins intéressé par ce que mange l'animal. Cependant, si vous voulez savoir si les mâles et les femelles utilisent les mêmes sites d'alimentation pour pouvoir les inclure dans une aire protégée, vous vous intéresserez plus au régime alimentaire et à l'identification séparée de groupes de mâles et de femelles au cours de leurs déplacements.

Il est fréquent que la collecte de données sur de nombreux aspects du comportement puisse être faite simultanément, et que la collecte d'un type d'information n'exclue pas celle des autres. De fait, il faut toujours collecter autant d'informations que possible, car vos besoins et vos priorités pourront changer dans le futur. Cependant, s'il existe des informations dont vous avez immédiatement besoin, préparez vos observations de façon à être sûr de les obtenir (voir dans le chapitre 3 la façon de concevoir des fiches de prise de donnée).

Ayant décidé ce dont vous avez besoin, il faut alors choisir une méthode de collecte de données sur le sujet. Décidez si vous devez faire des observations directes, ou si d'autres méthodes pourront être utilisées, ou encore si vous pourrez combiner plusieurs approches.

### **Les observations me donneront-elles les données dont j'ai besoin, ou d'autres méthodes seraient-elles meilleures?**

La méthode choisie pour échantillonner le comportement animal dépend des informations recherchées, du temps et des ressources disponibles, de l'espèce étudiée et de l'habitat. Les données d'écologie du comportement sont le plus souvent obtenues par l'observation des animaux, mais il existe d'autres méthodes pour savoir où un animal est allé et ce qu'il a fait. Certaines de ces méthodes sont exposées dans le chapitre sur les recensements par les crottes et les nids, sur les traces et sur les données obtenues sur des animaux morts (chapitres 10, 11 et 12). Les méthodes exposées dans ce chapitre concernent principalement l'observation directe du comportement, mais quelques autres méthodes sont présentées brièvement en fin de chapitre.

Les conditions d'utilisation de chaque méthode sont présentées dans le texte et résumées dans la figure 14.1.

### **Observation directe ou autres méthodes?**

Observer directement les animaux est parfois extrêmement difficile. Cela peut être dû à la densité de l'habitat, au fait que les animaux se déplacent sur de longues distances ou ne sont actifs que la nuit. Bien plus fréquemment, la raison en est la méfiance des animaux vis-à-vis des observateurs, et leur tendance à fuir ou à se cacher. Pour des observations à long terme, le problème peut être résolu en construisant des affûts ou en habituant les animaux à la présence de l'observateur, afin qu'ils se laissent observer (voir plus bas). Dans certains cas cependant, l'observation directe reste difficile. Il existe des méthodes sans observation, pouvant être utile pour étudier certains aspects de l'écologie du comportement. Elles peuvent fournir des données différentes de celles obtenues par observation, ou des données similaires, et sont parfois plus utiles (voir plus bas).

### **Sujet étudié**

<b>Régime alimentaire</b>	<b>Rythme d'activité</b>	<b>Taille et composition des groupes</b>	<b>Déplacements et territorialité</b>	<b>Reproduction</b>	<b>Comportements rares et particuliers ou interactions</b>
---------------------------	--------------------------	--	---------------------------------------	---------------------	--

<b>Animaux inconnus</b>	Analyse des crottes			Piège photographique	Données post mortem	
	Observations opportunistes	Observations opportunistes	Observations opportunistes	Observations opportunistes	Observations opportunistes	Observations opportunistes
<b>Animaux observables régulièrement</b>	observations <i>ad libitum</i>	observations <i>ad libitum</i>	observations <i>ad libitum</i>		observations <i>ad libitum</i>	observations <i>ad libitum</i>
	Scanning	Scanning				
	Observation d'un animal focal	Observation d'un animal focal	Observation d'un animal focal	Observation d'un animal focal	Observation d'un animal focal	Observation d'un animal focal
			Observations opportunistes	Observations opportunistes	Observations opportunistes	Observations opportunistes
<b>Individus connus</b>	observations <i>ad libitum</i>	observations <i>ad libitum</i>	observations <i>ad libitum</i>	Radiotélémetrie	observations <i>ad libitum</i>	observations <i>ad libitum</i>
	Scanning	Scanning				
	Observation d'un animal focal	Observation d'un animal focal	Observation d'un animal focal	Observation d'un animal focal	Observation d'un animal focal	Observation d'un animal focal
			Observations opportunistes	Observations opportunistes	Observations opportunistes	Observations opportunistes

Figure 14.1. Sujets d'écologie du comportement et méthodes à utiliser en fonction du niveau de connaissance de l'animal étudié

## Méthodes de collecte de données à partir d'animaux observés directement

### Equipement de base

Commencer à étudier le comportement ne nécessite pas beaucoup d'équipement. Pour de nombreuses études, vous n'aurez besoin de rien de plus que des quelques outils cités ici. Pour les données d'études à long terme, cependant, vous devrez utiliser des classeurs ou un ordinateur, et avoir un endroit sûr et sec pour stocker vos archives. Vous pouvez également avoir à construire des affûts pour l'observation.

L'équipement essentiel est le suivant:

- carnet de terrain (papier résistant à l'eau) et crayons;
- fiches de collecte de données pour des sujets particuliers;
- jumelles (ou télescope si les animaux sont habituellement observés de loin);
- montre et chronomètre;
- cartes de votre zone d'étude.

### Noter le comportement quand on voit un animal: l'échantillonnage opportuniste

Vous verrez fréquemment des animaux alors que vous n'êtes pas en train de les étudier. Vous pouvez alors prendre des notes précieuses sur l'endroit où ils sont et ce qu'ils font, même si ce n'était pas planifié. C'est ce qu'on appelle *l'observation opportuniste*. Ce type d'observation est fréquemment utilisé pour étudier des animaux imprévisibles (non habitués et non observables depuis des affûts). Il est utile de noter ce que vous voyez au cours de votre travail quotidien avec le plus de détails possibles: vous obtiendrez ainsi avec peu d'efforts une base de données précieuse. Vous pouvez prendre des notes sur différents sujets: une seule observation peut contribuer à

l'enrichissement de plusieurs bases de données. Par exemple, vous pouvez noter ce qu'un animal mange, la taille de son groupe, sa composition, les comportements liés à la reproduction, les agressions, les relations interspécifiques: issues d'une seule observation, ces données seront analysées de différentes façons. Pour les observations opportunistes, il n'est pas nécessaire de savoir quel individu vous voyez, et la durée de l'observation a également peu d'importance.

Pour certains sujets, vous pouvez obtenir des données intéressantes simplement à partir d'observations opportunistes: par exemple, le régime alimentaire, la reproduction, les événements rares ou inhabituels. Vous aurez cependant besoin de données plus standardisées pour faire des analyses détaillées. L'échantillonnage opportuniste est souvent un moyen d'obtenir des données préliminaires.

Généralement, plusieurs membres d'une équipe peuvent contribuer à la collecte de ces données opportunistes au cours de leurs activités quotidiennes. Vous pouvez même décider que toutes les personnes travaillant dans une aire protégée devront faire part de leurs observations opportunistes pour les études à long terme. Cela vous fournira facilement des données couvrant un grand nombre de situations. Cependant, comme ce type de prise de données est par définition non planifié, chaque personne devra prendre des notes dans son propre carnet de terrain. Vous devrez alors tenir un fichier général réunissant toutes les observations. Il est alors préférable d'avoir un système de références croisées, où chaque espèce et/ou chaque sujet (tailles de groupes, prédation etc.) a son propre cahier (voir chapitre 3). Bien qu'il soit fastidieux de reporter les données de son cahier personnel à un fichier central, il est essentiel de le faire pour maximiser la quantité d'information disponible pour chacun dans la zone, et pour sauvegarder des données de long terme pour les chercheurs qui viendront dans l'avenir.

#### Obtenir une liste d'aliments

Pour connaître tous les aliments consommés par une espèce animale, vous pouvez noter toutes les espèces de plantes, d'animaux (mammifères, poissons, insectes etc.) que vous le voyez manger. Les notes minimales qui vous permettront de faire une liste d'aliments et avoir une première idée du régime alimentaire d'un animal doivent être, pour chaque observation:

- la date et l'heure
- le lieu et le type d'habitat
- l'espèce
- l'âge et le sexe (si possible)
- l'espèce consommée (ou le type de nourriture, par exemple "insectes" si l'espèce ne peut être déterminée)
- la partie consommée, par exemple "tige", "feuilles", "graines des fuites immatures" etc.

Pour un guib harnaché observé en janvier, vos notes pourraient ressembler à cela:

Date	heure	Lieu	Habitat	Espèce	Age/sexe	espèce consommée	Type d'aliment
17 Jan 97	13:35	200m au nord du camp	savane herbeuse	Tragelaphus scriptus	Mâle adulte	Psidium guineensis	jeunes feuilles

**Figure 14.2.** Fiche de donnée d'observation opportuniste destinée à la compilation d'une liste d'aliments.

Vous pouvez utiliser ces données opportunistes pour obtenir une liste d'aliments qui vous permettra de voir la diversité (ou la spécialisation) du régime alimentaire. Vous verrez également quels types de nourriture sont consommés à telle période de l'année, mais vous ne connaîtrez pas la quantité consommée. Vous ne pourrez pas non plus être sûr d'avoir recensé tous les aliments, car ceux qui ne sont consommés que dans des endroits cachés passeront inaperçus.

Si vous voyez tellement souvent des animaux en train de se nourrir qu'il serait trop fastidieux de prendre des données à chaque fois, vous pouvez ne noter que les *nouveaux* aliments. Vous pouvez également lancer une étude du régime alimentaire plus poussée qui vous montrera la quantité consommée de chaque aliment, la fréquence, la période de l'année, et vous permettra ainsi d'analyser l'importance de chaque nourriture. Dans ce cas, vous pouvez utiliser une des méthodes d'échantillonnage exposées plus bas (ou plusieurs). Au contraire, si vos observations sont trop rares et que vous n'observez jamais l'animal en train de se nourrir, vous pouvez obtenir des données sur son régime alimentaire en cherchant dans ses crottes les restes de ses aliments (voir plus bas et chapitre 11).

#### Collecter des données sur la taille des groupes

Les données de taille de groupe peuvent être prises de façon opportuniste dans un carnet de terrain ou sur des fiches (voir chapitre 3) chaque fois que vous voyez des animaux. Cependant, vos estimations seront biaisées si vous comptez trop souvent le même groupe: il est donc préférable d'avoir un plan d'échantillonnage (voir plus bas). Vous pouvez n'inclure que les comptages effectués à plus de 2 km les uns des autres, ou effectués à la même localité à un an d'intervalle, pour être certain de compter des groupes différents. Collecter de telles données prend donc du temps, mais vous serez certain d'avoir une bonne représentation des groupes de votre zone. Pour chaque observation, notez:

- la date et l'heure
- le lieu et le type d'habitat
- l'espèce
- le nombre d'individus dans le groupe
- le nombre d'individus de chaque classe d'âge et de chaque sexe (si possible)
- ce que les animaux font (se nourrissent, se reposent, se roulent dans la boue etc.)

Vous pouvez utiliser une fiche de données similaire à celle de la figure 14.2.

#### Données sur la reproduction

Même si vous ne pouvez pas reconnaître les individus dans une population, vous pouvez noter tous les accouplements et les nouveau-nés que vous voyez. Ces observations peuvent être faites de façon opportuniste, ou tandis que vous prenez des données sur la taille et la composition des groupes, ou sur les rythmes d'activité. Cela vous permettra de connaître les périodes de reproduction.

Si vous arrivez à reconnaître les individus, vous devriez tenir à jour un cahier "reproduction" pour les animaux que vous connaissez. Vous y noterez:

- les changements physiques de l'animal qui suggèrent une saison de reproduction - par exemple, changements du plumage ou des vocalisations chez les oiseaux, tumescence sous la queue chez les femelles de primates, sécrétions des glandes temporales chez les éléphants;
- les changements de comportement, comme l'utilisation de nouveaux sites, ou les regroupements;
- les dates des accouplements, les partenaires;
- les dates de naissances;
- combien de jeunes naissent;
- le sexe des jeunes;
- la date (et la cause) de la mort des jeunes;
- les changements de comportement associés à la présence de jeunes - fréquentation de nouveaux sites, augmentation des agressions, changement de la composition des groupes.

Au cours du temps, vous aurez les détails de plusieurs saisons de reproduction pour chaque individu, et vous pourrez commencer à prendre des données de reproduction pour leurs descendants sur plusieurs générations. Vous pourrez alors estimer le potentiel de reproduction de la population de votre zone.

#### Données sur des événements rares ou inhabituels

Un événement rare ou inhabituel ne peut, par définition, être prévu: il doit donc être noté de façon opportuniste. Vous aurez peut-être la chance d'en être témoin pendant des sessions d'observation planifiées, mais même dans ce cas, il s'agira de prise de données opportuniste, puisque non prévue dans votre programme. Certains événements sont si rares et ont une telle influence sur



les animaux que si vous les observez pendant une session planifiée, comme un scanning ou un suivi d'animal focal, il faut le noter, même si cela vous oblige à interrompre votre échantillonnage.

Il convient de noter:

- la date, l'heure et le lieu;
- l'espèce et les individus impliqués (mâle adulte, juvéniles etc.);
- si les animaux étaient en groupes ou solitaires;
- quel type d'événement (bataille pour la nourriture, accouplement, réponse à des cris d'alarme d'une autre espèce etc.); quel individu ou espèce a initié l'interaction;
- ce que chaque individu a fait avant et après;
- toute autre information semblant pertinente;
- si approprié, une interprétation du comportement. Les interprétations ne sont pas strictement des données, car elles représentent votre propre vision de la situation plutôt qu'un fait mesuré. Cependant, il est souvent utile de noter ce que vous avez compris sur le moment pour la compréhension globale d'un type de comportement.

#### Les problèmes de l'échantillonnage opportuniste

Bien que les observations opportunistes soient très utiles, elles sont difficiles à standardiser. Votre présence peut influencer le comportement de l'animal de différentes façons, selon la distance ou vous vous trouvez, si vous êtes à pied ou en voiture, et si vous êtes seul ou en groupe. Vous verrez sans doute les animaux plus fréquemment à certains endroits qu'à d'autres, ce qui vous donnera une image biaisée de ce qu'ils font. Par exemple, les buffles broutent souvent dans des zones ouvertes en petits groupes le matin, puis se rassemblent pour l'après-midi dans des mares boueuses. Si vous ne faites des observations que le matin quand vous vous déplacez dans la réserve, vous ne verrez que des petits groupes. Vous pouvez avoir fait beaucoup d'observations (et donc avoir une bonne taille d'échantillon) mais avoir une idée fautive de leur comportement. De ces données,

- vous pouvez conclure que les buffles broutent en petits groupes le matin;
- vous ne pouvez pas conclure qu'ils se comportent toujours ainsi.

Même si vous ne faites que des observations opportunistes, vous devez essayer d'observer les animaux à plusieurs périodes de la journée, dans différents habitats et différentes saisons avant de tirer des conclusions sur leur comportement général. Si vous voulez faire une étude détaillée de tous les aspects du comportement d'un animal, il est préférable de concevoir un programme d'échantillonnage et d'observer les animaux régulièrement, afin d'être sûr d'avoir une image équilibrée de ce qu'ils font à tout moment et en toute situation. Cependant, cela signifie que vous devez essayer de savoir où les trouver.

#### **Planifier des observations régulières des animaux**

Observer et noter le comportement d'un animal est une méthode de description d'un phénomène biologique, tout comme la description d'un type d'habitat. De la même façon qu'on utilise des *échantillons* du type d'habitat pour obtenir des informations sur cet ensemble (cf. chapitre 4), on utilise des échantillons de comportement pour décrire ce que font les animaux. En effet, on ne peut pas observer tous les animaux tout le temps. De la même façon que les échantillons d'un objet physique, comme un type d'habitat, doivent être contrôlés pour ne pas être biaisés et représenter ce type d'habitat dans son ensemble, les échantillons de comportement ne doivent pas être biaisés et être représentatifs de ce que tout individu de cette espèce, cet âge, ce sexe ou ce rang hiérarchique ferait dans les circonstances que vous étudiez. En prenant des données sur tous les animaux que vous voyez, vous ne contrôlez pas les biais dans cet échantillon. Vous pouvez utiliser les résultats des observations opportunistes pour vous faire une première impression et obtenir des données qualitatives, telles que des listes d'aliments ou des lieux d'observation dans une étude des déplacements. Par contre, vous ne pouvez pas répondre à des questions comme "combien?" ou "à quelle fréquence?".

Le comportement animal est un sujet très complexe; il est rarement facile de comprendre pourquoi un animal se comporte d'une certaine façon. Si vous n'essayez pas de standardiser la façon dont vous observez et dont vous notez le comportement, il sera impossible d'interpréter les tendances observées dans vos données. Ce besoin de méthodes standardisées et non biaisées est commun à tous les processus d'échantillonnage biologique.

Standardiser la collecte de données comportementales implique de décider à l'avance:

- 1) où vous observerez les animaux;

Cela se décide souvent en fonction des endroits où on peut les voir, mais il faut essayer de les observer dans tous les types d'habitats qu'ils utilisent;

2) quand vous observerez les animaux (date et heure). Il faudra établir un programme; Assurez-vous d'échantillonner régulièrement aux différentes saisons (ou mois). Faites des observations le matin, d'autres l'après-midi, et la nuit si vous le pouvez.

3) la durée des observations (cinq minutes, une heure, toute la journée...)

Généralement, le plus longtemps possible, mais il faut décider du temps que l'on peut y consacrer en fonction des autres activités.

4) quels animaux fourniront les données (tous les membres du groupe, les mâles adultes, ceux que vous verrez les premiers...)

Vous devez décider quels sont les animaux les plus importants en fonction des questions que vous vous posez, mais si vous le pouvez, prenez des données dans les deux sexes et toutes les classes d'âge.

5) comment vous nommerez les comportements observés

Vous devez avoir un système prédéterminé pour noter les comportements, afin d'être cohérent au cours du temps et entre les observateurs. Par exemple, tout le monde doit appeler la même vocalisation un "cri d'alarme", plutôt que l'appeler parfois un "appel d'angoisse", parfois un "aboïement" ou parfois un "cri". Avoir une fiche avec les noms des différents comportements connus aide beaucoup à la standardisation des appellations.

6) quels comportements seront notés, seront-ils tous notés?

Vous devez décider de la quantité d'information à engranger. Cela dépendra du nombre d'animaux observés en même temps, et de la vitesse à laquelle ils changent d'activité. Vous serez plus à même de le décider après quelques sessions d'observation d'essai.

Après avoir réfléchi à toutes ces questions, vous pouvez concevoir un plan d'échantillonnage. Il doit avoir trois parties: un calendrier, une liste des individus à étudier, et une méthode de prise de données.

Faites tout d'abord un calendrier

Imaginez que vous voulez étudier les okapis dans une forêt avec trois types d'habitat et deux saisons. Vous disposez d'une semaine par mois pendant un an pour votre étude, et vous voulez vous assurer d'observer les animaux dans toutes les situations, c'est-à-dire aux différentes heures, saisons, mois, et dans tous les habitats. En faisant un plan d'échantillonnage, vous pouvez vérifier que vous observerez dans toutes les situations.

Ce calendrier pourrait ressembler à ceci:

		Habitat 1	Habitat 2	Habitat 3
<b>Saison sèche</b>	<b>Jan</b>	2 jours (Lun matin, Mar a-m)	2 jours (Mer matin, Jeu a-m)	2 jours (Ven matin, Sam a-m)
	<b>Fev</b>	2 jours (Ven matin, Sam a-m)	2 jours (Lun matin, Mar a-m)	2 jours (Mer matin, Jeu a-m)
	<b>Mar</b>	2 jours (Mer matin, Jeu a-m)	2 jours (Ven matin, Sam a-m)	2 jours (Lun matin, Mar a-m)
	<b>Avr</b>	2 jours (Lun matin, Mar a-m)	2 jours (Mer matin, Jeu a-m)	2 jours (Ven matin, Sam a-m)

<b>Saison humide</b>	<b>Mai</b>	2 jours (Ven matin, Sam a-m)	2 jours (Lun matin, Mar a-m)	2 jours (Mer matin, Jeu a-m)
	<b>Juin</b>	2 jours (Mer matin, Jeu a-m)	2 jours (Ven matin, Sam a-m)	2 jours (Lun matin, Mar a-m)
	<b>Juil</b>	2 jours (Lun matin, Mar a-m)	2 jours (Mer matin, Jeu a-m)	2 jours (Ven matin, Sam a-m)
	<b>Aout</b>	2 jours (Ven matin, Sam a-m)	2 jours (Lun matin, Mar a-m)	2 jours (Mer matin, Jeu a-m)
	<b>Sep</b>	2 jours (Mer matin, Jeu a-m)	2 jours (Ven matin, Sam a-m)	2 jours (Lun matin, Mar a-m)
	<b>Oct</b>	2 jours (Lun matin, Mar a-m)	2 jours (Mer matin, Jeu a-m)	2 jours (Ven matin, Sam a-m)
	<b>Nov</b>	2 jours (Ven matin, Sam a-m)	2 jours (Lun matin, Mar a-m)	2 jours (Mer matin, Jeu a-m)
	<b>Dec</b>	2 jours (Mer matin, Jeu a-m)	2 jours (Ven matin, Sam a-m)	2 jours (Lun matin, Mar a-m)

**Figure 14.3.** Exemple de calendrier d'observation

Vous vous êtes ainsi assuré d'échantillonner chaque habitat chaque mois. Vous êtes également certain que chaque mois, vous avez un matin et un après-midi d'observation, et vous avez alterné l'ordre de vos échantillons dans la semaine. Cependant, vous n'avez pas décidé quels animaux vous allez observer, quels comportements vous allez noter, comment vous allez les noter, et pendant combien de temps à chaque fois.

Vous devez être en mesure d'observer les animaux, de savoir combien vous pouvez en voir, à quelle fréquence et combien de temps avant de décider de la manière la plus efficace de noter vos observations.

### **Les façons de trouver et d'observer les animaux régulièrement**

Comme toute personne ayant l'expérience des animaux sauvages le sait, les animaux essaient d'éviter d'être vus. Si vous les voyez sans être caché, ils peuvent probablement vous voir et s'en iront ou se cacheront dans la végétation. Bien souvent, ils vous auront senti et seront partis avant même que vous vous rendiez compte qu'ils étaient là, mais même s'ils ne partent pas, ils peuvent changer de comportement à cause de vous. Ils peuvent se déplacer tous ensemble, être très attentifs ou se rapprocher des jeunes qui sont normalement laissés plus seuls. Dans ce cas, vous observez un type de comportement particulier influencé par la perception d'une situation dangereuse par l'animal. Le comportement n'est *pas* le même que si vous n'aviez pas été là.

Il y a deux possibilités: vous cacher pour que les animaux ne sachent pas que vous êtes là, ou habituer les animaux à votre présence pour qu'ils ne changent plus de comportement à cause de

vous (voir plus bas "habituatation"). Ces deux solutions ne sont pas exclusives, et vous pouvez panacher en vous cachant partiellement, de façon à ce que l'animal soit moins effrayé par votre présence, bien qu'il sache que vous êtes là. Les observations depuis un véhicule sont souvent un bon compromis. Les animaux ont généralement moins peur d'un véhicule que d'un observateur à pied, même s'ils savent bien que la voiture est là et qu'elle ne fait pas partie de leur environnement. Vous pouvez de cette façon obtenir des informations plus vite que si vous aviez dû passer du temps à habituer les animaux à un observateur à pied. Vous devez cependant garder à l'esprit le fait que le comportement de l'animal est influencé par la voiture et peut ne pas être représentatif de ce qui se passerait s'il n'y en avait pas.

Dans certaines situations, le fait de changer légèrement le comportement par votre présence n'a pas d'importance sur les données que vous recherchez, par exemple si vous voulez connaître la composition des groupes. Du moment que les groupes sont suffisamment loin les uns des autres et ne peuvent se regrouper en vous voyant, vous obtiendrez les mêmes nombres de mâles, femelles et juvéniles que si vous n'étiez pas là. Vous devez juger par vous-même s'il est utile d'observer depuis un affût ou une grande distance, ou s'il faut passer du temps à habituer les animaux.

### **Observer discrètement**

Au début d'une étude, ou si vous n'avez que peu de temps, vous devez tout d'abord savoir où sont les animaux, et quelles zones ils utilisent. Même pour une étude à long terme, vous devez savoir cela pour décider des emplacements des affûts ou des animaux à étudier. Il est possible de suivre des animaux à pied sans qu'ils le sachent, mais il est généralement difficile de passer longtemps inaperçu, ou de se rapprocher suffisamment pour faire de bonnes observations. Si vous essayez de pister les animaux à pied, familiarisez-vous tout d'abord avec leurs traces et leurs empreintes (cf. chapitre 11). Quand vous êtes à leur recherche, habillez-vous avec des couleurs sombres, déplacez-vous doucement et restez sous le vent des animaux. Pour réduire encore les chances d'être détecté, il est toujours préférable d'être seul, ou avec un minimum de coéquipiers.

Il est peu probable que vous obteniez toutes les données nécessaires à la compréhension de la vie d'un animal uniquement à partir de ce type d'observations "furtives". Pour standardiser les conditions de collecte de données et maximiser la quantité de données obtenues par rapport au nombre d'heures passées sur le terrain, il sera probablement nécessaire de construire un (ou plusieurs) affût(s), ou de vous lancer dans un processus d'habituatation des animaux.

### **Les affûts**

Si vous devez observer des animaux non effrayés, la solution la plus rapide est souvent de construire un affût pour vous cacher. L'intérêt des affûts est que lorsque l'animal ne sait pas qu'il est observé, son comportement est naturel: de plus, l'habituatation peut prendre des mois. Le problème (hormis le coût "financier" de la construction) est qu'il faut rester dans l'affût et attendre que l'animal vienne à vous. Cela limitera probablement le temps que vous passerez à les observer et les comportements que vous verrez, parce que les animaux seront toujours au même endroit quand vous les observerez. Vous pouvez bien évidemment construire plusieurs affûts pour couvrir une grande zone, ou utiliser une voiture comme "affût mobile", mais vous manquerez probablement certaines parties de la vie des animaux. Avant de vous lancer dans la construction d'un affût, vous devez réfléchir attentivement aux aspects du comportement que vous voulez étudier, et savoir si les observations depuis un point fixe seront suffisantes pour répondre à vos questions (voir aussi le chapitre 12).

#### Construire l'affût.

La première chose à décider est l'emplacement de l'affût. Vous devez choisir un endroit qui vous donne le meilleur point de vue, qui soit facilement accessible et vous permette de bien voir la zone utilisée par l'animal, sans être trop proche. Il faut également savoir si l'affût doit être permanent ou non. Si vous voulez construire un affût pour suivre la nidification d'un oiseau rare qui n'utilisera le site que quelques semaines, il n'est pas nécessaire d'investir dans du matériel résistant et de très bonne qualité. Si vous désirez un affût pour le suivi à long terme d'une baie, ou pour permettre aux touristes d'observer les animaux toute l'année, il faut une structure solide, qui résistera bien, car les travaux de construction sont bruyants et gênants, et il est préférable de ne pas être constamment en train de réparer ou de changer l'affût. Il est souvent utile d'étudier les points de vue naturels, comme les grands arbres, les falaises, les champs de rochers avant de démarrer. Ces sites sont souvent aisés à transformer en affûts et seront plus rapidement acceptés par les animaux que de nouvelles constructions.

Comme les animaux sont très sensibles aux changements dans leur environnement, ils éviteront probablement les alentours de l'affût au début, mais finiront par s'y habituer et le considéreront comme faisant partie du paysage. Le type d'affût que vous utiliserez dépendra de l'espèce que vous voulez observer et de sa capacité à vous détecter, mais il est généralement préférable de le fondre dans l'environnement - utilisez du bois ou du métal peint de couleur sombre plutôt que des surfaces réfléchissantes; n'utilisez pas de produits protecteurs du bois trop odorants; utilisez de la toile ou des végétaux pour le couvrir, plutôt que du plastique ou de la tôle ondulée qui seront bruyant sous la pluie et le vent ou quand vous vous déplacerez à l'intérieur; utilisez du vert ou d'autres couleurs naturelles plutôt que des couleurs vives ou du blanc.

Les chercheurs qui suivent les bayes dans des sites d'Afrique centrale ont observé que la plupart des animaux qui les fréquentent (gorilles, éléphants, colobes, sitatungas, bongos et autres) s'habituent rapidement à une personne parfaitement visible sur une plate-forme. Dans ce cas, ils savent qu'il y a un observateur et s'y sont habitués, et leur comportement est aisé à étudier sans que l'affût cache l'observateur. Dans certains cas, il est donc possible d'observer depuis une simple plate-forme sans être caché, mais les primates et les antilopes ont une très bonne vision et vous verront. Les éléphants et les potamochères comptent plus sur leur odorat et risquent moins de vous voir, même si vous n'êtes que partiellement cachés. La capacité des animaux à vous sentir est difficile à contrer. Construire un affût en hauteur est une bonne idée, car l'odeur est transportée par le vent, et s'il y a des vents dominants, vous pouvez vous placer sous le vent de la zone que vous voulez observer. Limiter le nombre d'observateurs et interdire d'uriner près de l'affût sont des mesures utiles, ainsi que réduire les objets odorants dans l'affût, comme les répulsifs à insectes, les conservateurs du bois, les cigarettes, la nourriture ou les vêtements sales.

L'affût doit pouvoir conserver le matériel au sec si nécessaire. Il doit aussi être suffisamment spacieux pour que les observateurs y soient confortablement installés pendant plusieurs heures et puissent y disposer leur équipement pour observer et prendre des notes sans bruit et sans avoir à bouger. Des sièges grossiers et une planche pour poser le carnet et les jumelles sont des équipements utiles. La visibilité depuis l'affût doit être maximisée, sans pour autant rendre les observateurs trop visibles si cela pose un problème. Le camouflage peut fréquemment être obtenu avec une moustiquaire sombre, qui de plus abrite les observateurs des insectes et leur permet de rester concentrés plus longtemps.

Quand vous avez construit votre affût, vous devez y rentrer sans que les animaux vous détectent. Vous devrez peut-être y aller aux heures auxquelles les animaux sont éloignés, avant l'aube, ou tracer un sentier de façon à pouvoir vous y glisser sans bruit quand ils sont là. Pensez bien à la voie d'accès avant de construire un affût.

### **Habituer les animaux**

Les animaux fuient les humains car ils en ont peur. Si vous pouvez les persuader que vous ne leur voulez pas de mal, ils n'éprouveront plus le besoin de s'éloigner de vous. Le processus de mise en confiance d'un animal, pour qu'il vous permette de l'observer, est appelé *habituation*. Les animaux habitués sont complètement accoutumés à la présence d'un observateur et (idéalement) se comportent de la même façon qu'ils soient observés ou non, ce qui permet d'étudier leur comportement naturel.

Pour gagner la confiance d'un animal, vous devez le rencontrer régulièrement et *toujours* interagir avec lui de façon *calme* et absolument *non menaçante*. S'il se trouve souvent à côté de vous mais n'est *jamais* menacé ou effrayé par vous, il finira par ne plus s'inquiéter et ne s'enfuira plus. Comme vous devez toujours interagir avec le même groupe pour que les animaux se souviennent de vous et s'habituent, un des premiers problèmes de l'habituation est de reconnaître les animaux que vous voulez étudier. S'il y a de nombreux groupes dans votre zone, vous devez vous focaliser sur un seul à la fois pour l'habituation et être certain de bien reconnaître "vos" animaux.

Quand vous commencez à suivre les animaux, ils doivent savoir que vous êtes là pour apprendre à vous accepter. Ne vous approchez pas autant que vous le pourriez en vous cachant. Au contraire, choisissez une zone ouverte, où les animaux peuvent vous voir clairement, asseyez-vous sans les fixer du regard, et agissez comme si vous n'aviez pas remarqué qu'ils étaient là. Puis, s'ils ne vous ont pas remarqué, faites un bruit faible et naturel, comme un bruit de feuilles, de branche, ou sifflez un air doucement. Vous *ne devez pas* faire de bruits forts et effrayants: sifflets perçants, cris, claquements des mains sont à éviter car ils font peur aux animaux. Si l'animal vous remarque à cause d'un bruit qu'il croit accidentel et pense que vous ne l'avez pas vu, il pourra être suffisamment confiant pour rester et vous regarder un moment. Cependant, il y a plus de chances qu'il alerte le

reste de son groupe et parte. Si vous êtes calme et suffisamment loin, il fera cela plus par précaution que par peur. Recommencez ce processus de contact avec les animaux aussi souvent que possible, en les laissant vous voir et réaliser que vous ne leur voulez pas de mal. N'essayez *pas* de les poursuivre directement quand ils s'enfuient, car cela leur ferait peur. Essayez plutôt de faire une boucle et de les attendre par devant. Les animaux sont toujours moins effrayés par quelqu'un qui attend sur leur chemin que par quelqu'un qui vient vers eux. A chaque fois que vous rencontrez les animaux, vous devez noter attentivement l'heure à laquelle ils vous voient, la distance, s'ils alarment, combien de temps se passe avant qu'ils s'enfuient et la distance à laquelle ils partent. S'ils semblent à chaque fois moins effrayés que la fois précédente (moins de cris d'alarme, plus de temps avant de partir, ils s'enfuient moins loin), vous pouvez vous approcher un peu plus à chaque fois et les observer plus directement. Cependant, s'ils semblent plus effrayés qu'auparavant, reculez et montrez-vous de plus loin. Les animaux seront naturellement plus effrayés s'ils sont sur les limites de leur territoire ou de leur domaine vital, ainsi que si vous les observez près des nids, des abris ou des endroits qu'ils considèrent comme "sûrs". Essayez de choisir des zones neutres pour le premier contact: les zones de nourrissage, les zones ouvertes ou les salines sont de bons exemples. Si vous ne savez pas où les animaux se sentent vraiment "chez eux", vous trouverez peut-être qu'un groupe qui semble vous avoir bien accepté reste méfiant en certains lieux. Ne vous laissez pas décourager, mais essayez de bien les habituer dans les zones où ils sont calmes avant de les suivre dans des zones où ils sont moins confiants.

Enfin, si vous êtes fréquemment en contact avec les mêmes animaux, et s'ils peuvent vous voir sans se sentir menacés, ils commenceront à accepter que vous les observiez de près. Vous verrez probablement qu'ils ont une distance de fuite au-delà de laquelle ils vous tolèrent, et qu'ils sont très sensibles à tous les changements de votre comportement (vêtements différents, heures de visite différentes, chemins d'arrivée différents) et aux nouveaux observateurs. Plus vous respecterez une routine (vêtements, horaires, comportement), plus les animaux vous accepteront rapidement. Au cours du processus d'habituation, vous ne devez **jamais** trahir la confiance des animaux. S'ils commencent à avoir confiance et que vous les effrayez, ils peuvent devenir encore plus méfiants qu'auparavant.

Une fois que les animaux semblent ne pas changer de comportement quand vous les observez, vous pouvez commencer à noter les détails de leur comportement naturel, à l'aide de l'une des méthodes d'échantillonnage présentées ci-dessous. Vous devez vous attendre à suivre les animaux pendant plusieurs semaines (ou même mois) avant d'en arriver à ce point, bien que certaines espèces soient plus confiantes que d'autres et s'habituent plus vite. Par exemple, les colobes et les buffles sont respectivement plus confiants que les cercopithèques et les potamochères.

Vous devez avoir une grande discipline et beaucoup d'attention pour habituer les animaux correctement. Une fois que vous aurez un groupe d'animaux qui se comportent naturellement en face de vous, vous serez dans la meilleure des situations pour noter et interpréter leur comportement.

#### Quelques problèmes liés à l'habituation des animaux

Vous ne pourrez peut-être pas habituer les animaux.

Cela peut être dû à plusieurs raisons:

- vous ne rencontrez pas suffisamment souvent les mêmes animaux pour qu'ils vous reconnaissent et vous acceptent;
- vous n'êtes pas suffisamment attentifs pour ne *jamais* les effrayer;
- pendant les premiers contacts, ils ne sont jamais restés suffisamment de temps pour réaliser que vous ne les menacez pas, et donc ne savent pas que vous ne représentez aucun danger.

Ce dernier point est particulièrement important quand vous suivez des animaux dans un habitat dense. Pendant les premiers jours de l'habituation, il est important que les animaux vous observent suffisamment longtemps pour voir que vous ne les attaquez pas. S'ils s'enfuient instantanément à chaque fois, et qu'ils sont si près quand ils vous voient qu'ils ont tout de suite peur, ils ne commenceront jamais à avoir confiance. Cela constitue probablement le plus gros problème d'habituation des animaux terrestres en forêt.

Vous trouverez peut-être que les animaux s'habituent trop bien! Cela peut sembler n'être pas un problème, mais en fait, si les animaux sont tellement confiants qu'ils commencent à venir vers vous, ils ne se comportent plus "naturellement". C'est un problème moins grave que s'ils s'enfuient, mais vous devez être prudent et bien noter que l'animal interagit avec vous (vous regarde, se déplace vers vous, ou même vous menace) pour pouvoir interpréter ces comportements.

Enfin, malheureusement, vous pourrez vous trouver face à des animaux tellement habitués qu'ils deviennent un problème ou même un danger pour les gens, car ils n'ont plus peur. Ils peuvent manger dans les dépôts d'ordure ou les plantations, ou même attaquer les gens. De même, les animaux habitués sont plus vulnérables, car ils ne s'enfuient plus et sont des proies faciles pour les chasseurs. Pensez bien aux conséquences possibles avant de commencer un processus d'habituation; des animaux sans peur peuvent être source de problèmes, pour certaines espèces, dans des zones densément peuplées.

### **Noter des données de comportement à l'aide d'une méthode d'échantillonnage standardisée**

Une fois que vous êtes certain de pouvoir observer les animaux régulièrement, d'un affût, en les suivant ou parce qu'ils sont habitués, vous pouvez commencer à prendre des données détaillées sur leur comportement. Faites d'abord un calendrier d'échantillonnage (voir plus haut) pour être certain que les données collectées seront représentatives de toutes les situations qui vous intéressent. Puis vous devez décider de ce que vous allez noter pendant ces sessions d'observation.

#### Définir différents comportements

Pour pouvoir collecter des données standardisées, vous devez être sûr de pouvoir différencier et reconnaître différentes activités. Demandez-vous d'abord si vous voyez le même comportement répété, ou des comportements différents. Par exemple, un bongo couché peut être endormi, en train de prendre un bain de boue, malade ou en train de mettre bas! Vous devez observer attentivement l'animal pour savoir ce qu'il fait.

Etablissez ensuite des règles sur les façons de noter les comportements, pour que vos données soient cohérentes. Par exemple, quand un buffle broute, il est également en train de se déplacer lentement et de chercher sa nourriture. Vous pouvez décider d'appeler cela simplement "broutage" dans vos notes, en définissant au début ce que ce terme recouvre. Vous pouvez aussi décider de noter comme deux comportements "recherche de nourriture" et "broutage". Quand vous collectez des données sur le comportement alimentaire, il est souvent utile de séparer le temps passé à chercher de la nourriture (foraging en anglais, fourragement en français) de celui passé à manger. Cela vous permettra d'analyser si la nourriture est plus facile à trouver en certaines saisons qu'en d'autres.

Si vous ne décidez pas à l'avance comment vous appellerez les comportements observés, vous pourrez noter "broutage" quand vous verrez le buffle manger, et d'autres fois quand il est en train de chercher et de manger. Vos données seront biaisées et vous aurez une image fautive du comportement des buffles.

Vous pouvez accélérer la prise de notes sur le terrain en utilisant des définitions simplifiées des comportements complexes qui sont toujours effectués en séquences. Par exemple, si un mâle de mandrill met une marque odorante sur un arbre, il grimpera de quelques dizaines de centimètres, reniflera l'écorce, "sourira" et secouera sa tête, en montrant ses dents inférieures, puis frotera sa poitrine contre l'arbre en quatre ou cinq mouvements vers le haut, reniflera de nouveau et redescendra. Vous ne pouvez évidemment pas écrire tout cela à chaque fois et noter ce que l'animal fait ensuite: vous pouvez alors utiliser un terme plus simple, comme "marquage odorant" pour noter toute la séquence comportementale. Il existe de nombreuses séquences pour lesquelles ce type de simplification peut être utile, mais assurez-vous de définir clairement au début de votre carnet ce que signifie chaque terme utilisé dans vos notes.

#### Règles d'échantillonnage et de prise de notes

Vous devez prendre deux décisions *séparées* pour savoir comment noter les comportements, bien que la majorité des chercheurs les confonde (voir figure 14.4). Il faut tout d'abord décider qui ou ce que vous allez observer. C'est la *méthode d'échantillonnage*. Il en existe quatre bien connues:

- échantillonnage *ad libitum*
- scanning
- observations d'animal focal
- comportements particuliers

Puis vous devez décider à quelle fréquence vous allez prendre des données. C'est le *régime d'échantillonnage*. Il en existe deux:

- régime continu: prise de données permanente

- échantillonnage à intervalles de temps: prise de données *seulement* à des moments prédéterminés

Vous pouvez combiner les méthodes et les régimes d'échantillonnage de différentes façons pour obtenir la meilleure image de ce que l'animal est en train de faire. Voir ci-dessous toutes les méthodes et les régime d'échantillonnage à utiliser selon les circonstances.

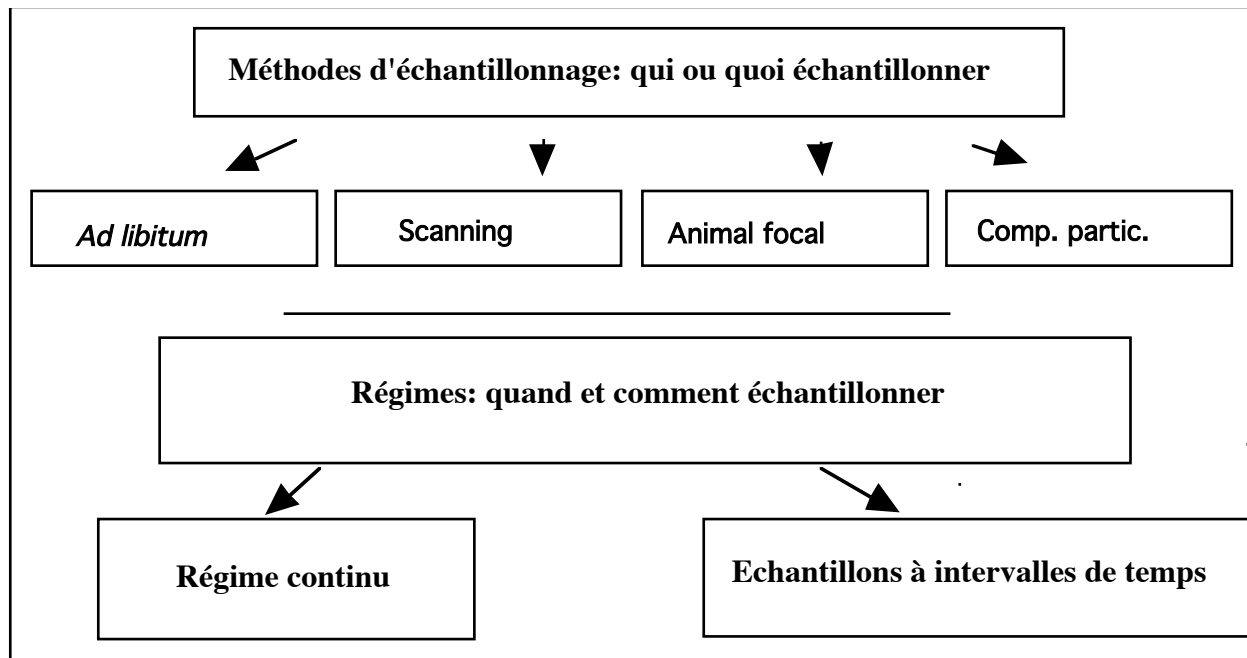


Figure 14.4. Méthodes et régimes d'échantillonnage

#### Echantillonnage *ad libitum*

##### *Quand utiliser l'échantillonnage ad libitum*

L'échantillonnage *ad libitum* est une méthode qui implique d'observer le plus d'animaux possibles et de noter tout ce qui peut se passer. C'est la méthode la moins standardisée, mais elle permet d'obtenir une bonne image globale de ce qu'un groupe est en train de faire. C'est une bonne méthode au commencement d'une étude, quand on ne sait pas encore quel type de comportements vont être observés. Cependant, il est difficile d'analyser les données et de les comparer à celles d'autres sites: vous devez donc essayer d'utiliser également d'autres méthodes.

L'échantillonnage *ad libitum* est également pratique pour noter des événements qui se passent rapidement, comme les accouplements, les bagarres, les captures de proies ou les visites à un arbre en fruit, quand les fruits sont emportés ailleurs. Mais ce n'est pas une bonne méthode pour connaître la durée des comportements comme le nourrissage ou la toilette, car on est fréquemment distrait et on peut manquer les pauses ou la fin de la période d'activité. Une meilleure méthode pour connaître la durée de tel ou tel type de comportement est l'observation d'un animal focal (voir plus bas).

##### *Concevoir un programme d'échantillonnage ad libitum*

Vous devez tout d'abord concevoir un programme pour répartir vos observations sur toutes les situations que vous voulez suivre. Il faut ensuite décider du temps que vous allez passer à observer à chaque période d'observation, et quels animaux seront observés. Généralement, plus vous observerez, meilleurs seront les résultats, mais vous aurez certainement des contraintes de temps. Choisissez une durée minimale que vous pouvez passer avec les animaux à chaque session d'observation et essayez de vous y tenir. Les jours où vous aurez plus de temps, vous pourrez rester plus longtemps. Vous utiliserez toujours un régime continu, car vous ne savez pas ce qui va arriver, mais vous devez décider si vous allez toujours observer des groupes (et si ce sera toujours le même groupe) ou si vous alternerez avec des individus solitaires s'il y en a également. Ce choix dépend des questions que vous vous posez. Si vous voulez avoir une impression globale du comportement des



animaux vivant en groupes par rapport à celui des solitaires, vous devrez diviser vos périodes d'observations entre les deux, de la même façon que pour la séparation des habitats dans l'exemple de l'étude de l'okapi (cf. figure 14.3).

Vous prendrez des notes descriptives dans un carnet de terrain pendant un échantillonnage *ad libitum*, car il est difficile de concevoir une fiche de prises de notes quand on ne sait pas ce que l'on va observer. Cependant, plus vous serez systématique dans vos sessions d'échantillonnage, meilleures seront vos données: vous devez donc toujours tenter de standardiser la collecte de données initiale. Vous pouvez écrire au dos de votre carnet une liste de données à collecter systématiquement au début de chaque session. Notez toujours la date, les heures de début et de fin d'observation, la météo, combien d'animaux sont dans le groupe, qui ils sont, les autres espèces présentes, la distance à laquelle vous êtes des animaux, comment ils réagissent à votre arrivée, et tout autre circonstance qui vous semble avoir affecté le comportement des animaux.

#### *L'échantillonnage ad libitum sur le terrain*

Avant de vous lancer, vous devez savoir comment trouver les animaux et être à même d'observer leur comportement normal (voir plus haut). Vous devez avoir décidé d'une période d'observation minimum pour chaque session et avoir un calendrier d'échantillonnage.

La première fois que vous observerez les animaux, passez un peu de temps à voir quels sont les individus présents et à vous installer, puis commencez à noter tout ce que vous pouvez. N'attendez pas un événement intéressant pour commencer (ou pour terminer la session). Vous pouvez utiliser un langage descriptif pour noter les événements compliqués, mais essayez de quantifier le plus possible. Pour un céphalophe rouge en train de manger sous un manguier, il est préférable de noter "mange des mangues, 1 à 3 par minute" que simplement "mange des mangues". La deuxième note ne vous dit pas combien de fruits ont été mangés, et est donc beaucoup plus difficile à comparer de façon intéressante avec d'autres observations de céphalophes.

L'échantillonnage *ad libitum* peut être utilisé pour noter le comportement de colobes pendant une session de 90 minutes. Vos notes pourraient ressembler à ceci:

10:00 - arrivée au bord de la rivière. 10 adultes et 2 juvéniles de colobes noirs dans un Berlinia bracteosa. Mâle adulte et une femelle mangent des jeunes feuilles, juvéniles jouent, tous les autres dorment.

10:02 - Un juvénile court sur le dos d'un adulte endormi, qui ne bouge pas

10:24 - La femelle adulte arrête de manger et s'endort au même endroit

10:25 - Le mâle adulte fait une pause et pousse un seul grognement/toux, puis recommence à manger. Aucun des animaux ne semble répondre à la vocalisation

10:31 - juvéniles reviennent vers leur mère et s'endorment à côté d'elles

10:40 - un juvénile quitte sa mère, saute sur une branche proche et en revient plusieurs fois, pour jouer?

10:42 - mâle arrête de manger et va 5m plus loin sur la branche pour dormir

10:43 - juvénile stoppe jeu? de sauts et revient se reposer près de sa mère

11:20 - Deux femelles adultes se réveillent et vont dans un Cryptosephalum staudtii à côté. Une a la queue légèrement pliée et est peut-être reconnaissable des autres.

11:21 - un subadulte suit les deux femelles

11:30 - fin de la période d'observation, quitte le site

Figure 14.5. Notes d'échantillonnage *ad libitum*

### *Analyse des échantillons ad libitum*

A la fin de votre échantillonnage vous aurez:

- un nombre total de minutes d'observation;
- des notes sur tous les comportements et les interactions survenus pendant cette période;
- le nombre de fois que chaque comportement est apparu.

Généralement, la chose la plus intéressante obtenue par l'échantillonnage *ad libitum* est une impression globale sur les activités, les comportements et la façon dont les groupes et les individus interagissent. Cela est précieux en soi pour votre compréhension des animaux, mais les notes qui ne peuvent être quantifiées (transformées en chiffres) sont difficiles à comparer avec celles d'autres sites (voir chapitre 15).

L'analyse la plus simple des données d'échantillonnage *ad libitum* consiste à regarder combien de fois chaque comportement est apparu pendant les observations, et à calculer une fréquence. Puis comparez différentes situations, comme matin et après-midi, saison sèche et saison humide, ou mâles et femelles.

Par exemple, vous pouvez utiliser un échantillonnage *ad libitum* pour observer des loutres sur une grande rivière tous les soirs et noter, parmi d'autres comportements, le nombre de fois où elles capturent un poisson ou un crabe. Vous pouvez alors comparer la fréquence des captures de crabes à celle des captures de poissons en saison sèche et en saison humide, ou entre les mâles et les femelles, ou entre les adultes expérimentés et les juvéniles.

### Scanning

#### *Quand utiliser le scanning?*

Le scanning est utilisé pour noter les activités d'un groupe d'animaux. Il est particulièrement utile quand vous ne pouvez pas voir tous les membres d'un groupe, ou si les animaux sont réunis en un grand groupe. En effet, il vous permet de ne noter que les activités de certains animaux, puis de standardiser les données afin de pouvoir comparer entre les groupes. Le scanning est généralement la meilleure méthode pour noter les comportements de nourrissage et les rythmes d'activités de groupes d'animaux.

#### *Concevoir une méthode de scanning et choisir un régime d'échantillonnage*

##### *Comment noter?*

Pendant un scanning, vous essayez d'observer plusieurs membres d'un groupe et de noter ce que chacun est en train de faire. Vous noterez *une* activité pour chaque animal, au moment où vous le voyez (ou 10 secondes plus tard pour vous permettre de le savoir si ce n'est pas immédiatement clair). Il est difficile d'utiliser un régime d'observation continu, car le temps d'observer un animal et de noter ce qu'il fait empêche d'observer les autres en continu: la scanning est donc utilisé avec un régime d'observation à intervalles de temps.

Il n'y a pas d'intervalle de temps standard pour le scanning. Le principe est que plus vous observerez fréquemment le groupe, plus vous obtiendrez une image exacte de ce qu'ils font. Mais vous devez vous laisser suffisamment de temps pour noter ce que font les animaux. Bien que vous observiez le groupe à des moments fixes par avance, il est impossible de voir et de noter les comportements de plusieurs individus en même temps: le scanning autorise donc un certain temps pour observer les animaux. Par exemple, toutes les 15 minutes (intervalle de temps), vous faites un balayage pendant 5 minutes. Cela signifie que vous commencez à noter ce que font les animaux au début de chaque période de 15 minutes, en les passant en revue pendant 5 minutes. Ensuite, pendant 10 minutes, vous ne notez pas. Vous pouvez utiliser ce temps pour préparer le prochain scan ou pour noter d'autres données de façon opportuniste sur votre carnet ou sur la fiche. Pour noter le comportement de 5 animaux, vous pouvez faire un scan toutes les 15 minutes assez facilement, mais pour 50 individus, vous devrez réduire votre fréquence de scanning à 30 minutes (par exemple) et augmenter votre temps d'observation à 20 minutes. Essayez de maximiser la fréquence de vos scans tout en vous laissant suffisamment de temps pour noter tous les comportements calmement, pour ne pas faire d'erreurs. Il est préférable de scanner moins fréquemment et de prendre les données correctement que de scanner souvent et de faire des erreurs. Vous aurez probablement besoin de plusieurs sessions d'essai avec différents intervalles de temps et différents nombres d'individus scannés avant de décider de la meilleure stratégie possible.

Pendant le temps où vous n'êtes pas en train de scanner, vous pouvez prendre d'autres notes. Il est très utile de noter la position du centre du groupe sur une carte à la fin de chaque scan. Des données sur la météo, la direction prise par le groupe, tout autre événement touchant le groupe

(bruits forts, apparition d'un prédateur) sont utiles, de même que les changements de taille de groupe, les accouplements ou les comportements agressifs.

#### *Quel animal observer?*

Pour les animaux qui sont parfois cachés, vous ne pourrez peut-être pas observer le comportement de tous à chaque balayage. Dans ce cas, vous pouvez choisir un sous-ensemble d'animaux. Choisissez le nombre maximum que vous pouvez *toujours* voir quelle que soit leur occupation, afin de pouvoir toujours terminer le scan et échantillonner chaque comportement de façon équilibrée. Supposons que vous faites un scan sur un groupe de talapoins. Même si vous pouvez parfois voir les 15 individus du groupe, si vous n'êtes certain que de voir 6 individus à chaque fois, vous ne mettrez que 6 cases sur votre fiche, et vous noterez les comportements des 6 premiers individus que vous verrez. Si vous ne procédez pas ainsi, vous aurez plus de notes sur des comportements très visibles (se nourrir de bourgeons sur un arbre sans feuilles, ou pousser des cris forts) que sur des comportements cryptiques (manger des fruits dans un enchevêtrement de végétation dense par exemple). Vos données montreront une grande proportion de temps passé à des comportements bien visibles, même si cela n'est pas la vérité. Vous pouvez accepter que quelques scans soient incomplets (pas plus de 10% du total), car il y aura toujours des moments où vous ne pourrez même pas voir le nombre minimum d'individus.

Vos données peuvent également être biaisées si votre attention est retenue par les animaux les plus visibles ou les plus bruyants et si vous manquez les activités les plus discrètes. Essayez toujours de balayer de gauche à droite pour le premier scan, puis de droite à gauche pour le second et ainsi de suite, pour minimiser les risques de noter deux fois le même animal ou de ne noter que les animaux les plus visibles. Vous pouvez décider d'observer des animaux particuliers dans un groupe connu, ou une classe d'individus, par exemple seulement les mères avec des jeunes, ou les mâles adultes. Vous devez cependant essayer de minimiser le biais vers les animaux les plus visibles, comme si vous preniez des données sur le groupe entier.

On peut utiliser le scanning pour tous les comportements, ou pour un sujet particulier comme le comportement alimentaire. Comme vous savez ce que vous allez prendre en notes (contrairement à l'échantillonnage *ad libitum*), il est toujours préférable d'utiliser une fiche de prise de données qu'un carnet pour le scanning (voir chapitre 3).

#### *Le scanning sur le terrain*

Quand vous vous lancerez dans des échantillonnages par scanning, vous aurez décidé du jour et de la durée de la session (calendrier d'échantillonnage), de l'intervalle de temps, de la période d'observation (régime d'échantillonnage), du nombre d'individus observés à chaque balayage et des comportements que vous noterez (méthode d'échantillonnage). Vous aurez une fiche de prise de données qui vous permettra de noter de manière efficace, et vous saurez d'où observer les animaux pour ne pas influencer leur comportement.

Vous devez avoir vos jumelles, crayons, fiches, carnet, cartes de la zone (dont des cartes vierges sur lesquelles vous pourrez marquer les déplacements du groupe) et une montre. Allez à votre point d'observation, prenez 15 minutes pour vous familiariser avec les animaux présents, pour les laisser reprendre leurs activités si vous les avez dérangés en arrivant et pour vous installer confortablement et mettre en place votre télescope. Si vous devez attendre que les animaux soient en vue, donnez-vous également une période de temps similaire avant de commencer à scanner. Puis commencez à l'heure pile ou à la demi-heure: cela rendra plus facile la prise de notes et le calcul du début du prochain scan. Cela évite également de biaiser les données en attendant un comportement frappant pour démarrer le scan. Pendant la période d'observation, balayez du regard les animaux de gauche à droite au premier scan, puis de droite à gauche au second et ainsi de suite. Notez le comportement de chaque individu dès que vous le voyez (et que vous avez déterminé ce qu'il faisait), puis passez au second individu, jusqu'à ce que vous soyez arrivé au nombre minimal d'observations, ou que la fin de la période soit arrivée. Si vous ne savez pas ce qu'un animal fait 10 secondes après l'avoir vu, notez "?" et passez au suivant. A la fin du scan, notez la position du centre du groupe sur une carte. Utilisez le temps jusqu'au scan suivant pour prendre d'autres notes et pour changer de position s'il le faut, afin d'être prêt pour la suite.

Si vous avez scanné un groupe de moustacs (avec un mâle adulte, trois femelles adultes, deux subadultes, un juvénile et deux bébés), en notant tous les types de comportements pour les 5 premiers animaux vus, pendant une période d'échantillonnage de 60 minutes, avec des intervalles de 15 minutes, votre fiche peut ressembler à ceci:

<b>Date</b>	27 Jan 1997		<b>Observateur</b>	P. Ntoum	
<b>Espèce</b>	Cercopithecus cephus		<b>Lieu</b>	Nord ouest zone d'étude	
<b>Intervalles</b>	15 minutes		<b>Période d'observation</b>	5 minutes	
Heure	11:00	11:15	11:30	11:45	Commentaires
Mâle adulte	toilette femelle 3	mange jeunes filles de kapok	repos	mange insectes	
Femelle adulte 1		repos			
Femelle adulte 2	mange jeunes filles de kapok		repos		
Femelle adulte 3	Toilette par mâle adulte		repos	Mange fruits de <u>Cissus</u>	
Subadulte 1		repos		Se déplace d'un arbre à l'autre	
Subadulte 2	mange jeunes filles de kapok	mange jeunes filles de kapok	mange insectes	Joue avec bébé 2	
Juvénile		mange jeunes filles de kapok			
Bébé 1					
Bébé 2	repos		mange jeunes filles de kapok	Joue avec subadulte 2	Première fois que bébé 2 mange filles

**Figure 14.6.** Fiche remplie pour des scans de 15 minutes de tous les comportements, pour cinq membres d'un groupe de singes, balayé de gauche à droite avec une période d'observation de 5 minutes.

Il faut écrire beaucoup de choses. Si vous vous intéressez plus à certains comportements, vous pouvez concevoir une fiche vous permettant de prendre des notes plus simples. Par exemple, si vous vous focalisez sur le comportement alimentaire, vous observez toujours tous les animaux, mais vous ne prenez des notes que sur ceux qui se nourrissent. Vous devrez peut-être ajuster le nombre d'animaux observés si le nombre d'individus que vous êtes certain de voir en train de se nourrir est inférieur au nombre total que vous voyez. Si vous ne le faites pas, vous obtiendrez plus de données pour les aliments faciles à voir, même si les animaux ne les consomment pas plus souvent. Sur votre fiche, vous n'incluez que les aliments disponibles à cette période, ainsi qu'une catégorie "autres

aliments". Vous pouvez bien entendu changer les aliments sur la liste quotidienne en fonction des disponibilités en nourriture, au lieu d'avoir à chercher dans une longue liste à chaque fois que vous observez.

Pour la même période d'observation que l'exemple précédent, avec uniquement les comportements alimentaires, votre fiche de prise de données ressemblera à ceci:

<b>Date</b>	27 Jan 1997		<b>Observateur</b>	P. Ntoun	
<b>Espèce</b>	Cercopithecus cephus		<b>Lieu</b>	Nord ouest zone d'étude	
<b>Comportement observé:</b>	nourrissage				
<b>Intervalles</b>	15 minutes		<b>Période d'observation</b>	5 minutes	
<b>Heure</b>	11:00	11:15	11:30	11:45	<b>Commentaires</b>
Insectes			SubAd	AdM	
Feuilles de kapok	SubAd 2, AdF2	SubAd 2, Juv, AdM	Bb 2		Première conso de filles notée pour Bb2
Fruits d'okoumé					
Fruits de Cissus				AdF 2	
Autres aliments					

**Figure 14.7.** Fiche remplie pour un scanning du comportement alimentaire

Comme dans ce cas vous n'avez pas réussi à voir 5 singes à chaque fois, il serait préférable de prévoir 2 individus par scan dans le futur, afin d'être sûr d'avoir des échantillons égaux à chaque fois.

Il est très aisé de prendre des données précises sur ce type de fiche. Cependant, vous devez vous assurer d'inclure toutes les catégories d'aliments (ou de comportements) sur votre fiche avant de commencer. La ligne "autres" permet de noter des comportements inattendus, ce qui arrive tout le temps, mais si vous n'avez pas bien conçu votre fiche, vous finirez avec beaucoup de notes et de confusion dans la dernière ligne!

#### *Analyser les données obtenues par scanning*

Quand vous aurez collecté vos données, vous aurez:

- un **nombre total de scans** (le nombre de balayages du groupe, par exemple 4 pour le premier exemple des moustacs);
- un **nombre total d'enregistrements** (le nombre d'individus dont vous avez noté le comportement, tous scans confondus, c'est-à-dire 20 pour l'exemple ci-dessus);
- un **nombre d'occurrences de chaque comportement** (le nombre total d'observations d'un comportement, par exemple 6 pour le comportement de repos ci-dessus);
- un **nombre d'occurrences d'individus** pour chaque animal si vous les avez identifiés un par un (par exemple, 4 occurrences pour le mâle adulte ci-dessus. Comme chaque animal ne peut être noté qu'une fois par scan, ce nombre ne doit *jamais* être supérieur au nombre de scans. Il peut être inférieur si l'individu n'a pas été vu à chaque scan);
- la **date** et l'**heure** de chaque comportement observé.

Pour calculer la proportion de temps passé par tout individu du groupe à chaque activité:  
Diviser nombre d'occurrence de ce comportement  
nombre total d'enregistrements

Pour calculer la proportion de temps passé par un individu précis du groupe à chaque activité:  
Diviser nombre d'occurrence de ce comportement pour cet individu  
nombre d'observations de cet individu

Pour que ces calculs soient un bon reflet du comportement des animaux, vous devez avoir de grandes tailles d'échantillons (voir chapitre 15). Avoir 100 enregistrements dans lesquels chaque individu apparaît est acceptable. Cela signifie que chaque enregistrement vaut 1% du calcul, ce qui vous donnera une analyse bien détaillée du comportement, incluant des comportements rares. De plus, ainsi, aucun enregistrement ne pourra biaiser vos données s'il est atypique.

Rappelez-vous que si vous voulez comparer des comportements entre des individus, des saisons ou des sites, vous devez avoir 100 enregistrements par individu, par saison ou par site, puis faire les calculs séparément avant de comparer les résultats. Vous pouvez effectuer les calculs simples ci-dessus pour estimer la fréquence et l'importance relative des comportements pour différents animaux, ou à différentes périodes de l'année. Cette analyse sera probablement suffisante pour vous aider à prendre des décisions de gestion.

#### Les questions auxquelles les données de scanning peuvent répondre *Quand apparaissent certaines activités?*

Comme vous avez noté l'heure de début de chaque scan, vous pouvez savoir à quelle heure certains comportements apparaissent plus fréquemment. Pour répondre à cette question, vous devez rassembler les données de la même heure pour plusieurs journées: par exemple, toutes les données du matin ensemble et toutes celles de l'après-midi ensemble. Vous comparerez ensuite le temps consacré à chaque activité aux différentes périodes (voir encart 14.1).

#### *Combien de temps est consacré à chaque activité? Quelle est l'importance de l'activité?*

Les données de scanning permettent de connaître la proportion du temps d'observation qu'un animal a consacré à chaque activité (mais elles ne peuvent pas vous dire le temps réel consacré à chaque activité). En connaissant cette proportion, on peut dans certains cas évaluer l'importance de cette activité. Par exemple, vous pouvez trouver que les cercopithèques passent 88% de leur temps à manger des fruits de *Pycnanthus* en septembre. Vous pouvez en conclure que *Pycnanthus* est la nourriture la plus importante pour ce groupe à cette période, et essayer de protéger les *Pycnanthus* dans l'habitat des cercopithèques.

#### *Comment le temps consacré à chaque activité change pendant la journée ou pendant l'année?*

Si vous avez réparti vos sessions d'observations sur toute la journée et toutes les saisons, vos données peuvent également vous apprendre quand certains comportements sont plus fréquents ou prennent plus de temps, au cours de la journée et de l'année. Divisez vos données en différentes périodes et calculez les proportions de chaque activité pour ces périodes. Par exemple, rassemblez toutes vos données de saison sèche d'un côté, celles de la saison des pluies de l'autre, puis comparez les deux. Vous pourrez trouver que pendant la saison des pluies un singe a été observé mangeant des insectes 36 fois sur 100 (36%), alors que cette proportion monte à 78% en saison sèche. Cela peut être dû au fait que pendant la saison sèche, les singes doivent manger plus d'insectes car il y a moins de fruits. Attention: vous ne pouvez obtenir cette conclusion que si vous avez noté "nourrissage" seulement quand les singes sont vraiment en train de manger (voir plus haut "définir différents comportements"). Si vous avez noté "nourrissage" quand les singes étaient en train de chercher les insectes ainsi que quand ils étaient en train d'en manger, un problème se posera: vous ne saurez pas si l'augmentation de temps observée avec les insectes correspond au fait qu'ils en mangent plus, ou au fait qu'ils passent plus de temps à les chercher car les insectes sont plus rares pendant la saison sèche.

#### Analyse plus poussée des données d'observation

Les comparaisons statistiques fiables sont complexes (voir chapitre 15). Vous devez vous référer à des manuels de statistique avant de vous lancer dans l'analyse détaillée de données de comportement. Parmi les ouvrages utiles, citons:

- MARTIN, P. & BATESON, P. 1990. *Measuring behaviour*. Blackwell, Oxford.

- SIEGEL, S. & CASTELLAN, N. J. 1988. *Non parametric Statistics for the Behavioural Sciences* (2nd Ed). McGraw-Hill, Singapore.
- SOKAL, R. R. & ROHLF, F. J. 1995. *Biometry*. (3rd Ed) W.H. Freeman & Co., New York.

### Observation d'un animal focal

#### *Quand utiliser l'observation d'animal focal?*

Une troisième méthode d'échantillonnage consiste à observer un seul animal (l'animal focal) et noter son comportement. Cette méthode est utile pour étudier un individu qui risque de se comporter différemment du reste du groupe, comme le mâle dominant d'un groupe de cercocèbes. C'est également une méthode appropriée pour noter les comportements rares qui peuvent être oubliés pendant un scanning. C'est évidemment une bonne méthode pour étudier le comportement d'animaux solitaires. L'observation d'un animal focal peut vous donner des informations plus précises que le scanning sur le temps passé à une activité particulière. Cependant, la collecte de données est plus longue car votre échantillon ne comporte qu'un individu pour chaque session d'observation.

Si vous voulez des informations précises sur le comportement d'un certain type d'animal, l'observation d'un animal focal est la meilleure méthode.

#### *Concevoir une méthode et un régime d'observation d'un animal focal*

L'observation d'un animal focal peut se faire avec un régime d'observation continu ou non. Comme vous n'observez qu'un animal, vous pouvez généralement noter en continu. Si vous devez beaucoup bouger pour le suivre, vous pouvez utiliser un régime à intervalles de temps pour vous donner le temps de vous déplacer entre les observations. Cependant, pour les données concernant un seul animal, le régime continu est préférable s'il est possible. Si vous voulez comparer les données provenant de l'observation d'un animal focal avec celles d'un groupe obtenues par un scanning, il est préférable d'appliquer le régime d'observation du scanning à l'animal focal, pour que les données soient directement comparables.

#### *L'observation d'un animal focal sur le terrain*

Quand vous partez sur le terrain pour l'observation d'un animal focal, vous devez avoir décidé, tout comme pour le scanning, du régime d'observation, de l'animal que vous allez suivre et de la façon dont vous allez le trouver.

Prenez vos jumelles, crayons, fiches, carnet, carte et montre. Vous pouvez si nécessaire ajouter un télescope, une boussole et un dictaphone. Quand vous avez trouvé l'animal, observez-le pendant 15 minutes pour vous familiariser avec ce qu'il fait, pour être sûr qu'il s'agit du bon animal, pour le laisser se réinstaller si vous l'avez dérangé, enfin pour vous installer vous-même confortablement. Puis commencez à l'observer. Si vous avez opté pour le régime continu, notez **tout** ce qu'il fait dans un carnet ou sur une fiche. Notez l'heure de début d'une nouvelle activité à la seconde près si possible, et décrivez l'activité à l'aide de la liste de définitions que vous aurez eu le soin de préparer à l'avance. Si l'animal fait plusieurs choses rapidement, vous ne pourrez peut-être pas observer et noter en même temps. Vous pouvez alors noter toutes les activités faites en une minute dans l'ordre où elles sont apparues. Si une série d'activité est toujours la même, vous pouvez décider d'une définition pour l'ensemble de la séquence pour faciliter la prise de notes (voir plus haut "définir différents comportements"). Si l'observation et la prise de note simultanées restent un problème, vous pouvez utiliser un dictaphone pour pouvoir observer en continu. Si vous avez dit l'heure en commençant à enregistrer, vous pourrez ensuite repasser la cassette avec un chronomètre pour noter les heures de changement d'activité, comme vous l'auriez fait en écrivant.

Si l'animal fait partie d'un groupe, vous devez périodiquement (par exemple toutes les 10 minutes) noter qui est son voisin le plus proche, et à quelle distance il se trouve. Cela vous donnera un index utile des individus avec lesquels il s'associe le plus fréquemment dans le groupe, et du degré d'association. Il s'agira fréquemment de liens familiaux, comme mère/jeunes. Il est également utile de noter le comportement des autres animaux dans le groupe, par exemple toutes les heures. Vous devrez alors placer le centre du groupe sur une carte de votre zone d'étude, ainsi que la position des groupes proches (vus ou entendus) ou d'autres animaux. Connaître en détail la position du groupe peut être très utile pour interpréter le comportement, et la carte vous permettra de calculer les *déplacements journaliers* (la distance parcourue en une journée). Les déplacements journaliers peuvent être comparés selon les saisons pour savoir si les animaux se déplacent plus loin pour trouver de la nourriture (ou toute autre ressource) à certaines périodes qu'à d'autres.

Vos notes pour une heure d'observation d'un mâle habitué de cercopithèque à tête de hibou pourraient ressembler à ceci:

<b>Date</b>	16 Juin 1997	<b>Observateur</b>	P. Ntoum
<b>Espèce</b>	C. hamlyni	<b>Individu</b>	n°15
		<b>Groupe</b>	n° 2
<b>Lieu:</b>	Vallée centrale	<b>Météo:</b>	Chaud, calme, ensoleillé
<b>Méthode et régime d'échantillonnage</b> Observation continue d'un animal focal			
<b>Heure</b>	<b>Notes</b>		
10:00	trouve groupe, je m'installe à 30m au sud. Pas de cri d'alarme ou de fuite. La majorité du groupe se nourrit d'insectes autour du tronc d'un <u>Pentaclethra macrophylla</u> . Groupe éparpillé sur env. 50m de diamètre. Mâle n°15 sur bordure nord du groupe.		
10:15	Démarrage d'observation focale du mâle n°15. Mange fourmis? sur l'écorce de <u>P. macrophylla</u> . Mange un insecte toutes les 30 sec. approx.		
10:17	Va de l'autre côté du tronc, hors de vue.		
10:30-32	Réapparaît et va sur un <u>Pycnanthus angolensis</u> proche. Repos, assis dressé.		
10:37	Approché par femelle n° 6 de son groupe, qui commence à lui toiletter le dos.		
10:44	Se tourne pour toiletter la tête de la femelle.		
10:58	femelle part, n°15 reste et repos dans la même position qu'à 10:32		
11:00	Groupe dispersé sur plus de 30m, centre du groupe à 30m au sud de la position de 10:00. La majorité des individus se repose maintenant.		
11:15	Va à 10m au sud du <u>Pycnanthus</u> et approche la femelle 6 pour toiletter son bras gauche		

**Figure 14.8.** Fiche d'observation d'un animal focal

Si l'animal focal part hors de vue, mais si vous êtes sûr de pouvoir le reconnaître quand il va réapparaître, vous pouvez continuer à observer comme si cela était un comportement: notez "hors de vue" et l'heure, comme pour les autres activités (10:17 - 10:30 dans la figure 14.8).

Si vous ne pouvez pas le reconnaître, arrêtez l'observation et recommencez avec un autre animal. Il n'y a pas de durée d'observation prédéfinie pour l'observation d'un animal focal, mais il est souhaitable d'observer le plus longtemps possible. Observer des animaux pendant moins de 15 minutes n'est probablement pas très utile. Vous devez essayer de vous tenir à votre calendrier d'échantillonnage et observer le plus longtemps possible.

#### *Analyse des observations d'un animal focal*

A la fin de votre étude, vos données incluront:

- le nombre total de minutes d'observation pour tous les animaux;
- le nombre total de minutes d'observation pour chaque animal connu, ou classe d'animaux (femelles, mâles etc.);
- le nombre total de minutes pour chaque comportement (dont le comportement "hors de vue");



- la date et l'heure d'observation de chaque comportement.

Pour calculer la proportion du temps consacré à une activité par chaque animal:

Diviser  $\frac{\text{nombre de minutes passées à cette activité}}{\text{nombre total de minutes d'observation de l'animal}}$

Pour calculer la proportion moyenne de temps consacré à une activité par une classe d'animaux:

Diviser  $\frac{\text{nombre de minutes passées à cette activité}}{\text{nombre total de minutes d'observation pour tous les animaux appartenant à cette classe}}$

Avant d'analyser vos autres données, calculez la proportion du temps pendant lequel l'animal était hors de vue. Si cette proportion est importante (plus de 50%), vous n'aurez pas une bonne image du comportement de l'animal. Vous devez essayer de changer votre méthode d'observation pour vous permettre de voir l'animal plus souvent, ou augmenter les périodes d'observation. Essayez d'avoir l'animal hors de vue le moins longtemps possible: moins de 25% serait acceptable.

### Les questions auxquelles l'observation d'un animal focal peut répondre

#### *Quand certaines activités apparaissent-elles?*

Comme les activités sont notées en temps réel, vous pouvez savoir quand les activités apparaissent et leur durée réelle. Si vos observations sont réparties sur toute la journée et toute l'année, vous pouvez également voir des changements de la fréquence ou de la durée des différents comportements selon les périodes. Vous pouvez ainsi en déduire le rythme d'activité de l'animal. Vous pouvez ainsi prouver que les éléphants passent peu de temps dans les marécages en fin d'après-midi pendant la saison fraîche, et plus de temps en milieu de journée en saison chaude. Prédire leur comportement vous aidera à les montrer aux visiteurs.

#### *Combien de temps un animal passe à une activité?*

L'observation d'un animal focal peut être utilisée pour calculer le temps passé par un individu à une activité. Si le régime d'observation est continu, vous pouvez calculer le temps absolu passé à chaque activité. Pour le cercopithèque à tête de hibou ci-dessus, sur 60 minutes, 15 (10:15-10:30) ont été passées au toilettage (25%), 2 (10:30-10:32) aux déplacements (3,3%), 28 (10:32-10:37 et 10:52-11:15) au repos (46,7%). Ces chiffres ne sont bien entendu pas représentatifs de la vie entière de ce singe. Vous aurez besoin de nombreuses heures d'observation (une grande taille d'échantillon) pour obtenir des résultats statistiquement fiables (voir chapitre 15).

#### *Les différentes classes d'animaux passent-elles le même temps aux différentes activités?*

Pour l'observation d'un animal focal, votre unité d'échantillonnage peut être un animal, ou une durée (minute, heure, jour par exemple). Vous pouvez regrouper toutes les minutes d'observation des animaux et calculer le temps moyen passé à chaque comportement pour une classe d'animal précise (comme les mâles dominants). Vous comparerez ensuite ce résultat à ceux obtenus pour d'autres classes. Vous pourrez par exemple trouver que chez les cercopithèques à tête de hibou les mâles passent en moyenne 68% de leur temps à se nourrir, alors que les femelles gestantes y passent 92% de leur temps. Cela peut indiquer que les besoins nutritionnels des femelles gestantes sont plus élevés que ceux des mâles, et qu'elles seront donc plus vulnérables en période de pénurie.

#### *A quelle fréquence apparaissent les comportements plus rares?*

Si vous observez un animal de façon continue, vous verrez tous ses comportements. Cependant, comme on l'a vu plus haut, il est impossible d'observer un animal 24 heures sur 24: vous devez donc utiliser des échantillons standardisés du comportement pour essayer d'obtenir une bonne représentation de la vérité. Les événements qui ne prennent qu'un cours instant ou sont rares, comme les accouplements ou les combats, risquent d'être mal représentés car vous les verrez moins souvent (votre taille d'échantillon sera faible). Une observation d'animal focal en régime continu peut vous apprendre à quelle fréquence l'animal montre ces comportements. Cependant, si vous vous intéressez particulièrement aux comportements rares, par exemple pour étudier une augmentation des comportements agressifs dans une population (voir encart 14.6), vous pouvez décider d'utiliser une méthode d'échantillonnage pour n'étudier que certains comportements spécifiques.

## **Méthodes d'étude de l'écologie du comportement ne nécessitant pas l'observation directe des animaux**

### **Analyse des crottes**

L'analyse de crottes pour déterminer le régime alimentaire d'un animal (voir chapitre 11) est une méthode très pratique pour obtenir ce type d'information sans observation directe; cependant, elle procure des données *différentes* de celles obtenues par l'observation directe d'un animal en train de se nourrir.

L'analyse des crottes ne peut que vous apporter des informations sur les aliments qui restent identifiables dans les crottes, alors que l'observation directe n'est utile que pour les aliments que l'on peut voir mangés. De nombreux aliments peuvent être identifiés avec les deux méthodes, mais certains seront mieux (ou uniquement) identifiés par l'une des deux. Par exemple, l'analyse des crottes permet d'identifier de petits aliments difficiles à voir quand l'animal mange, ou rarement consommés (par exemple, une espèce précise de fourmi attrapée sur l'écorce par un singe), et dont les restes sont assez facilement identifiables. Le contraire est également vrai pour les aliments totalement digérés, comme la pulpe de certains fruits mous dont il ne reste rien d'identifiable dans les crottes et qui ne peuvent être identifiés qu'en observant l'animal manger. L'analyse des crottes peut parfois vous apprendre les quantités relatives d'aliments consommés (par exemple, les quantités relatives de fibres de cypéracées et de fibres de graminées dans une crotte d'hippopotame, difficiles à quantifier en voyant l'animal brouter dans une prairie mixte). Elle ne peut en revanche rien vous apprendre sur le temps et les efforts dépensés pour obtenir ces aliments. L'observation directe peut permettre d'obtenir des données qualitatives sur le régime alimentaire, ainsi que des données sur les lieux d'alimentation et le temps passé à la recherche et à la consommation. Ces d'informations sur la façon dont un animal gère son temps sont souvent aussi importantes que la connaissance de ses aliments.

### **Radiotélémetrie**

Les signaux radios issus d'un émetteur peuvent être localisés par un récepteur éloigné (jusqu'à plusieurs kilomètres, selon la puissance du signal). De nos jours, les radios et les piles sont suffisamment petites pour être transportées par l'animal sur un collier (parfois même sous la peau, sur un implant), et leur signal reçu par un observateur éloigné. Cette technique est appelée radiotélémetrie (voir encart 14.8). S'il est difficile de suivre et d'observer un animal car il est timide, se déplace beaucoup, est nocturne ou vit dans une végétation dense, la radio permet de remplacer l'observation par un système indirect et de collecter des informations sur les déplacements et les rythmes d'activité. La radiotélémetrie s'est révélée très utile pour l'étude des déplacements des espèces forestières.

### **Pièges photos**

Un piège photo est un appareil photo fixe, mis au point sur un lieu où un animal est susceptible de passer, comme un passage de franchissement de route, un appât, une saline ou un rocher où il dépose ses crottes. L'appareil prend des photos automatiquement à des intervalles de temps prédéterminés, ou quand l'animal marche sur un déclencheur caché ou franchit un faisceau infrarouge. Ces pièges permettent des observations automatiques, mais tout ce qu'ils peuvent vous dire est que l'animal était à cet endroit à un moment précis enregistré par l'appareil. La photo ne vous permet généralement pas de savoir pourquoi l'animal était là, combien de temps il est resté, et quels autres individus étaient avec lui. Pour certaines espèces, vous pouvez reconnaître le sexe ou même les individus grâce aux clichés, pour d'autre c'est impossible: cela dépend des variations de l'apparence physique. Les pièges photos sont particulièrement utiles pour suivre les animaux nocturnes et peuvent servir à faire des inventaires des espèces vivant dans une zone; cependant, le fait de ne pas avoir de photo d'une espèce ne signifie pas qu'elle en est absente. Ils permettent également de savoir quelle espèce utilise une zone ou une ressource précise, telle qu'une saline, et peuvent également être utilisés comme technique de recapture pour les études de densité animale par capture-marquage-recapture (voir encart 14.9).

### **Données post-mortem**

La collecte de données sur des animaux morts peut vous apprendre beaucoup sur leur vie, même si l'animal ne se "comporte" plus quand il est mort (voir chapitre 11). Les informations sur des événements qui se sont passés pendant la vie (âge de première reproduction, âge de la mort, nombre de descendants, moment où ils sont nés par exemple) sont généralement collectées pendant des études de comportement, car ces événements modifient la façon dont les animaux se comportent.

A la mort, on peut déduire des informations de l'examen du cadavre. Le sexe peut être connu par l'anatomie, l'âge par la dentition, les mâchoires, les sabots, la taille des cornes ou tout autre changement physiologique. Chez les mammifères, on peut savoir si une femelle a atteint l'âge de la reproduction grâce aux cicatrices d'ovulation sur les ovaires, et si elle a allaité grâce aux cicatrices sur les tétines. S'il y a des changements de la couleur du pelage, du plumage ou de la peau au cours de la vie ou de l'année, il est important de les décrire sur le cadavre.

La cause immédiate de la mort peut également souvent être connue par la carcasse (y a-t-il des balles dans le corps, ou des marques de griffes d'un prédateur? Y a-t-il des signes de maladie, ou l'animal était-il très vieux, avec des dents usées ou manquantes? Y a-t-il des signes d'épuisement ou de faim?). Il est extrêmement important de définir la cause de la mort pour les populations soumises à des pressions de chasse, des changements d'habitat, des maladies ou d'autres stress. Par exemple, si l'âge et le sexe des animaux tués par une nouvelle maladie sont notés, vous saurez quels sont les animaux les plus à risques et pourrez modifier vos plans de gestion pour les protéger plus spécifiquement.

Généralement, les données post-mortem sont très intéressantes pour connaître la structure et la démographie d'une population si les carcasses trouvées sont assez représentatives des deux sexes et de tous les âges. Cela peut être le cas pour les populations soumises à une forte pression de chasse. Cependant, même si l'on trouve rarement des carcasses, il faut noter toutes les informations et les conserver en référence car elles peuvent devenir plus intéressantes qu'elles semblaient. Si vous notez toujours l'espèce, l'âge, le sexe, les caractéristiques physiques, le statut reproducteur, la taille, la date et la cause de la mort, vous obtiendrez avec le temps des connaissances intéressantes sur les espèces présentes dans une zone (voir chapitre 11). Ce type de données peut vous permettre de répondre à des questions comme:

- quelle est l'espérance de vie moyenne des espèces;
- quelle est la fréquence des décès dans la population;
- y a-t-il des moments de mortalité importante dans la population (comme les années sèches ou les périodes de pénurie);
- y a-t-il naturellement une forte mortalité après la naissance, et cela est-il lié aux changements de l'environnement, comme des pluies importantes à la période des mises bas;
- les mâles meurent-ils plus jeunes que les femelles?
- quel est l'âge limite atteint dans la nature (principalement pour les espèces chassées pour les trophées comme l'ivoire ou les cornes).

Ces connaissances seront directement applicables dans vos stratégies de gestion, même si les populations ne subissent aucune pression due à des changements de circonstances. Si vous avez ce type de données, vous pourrez démontrer l'impact d'une augmentation de la pression de chasse ou d'un autre stress. Par exemple, vous pouvez trouver la carcasse d'un singe mort naturellement environ tous les six mois, et noter que ce sont généralement de jeunes individus tués par un aigle couronné. Si une année, vous trouvez une carcasse tous les mois, et que ce sont des mâles adultes sans traces de blessures, vous verrez que cette mortalité est anormalement haute. Pour savoir s'il s'agit d'une nouvelle maladie, vous pourrez alors prélever des échantillons sur ces cadavres afin de les tester et voir s'il y a des virus ou des parasites qui pourraient menacer toute la population (voir encart 11.1).

#### **ENCART 14.1: NOURRITURES CLÉS**

Les forêts pluviales tropicales africaines sont un environnement soumis aux saisons où la floraison, la fructification et la production de nouvelles feuilles sont liées aux changements de pluviométrie et de température au cours de l'année. De ce fait, la quantité de nourriture disponible pour les animaux change avec les saisons. De nombreux grands oiseaux et mammifères mangent beaucoup de fruits, mais il y a généralement une saison de pénurie: les animaux doivent alors changer de régime alimentaire, ou passer beaucoup de temps à chercher les quelques fruits qui restent à cette époque.

Les espèces de plantes qui procurent une source de nourriture dont les animaux dépendent pendant les périodes de pénurie sont appelées espèces "clés" ("keystone species" en anglais, voir par exemple Terborgh, 1986). On peut avoir des espèces dont les feuilles et l'écorce sont mangées, ou d'autres qui ont toujours des fruits quand il y a peu de nourriture: c'est le cas des palmiers, des figuiers et des arbres de la famille des Myristicacées (muscadier) dans de nombreuses forêts

tropicales. Ces espèces peuvent être beaucoup plus importantes pour les oiseaux et les mammifères de forêt pluviale que leur abondance relative le suggérerait, et si elles sont détruites par l'abattage ou d'autres formes d'exploitation de la forêt, cela peut entraîner des conséquences graves pour les animaux frugivores.

Ces ressources clés varient dans le système de forêt en Afrique (par exemple, Gautier-Hion & Michaloud, 1987; Tutin et al., 1991; Wrangham et al., 1991). Si vous voulez gérer la faune et l'exploitation du bois et d'autres produits de la forêt dans une zone, il est important d'identifier ces espèces clés. Cela implique que vous analysiez le régime alimentaire sur toute l'année des espèces que vous voulez protéger ou gérer, en utilisant des méthodes d'observation et/ou d'analyse des fèces et en analysant les rythmes phénologiques.

Les fruits sont très rares pendant la grande saison sèche de juin à septembre au Gabon: pendant cette période, les gorilles changent de régime alimentaire et passent de longs moments à manger des plantes aquatiques dans les marécages, et consomment aussi plus d'écorce et de feuilles de différentes espèces d'arbres et de lianes. Un arbre particulièrement important pour eux est *Milicia excelsa* ou iroko (précédemment nommé *Chlorophora excelsa*). Pendant la saison sèche, il n'est pas rare de voir un groupe entier de gorilles, dont le dos-argenté, à 30 mètres de hauteur dans un iroko, mangeant les feuilles et l'intérieur sucré de l'écorce des plus hautes branches. Mais cet arbre a un bois particulièrement précieux, et il est abattu en grand nombre par les forestiers là où il existe. Si tous les irokos d'une zone habitée par des gorilles sont coupés, même si le reste de la forêt n'est pas touché et qu'il semble à première vue que l'impact de l'exploitation est faible, les gorilles peuvent en souffrir de façon surprenante, car ils ont perdu une source de nourriture clé pour les périodes de pénurie.

#### ENCART 14.2: LE RYTHME D'ACTIVITE JOURNALIER CHEZ LES GORILLES DE MONTAGNE

Pendant l'étude qu'il a effectuée de 1959 à 1961, George Schaller a noté les activités des groupes de gorilles à chaque fois qu'il en a rencontré. Ces données n'étaient prises qu'au moment où il rencontrait le groupe, pour être sûr que sa présence n'avait pas modifié leur comportement. Il notait une activité pour l'ensemble du groupe: 1) nourrissage et/ou déplacement, 2) repos, 3) nourrissage calme et repos (cette catégorie était utilisée quand le groupe était divisé en deux moitiés, chacune occupée à une activité).

Schaller a noté l'activité des groupes 279 fois entre 7h00 et 18h00. Pour interpréter ces données il les a regroupées par périodes de 60 minutes, puis il a calculé le pourcentage de chaque activité pour chaque heure. Les pourcentages sont donnés au tableau B14.1, et représentés en fonction du temps figure B14.1.

Bien que les observations aient été standardisées pour n'inclure que les activités au moment de la rencontre entre 7h00 et 18h00, des données opportunistes ont également été prises. Schaller a pris des notes sur les heures de construction de nid et de lever dans son carnet. Voici deux extraits de son carnet:

- |                         |   |
|-------------------------|---|
| 17 Nov 1959: Groupe VI. | Tous les nids construits entre 1805 et 1810.  |
| 3 Jan 1960: Groupe VII  | L'ensemble du groupe construit les nids entre 1800 et 1810, le mâle ayant commencé le sien en premier. Le groupe savait que j'étais là mais ne semblait pas dérangé.            |
| 7 Fev 1960: Groupe VII. | Le mâle a construit le premier nid à 1805, mais ensuite l'ensemble du groupe a su que j'étais là.   |
| 8 Sept 1959: Groupe IV  | Certains des animaux ont apparemment été réveillés par le tambour distant d'un dos argenté solitaire à 0530. Le dos argenté dominant a été le premier à quitter son nid à 0600. |

26 Sept 1959: Groupe IV Un dos argenté périphérique a été le premier à quitter son nid à 0650. Le dernier animal est parti à 0710.

8 Fev 1960: Groupe VII Tous les animaux ont quitté leur nid entre 0700 et 0705.

Bien qu'il y ait eu des variations des heures de construction des nids et de levers, Schaller n'avait pas suffisamment de données pour calculer des heures de construction de nid ou de lever fiables. Il a donc utilisé 7h00 comme heure de lever et 18h00 comme heure de construction des nids et a supposé que les gorilles étaient habituellement levés vers 7h00 et endormis vers 18h00. Aux heures pour lesquelles il avait plus de données, il a calculé un rythme d'activité plus précis.

Heure de rencontre	Nourrissage intensif et/ou déplacement rapide		Certains se nourrissant tranquillement, d'autres au repos		Repos		Nb total d'obs.
	Nb d'obs.	%	Nb d'obs	%	Nb. d'obs	%	
07:00 - 07:59	9	100	0	0	0	0	9
08:00 - 08:59	35	85.7	4	14.3	2	0	41
09:00 - 09:59	39	44.3	25	28.4	24	27.3	88
10:00 - 10:59	9	16.4	11	20	35	63.6	55
11:00 - 11:59	5	20.8	2	8.3	17	70.8	24
12:00 - 12:59	5	20.8	2	8.3	17	70.8	24
13:00 - 13:59	5	38.5	0	0	8	61.5	13
14:00 - 14:59	4	57.1	0	0	3	42.9	7
15:00 - 15:59	3	100	0	0	0	0	3
16:00 - 16:59	8	61.5	1	7.8	4	30.8	13
17:00 - 17:59	2	100	0	0	0	0	2
Totaux	124	44.4	45	16.1	110	39.4	279

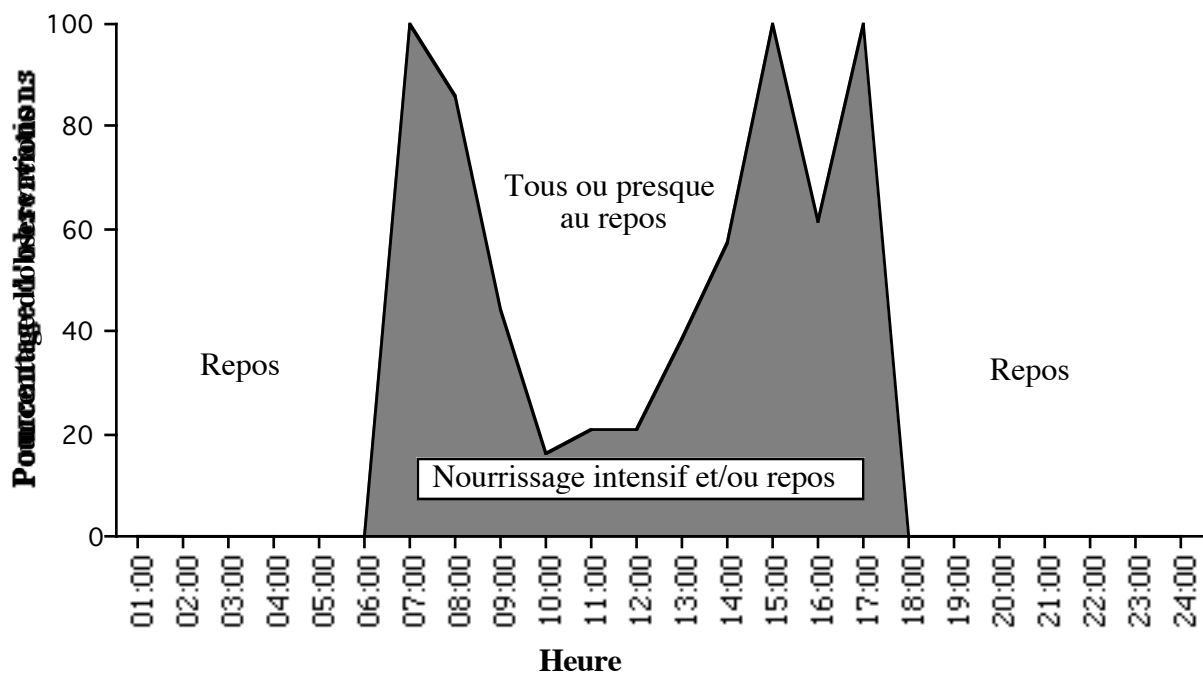


Figure B14.1. Activité des groupes de gorille de montagne au cours de la journée.

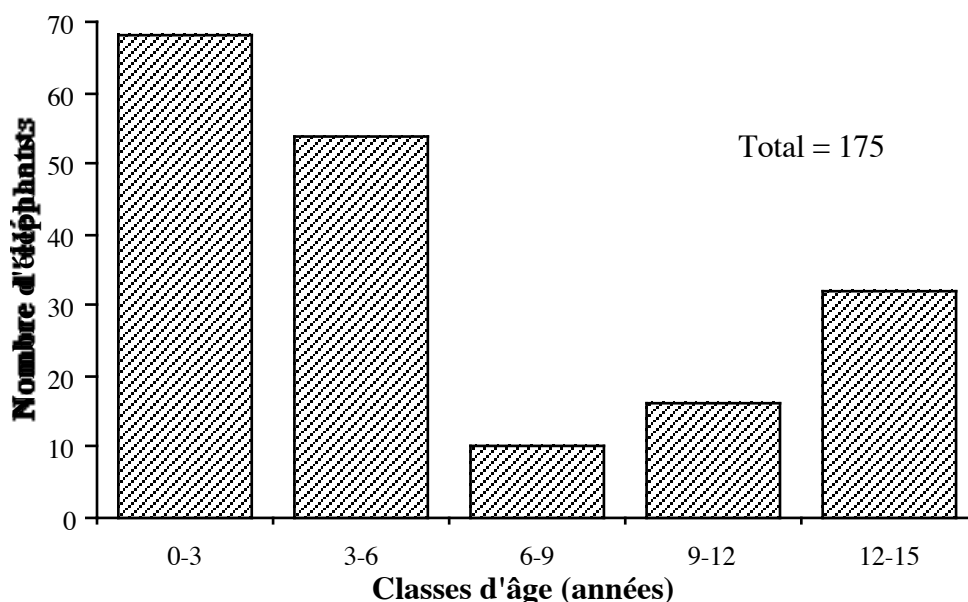
### ENCART 14.3: COMPOSITION DES GROUPES D'ELEPHANTS DANS DEUX PARCS AU KENYA

Au cours des recherches à long terme effectuées par le Amboseli Elephant Research Project au Kenya, une équipe de biologistes a attentivement étudié l'écologie du comportement d'une population d'éléphants de savane (Moss, 1988; Poole, 1996). Les éléphants d'Amboseli souffrent un peu de la chasse, mais sont dans l'ensemble une population bien protégée, et ont fourni des données de base sur l'écologie de l'espèce en savane ouverte. Les données obtenues avec les éléphants d'Amboseli ont été utilisées pour connaître l'effet du braconnage sur d'autres populations; elles ont d'autre part montré comment les changements de l'environnement peuvent affecter la structure de la population.

Cynthia Moss et Joyce Poole ont mené la majorité de leurs recherches sur les éléphants d'Amboseli depuis 1973. Elles ont appris à reconnaître individuellement tous les éléphants résidents dans la zone d'Amboseli, pour pouvoir étudier leur comportement sur plusieurs années. En observant attentivement et en photographiant des individus dont l'âge était connu, elles ont pu estimer l'âge des individus inconnus et connaître la structure par classes d'âges de la population, la composition des groupes, et la manière dont les animaux étaient liés. Elles ont également noté les dates de naissance et de décès des animaux et les intervalles de naissances pour des femelles particulières. De plus, elles ont suivi la météo, l'influence de l'homme et la disponibilité en nourriture, informations qui ont été très précieuses pour interpréter les données.

#### Fluctuations naturelles de la structure par classes d'âges de la population

En 1983, pour les éléphants de moins de 15 ans, la structure des classes d'âge de la population d'Amboseli ressemblait à ceci:



In MOSS, C. 1988. *Elephant memories*, Fontana, London; p. 249.

On voit immédiatement que la distribution n'est pas uniforme. On attendrait plus d'animaux entre 6 et 9 ans, et moins entre 0 et 3 ans. Les données écologiques sur Amboseli ont montré qu'en 1975 et 1976 (7 ans plus tôt), il y a eu une grave sécheresse, au cours de laquelle 48% des éléphants nés en 1976 ainsi que plusieurs autres un peu plus âgés sont morts. Aucun jeune n'a été conçu en 1976, et il n'y a eu que deux naissances entre la fin 1977 et la fin 1978. Cette crise explique le faible

nombre d'individus des classes d'âge 6-9 ans et 9-12 ans. En 1976, la sécheresse s'est terminée et il y a eu beaucoup d'herbe. Les éléphants ont recommencé à se reproduire, et les jeunes conçus en 1977 et 1978 sont nés en 1979 et 1980, ce qui a augmenté la classe d'âge 3-6 ans. L'abondance de nourriture a également conduit à un fort taux de survie (98%) des jeunes de cette cohorte. Les mères de ces jeunes ont été de nouveau gestantes en 1981 et ont mis bas en 1983, ce qui explique l'abondance de la classe d'âge 0-3 ans.

Les effets de la sécheresse n'ont pas été uniquement de supprimer la reproduction et de tuer les jeunes. En effet, les femelles qui ont recommencé à se reproduire après la crise ont toutes mis bas en même temps, pour au moins deux séries de naissances après la sécheresse. Il est possible qu'ensuite, les femelles nées au même moment commencent à se reproduire ensemble. Les périodes d'abondance ou de pénurie peuvent donc être détectées longtemps après les événements dans la structure des classes d'âge des populations d'animaux à longue espérance de vie.

#### La pression de braconnage estimée par les changements de composition des groupes

Au cours des années 1980, de nombreux recensements des populations d'éléphants de savane ont été entrepris en Afrique de l'est, car l'augmentation du commerce de l'ivoire a fait craindre pour la survie des populations restantes en Tanzanie et au Kenya.

Le Amboseli Elephant Research Project a amassé une base de données sur la composition des groupes qui a servi de comparaison avec les groupes des autres parcs. La base de données d'Amboseli a montré que les mâles de plus de 10-15 ans sont généralement solitaires et que les groupes sont composés de femelles et de jeunes. La taille des groupes de femelles varie d'une moyenne de 15,1 pendant la sécheresse de 1976 à une moyenne de 45,9 en 1979, quand la nourriture était abondante. Les groupes sont formés d'unités familiales comprenant une matriarche et tous ses descendants jusqu'à 10 ans, âge auquel les mâles quittent leur groupe natal. Les jeunes femelles restent généralement avec la matriarche et donnent naissance à leur premier jeune vers 13 ans. Parfois, la naissance d'un jeune peut provoquer la division du groupe, quand la nouvelle mère part.

En 1989, Joyce Poole a entrepris un recensement des éléphants du parc national de Tsavo (Poole, 1996). Elle a compté et classé 842 éléphants: 503 dans l'est de Tsavo, 338 dans l'ouest. Les données ont montré un sex-ratio très biaisé pour les adultes reproducteurs (mâles de plus de 25 ans, femelles de plus de 10 ans); 82% de femelles et 18% de mâles dans la partie est du parc, et 97% de femelles et 3% de mâles dans la partie ouest. Les données d'Amboseli montrent qu'il y a un sex-ratio équilibré à la naissance: un sex-ratio déséquilibré pour les adultes prouve que la mortalité est inégale selon les sexes. Pour Tsavo, cela montre que le braconnage visait principalement les mâles adultes. Les recherches comportementales d'Amboseli ont montré que les femelles préfèrent s'accoupler avec les vieux mâles en "musth" qu'avec les jeunes, mais il restait très peu d'individus de plus de 40 ans à Tsavo. On a donc prédit que les jeunes mâles survivant pourraient ne pas être d'aussi bons reproducteurs que les vieux, et donc que la capacité de la population à se remettre de la chasse pourrait être faible.

Joyce Poole a ensuite comparé la composition des groupes qu'elle a vus à Tsavo aux groupes "normaux" d'Amboseli, avec une matriarche et ses descendants, incluant les filles adultes (100% des groupes à Amboseli). Les résultats sont montrés dans le tableau B14.2.

Composition du groupe	Parc National		
	Tsavo East	Tsavo West	Amboseli
Matriache de plus de 30 ans et ses descendants, dont des filles adultes	37	29	100
Jeune matriache et ses descendants, dont des filles adultes	32	25	0
Matriache et ses descendants, une ou plusieurs filles adultes manquant	28	32	0

Orphelins	3	14	0
-----------	---	----	---

In POOLE, J. 1996. *Coming of Age with Elephants*. Hodder & Stroughton, London.

La comparaison des populations des deux parcs a montré que Tsavo avait non seulement perdu de nombreux mâles, mais également une grande proportion des femelles adultes. Comme les femelles portent moins d'ivoire que les mâles, cela montre que les braconniers ont continué à chasser même pour des quantités d'ivoire faibles. 63% des jeunes femelles de Tsavo East et 71% de celles de Tsavo West survivaient dans des familles détruites par le braconnage.

Poole a ensuite étudié les données de taux de survie pour les familles d'Amboseli qui avaient perdu des femelles adultes. Elle a observé que même sans pression de chasse, un jeune meurt s'il perd sa mère avant l'âge de 2 ans. Pour ceux qui ont entre 2 et 5 ans, il y a 30% de chances de survie jusqu'à l'âge adulte, et seulement 50% pour ceux qui ont entre 5 et 10 ans. Elle a également observé que les jeunes ont moins de chances de survie dans les familles où il n'y a pas d'autres femelles que leur mère, et que si la matriarche meurt, le groupe familial est souvent disloqué. Les chances de survie des jeunes de Tsavo dans des familles détruites semblaient donc très basses.

L'interprétation des données sur la composition des groupes à Tsavo a donné des preuves de la destruction des populations d'éléphants beaucoup plus fortes qu'un simple comptage. Les données comportementales et de recensement réunies ont montré le déclin des éléphants kenyans à cause d'une pression de braconnage très importante; cela a poussé le gouvernement kenyan à réviser sa politique de protection des éléphants et à développer des campagnes anti-braconnages efficaces dans les parcs nationaux.

#### ENCART 14.4: COMPORTEMENT DE DEPLACEMENT DES CERCOPITHEQUES A DIADEME DANS DEUX TYPES DE FORET EN OUGANDA

Au cours d'une étude en forêt de Budongo (Ouganda) Fairgrieve (1995, sous presse) a utilisé un système de quadrillage pour cartographier le domaine vital de quatre groupes de cercopithèques à diadème (*Cercopithecus mitis*), deux dans des zones exploitées environ 35 ans avant l'étude, et deux dans des zones non exploitées. Il voulait étudier les effets de l'exploitation sur l'écologie alimentaire, les déplacements et la densité des cercopithèques à diadème. Il a utilisé une méthode d'échantillonnage par scanning toutes les 15 minutes. Les données étaient prises de 07h00 à 19h00 environ. Pour chaque période de 15 minutes, le scan durait 10 minutes ou s'arrêtait quand 5 individus avaient été observés si cela prenait moins de 10 minutes. Il scannait son groupe de gauche à droite et notait la première activité discernable qui durait au moins 5 secondes. A la fin du scan de 15 minutes, les mouvements de chaque groupe étaient marqués sur une carte au 1:3000.

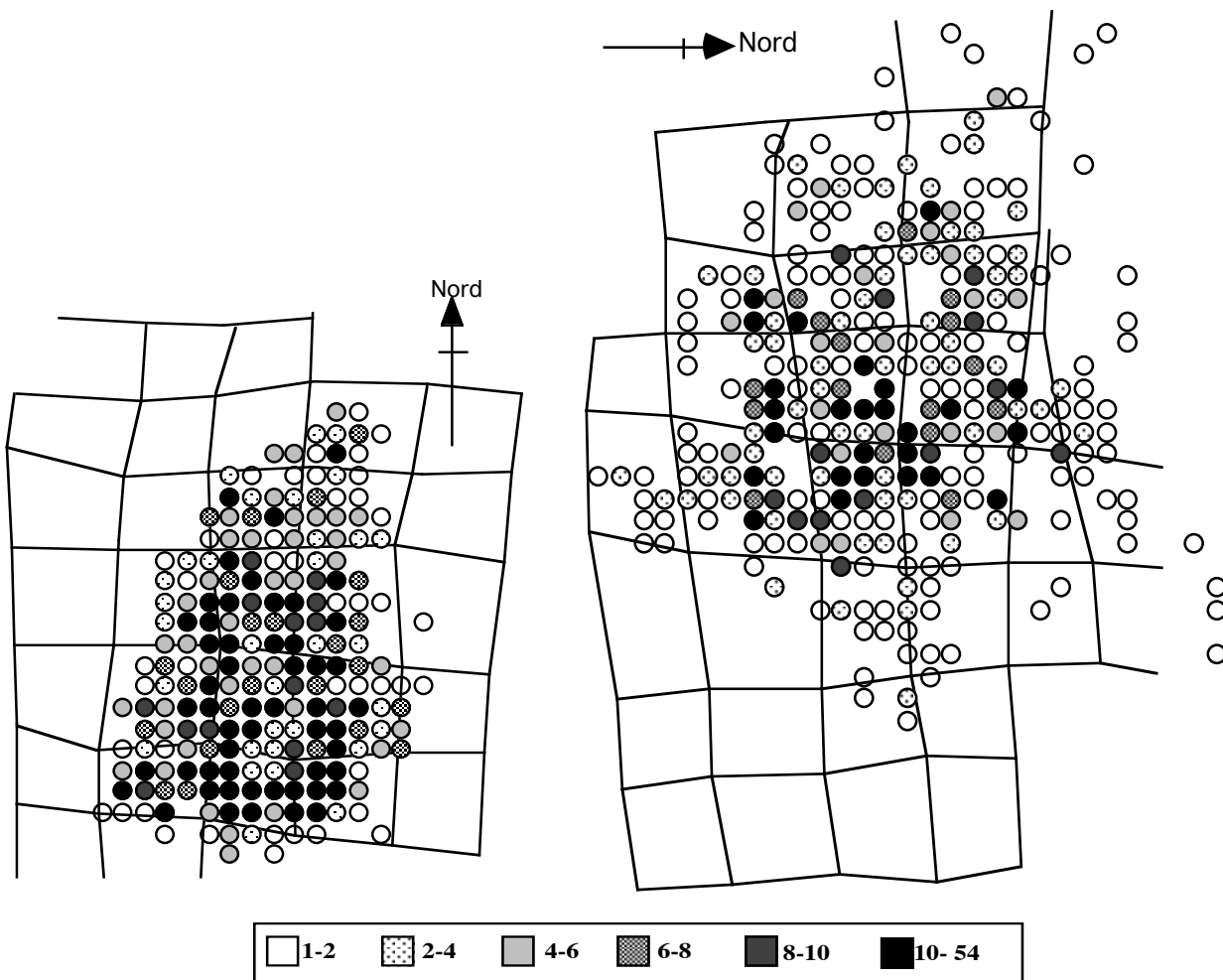
Fairgrieve a trouvé que les densités de cercopithèques à diadème étaient plus fortes dans la forêt exploitée, et que les domaines vitaux des deux groupes de forêt exploitée étaient environ la moitié de ceux des groupes de forêt non exploitée. La figure B13.2 résume les données de répartition pour deux des groupes, un en forêt exploitée (groupe L2), et un en forêt vierge (groupe UL1). L'explication de ces différences est probablement le fait que la diversité des espèces d'arbres augmente après l'exploitation, à cause de la croissance de nombreuses espèces secondaires (voir encart 9.2) qu'on ne trouve pas en forêt vierge, dont de nombreuses espèces de figuiers. Cela donne une plus grande disponibilité en nourriture dans la forêt exploitée, permettant aux groupes de cercopithèques à diadème d'obtenir suffisamment de nourriture sur une surface plus petite, et donc d'avoir des densités plus fortes. Cette information est intéressante pour les gestionnaires de la forêt de Budongo ou d'ailleurs, mais gardez à l'esprit que de tels résultats ne doivent être généralisés à d'autres sites qu'avec beaucoup de précautions, car les conditions locales varient beaucoup, et que l'exploitation forestière n'est pas toujours bénéfique aux primates.

Figure B14.3: Domaine vital et intensité d'utilisation (indiquée par l'ombrage) estimées par analyse des cellules de la grille pour des cercopithèques à diadème en forêt exploitée (groupe L2) et en forêt vierge (groupe UL1) dans la forêt de Budongo en Ouganda.

Groupe L2

Groupe UL1





Le remplissage des cercles indique le nombre d'occurrences du groupe sur la grille pendant un an

#### ENCART 14.5: CREER UN FICHER D'IDENTIFICATION INDIVIDUELLE DES BUFFLES DE FORET

Identifier les animaux dans une population peut vous donner des informations impossibles à obtenir à partir d'individus "anonymes", et procure des données très puissantes pour la gestion des populations. Cependant, pour être certain de bien identifier les individus, vous devez noter attentivement les caractéristiques de chaque individu, afin de pouvoir systématiquement confirmer chaque identification. Si vous voyez souvent des animaux au même endroit, il est facile de penser que ce sont les mêmes et qu'on les connaît individuellement. Mais comment être certain de ne pas confondre des individus similaires? Pourriez-vous reconnaître ces animaux s'ils n'étaient pas au même endroit? A moins de bien contrôler vos identifications avec des notes et des photographies, afin d'apprendre à reconnaître les animaux où qu'ils soient, il est probable que vos données contiendront des erreurs!

Un guide d'identification individuelle a été créé pour une population de buffles de forêt vivant dans les savanes de la réserve de la Lopé (Gabon).

Autant de buffles que possible ont été observés avant de commencer à construire le fichier, et les 10 caractères les plus variables ont été choisis comme aides à l'identification. Ce sont:

1. le sexe
2. la classe d'âge (veau de moins d'un an, subadulte, adulte)
3. la taille
4. la forme et la taille des cornes
5. la couleur de la fourrure
6. la couleur des yeux

7. les touffes de poils dans les oreilles
8. la longueur de la queue et la touffe de poils à son extrémité
9. les cicatrices
10. tout autre caractéristique rare

Un buffle "vierge" a ensuite été dessiné sur un carton (voir figure B14.4), pour pouvoir dessiner ces caractéristiques pour chaque individu, en plus de les noter par écrit. Ces caractéristiques ont été notées à chaque fois que des buffles ont été vus. Comme les caractéristiques de chaque nouvel animal étaient notées, on lui donnait un nom ou une référence afin de le localiser dans les fichiers. Le nom permettait également d'avoir un système de références croisées pour que d'autres notes sur son comportement et son histoire naturelle puissent être conservées ensemble.

Les cartons d'identification ont été groupés en fonction des caractéristiques les plus évidentes. Ainsi, après avoir observé un buffle, les cartons susceptibles de permettre de l'identifier étaient rapidement contrôlés pour savoir si l'animal était déjà connu. Les cartes étaient groupées tout d'abord par sexe, puis couleur de la fourrure, puis présence de cornes, puis caractéristiques des oreilles. Cela était suffisant pour réduire le choix des cartes possibles à 2 ou 3. Tandis que ces notes étaient prises, les détails de chaque "nouveau" buffle étaient comparés aux données existantes, avant qu'un nouveau carton soit créé pour lui.

Ce système de notes a permis de créer rapidement un fichier de terrain, puis avec le temps, des photographies couleurs et des enregistrements vidéos numériques de chaque individu ont été ajoutés.

Figure B14.5 Carte d'identification individuelle pour un buffle de forêt

Des fichiers de reconnaissance similaires ont été conçus pour les éléphants en utilisant le sexe, la taille, les défenses, la forme de la tête, la forme et le dessin des veines sur les oreilles. Des informations peuvent être trouvées dans:

KANGWANA, K. 1996. *Studying Elephants*. African Wildlife Foundation, Nairobi.

(disponible à l'AWF, P.O. box 48177, Nairobi, Kenya);

TURKALO, A. & FAY, J.M. 1995. *Studying Forest Elephants by Direct Observation*. *Pachyderm*, 20: 45-54.

#### ENCART 14.5: SYSTEMES INTERNATIONAUX DE BAGUAGE DES OISEAUX

Le baguage d'oiseaux est une technique utile pour les recensements, les études de déplacements locaux et d'utilisation de l'habitat, des migrations, de la dispersion, du comportement et de la vie des individus. Cependant, la capture et la fixation d'une bague impliquent un risque pour l'oiseau; la plupart des pays ont une législation concernant ces pratiques, pour protéger les oiseaux.

Les techniques de capture sont régulées, ainsi que le système de marquage appliqué. Des oiseaux sont bagués dans presque tous les pays du monde: pour les espèces migratrices, des accords sur les codages colorés ont été pris pour éviter les confusions entre des oiseaux bagués dans différents pays. Obtenir un permis de baguage nécessite que l'on suive ces accords, pour le bien de toutes les personnes utilisant ces systèmes.

Avant de vous lancer dans le baguage, vous devez *tout d'abord* contacter les autorités compétentes du pays pour connaître les réglementations et les lois locales, afin d'obtenir un permis et savoir quelles bagues sont utilisées sur quelles espèces. Si vous avez du mal à obtenir ces informations, deux organisations britanniques et une organisation française peuvent vous aider:

The British Trust for Ornithology (BTO)

The Nunnery

Nunnery Place

Thetford

Norfolk,

GRANDE BRETAGNE

The Royal Society for the Protection of Birds (RSPB)

The Lodge

Sandy  
Bedfordshire  
GRANDE BRETAGNE

Centre de Recherche sur la Biologie des Populations d'Oiseaux  
55 rue Buffon  
75005 PARIS  
FRANCE

Vous trouverez également des informations dans le "Ringers Manual", 1984, publié par le BTO en Grande Bretagne.

Les petits passereaux sont généralement capturés dans des filets "japonais", mais les plus grandes espèces (comme les flamants ou les rapaces) peuvent être piégées ou capturées à la main au nid ou sur les sites de rassemblement. Vous devez choisir une technique de capture légale et qui minimise les risques de blessures pour les oiseaux. Vous devez également réfléchir au nombre d'oiseaux que vous devez capturer, et vous assurer que vous pourrez en capturer suffisamment afin que la taille de l'échantillon soit suffisante pour votre étude.

Il existe plusieurs méthodes de marquage, une fois que l'oiseau est capturé:

- Bagues en métal: ce sont des bagues codées individuellement, portant généralement une adresse ou un numéro permettant de contacter la personne ou l'organisation qui a bague l'oiseau. C'est le meilleur système pour les oiseaux qui doivent être recapturés (ou trouvés morts) loin du site de baguage. Cependant, les codes sont très difficiles à voir sur l'oiseau vivant libre: ce système est donc inutile pour l'identification individuelle dans une étude locale. Si vous trouvez (ou capturez) un oiseau porteur d'une telle bague, notez le numéro et l'adresse de la bague, et envoyez à cette adresse une fiche portant vos noms et adresses, l'espèce de l'oiseau, le numéro de la bague, les circonstances, le lieu et la date de la capture. Si l'oiseau est mort, retirez-lui la bague et renvoyez-la également. Par contre, laissez-la sur l'oiseau vivant: il sera peut-être encore recapturé! Vous recevrez en retour une fiche vous indiquant où et quand l'oiseau que vous avez trouvé à été bague.

- Bagues et plaquettes en plastique coloré: pour les oiseaux qui doivent être reconnus de loin, des bagues de couleur ou de petites plaquettes attachées à une bague en métal peuvent être utilisés. Des combinaisons de bagues peuvent être utilisées pour augmenter le nombre de codages possibles, mais il faut éviter de les utiliser sur des oiseaux migrateurs. En effet, ceux-ci risquent d'aller dans d'autres zones où ils sont étudiés, et y provoquer des confusions pour les chercheurs. Le poids des bagues doit être soigneusement contrôlé pour que les petites espèces ne souffrent pas de devoir les transporter.

- Fanions alaires: des fanions colorés en métal ou en plastique peuvent être fixés aux ailes, bien qu'il puisse être difficile de les retirer. Ces fanions ne doivent pas être utilisés sur des oiseaux plongeurs.

- Colliers de plastique: pour les grands oiseaux à long cou tels que les cigognes, les oies ou les flamants, on peut utiliser des colliers de plastique coloré, mais ils doivent être souples, et il faut faire extrêmement attention à ce qu'ils n'étranglent pas l'oiseau, ou ne puissent pas s'accrocher accidentellement et piéger ou tuer l'oiseau.

- Teinture des plumes: teindre les plumes est un moyen simple de marquer les oiseaux, qui ne risque pas de leur nuire si on utilise des couleurs sombres. Cependant, ces marques sont perdues quand l'oiseau perd ses plumes pendant la mue.

#### **ENCART 14.7: POURQUOI LES DENSITES DE CHIMPANZES DECLINENT-ELLES DANS LES FORETS TROPICALES SOUMISE A UNE EXPLOITATION MECANISEE A GRANDE ECHELLE**

Parmi les grands singes africains, les chimpanzés *Pan troglodytes* semblent plus adaptables écologiquement que les gorilles *Gorilla gorilla* et les bonobos *Pan paniscus*: leur distribution géographique est beaucoup plus étendue; ils vivent dans une plus grande variété d'habitats; une seule communauté de chimpanzés peut se déplacer sur plusieurs centaines de kilomètres carrés; ils fabriquent différents types d'outils pour résoudre les problèmes pratiques de leur vie quotidienne. Pendant une étude sur l'impact de l'exploitation forestière sur la végétation et les animaux à la Lopé,

au Gabon (White et Tutin, sous presse), les densités de chimpanzés et de gorilles ont été étudiées par observation directe et comptages de nids sur des transects linéaires. L'exploitation forestière avait pour effet de retirer en moyenne deux arbres par hectare, soit une perte de 10% de la canopée et de l'aire de base. Ce niveau de dégradation est faible comparé aux 50% de moyenne sous les tropiques, et les arbres étant d'importantes sources de nourriture pour les chimpanzés n'étaient pas spécialement visés, ce qui aurait pu avoir un effet désastreux. Tous les sites d'exploitation étaient dans une réserve où la chasse est bien contrôlée.

Or, les densités de chimpanzé ont chuté suite à l'exploitation. Dans un site étudié avant et après exploitation, l'effet a été immédiat. Les densités de chimpanzés ont chuté à environ 20% des niveaux pré-exploitation, et sont restés bas pendant au moins un an après l'exploitation. Dans d'autres sites, exploités 15 ans auparavant, les densités de chimpanzés étaient faibles. Etant donné que le niveau de dégradation est bas et que les arbres source de nourriture n'ont pas été abattus sélectivement, la brutalité de la réponse suggère que la raison n'en est pas écologique. De plus, il n'y a pas eu de changement comparable pour les densités de gorilles après l'exploitation. Comme les régimes alimentaires des deux espèces sont similaires à la Lopé, cela confirme l'idée que les chimpanzés n'ont pas été stressés écologiquement par l'exploitation. Il semble donc que l'explication relève du comportement social.

Les chimpanzés vivent en communautés stables avec de grands territoires qui se chevauchent partiellement. Ils ont un comportement territorial, patrouillant et défendant agressivement leurs frontières. Les études à long terme à Gombe et à Mahale en Tanzanie ont montré qu'il existait des agressions violentes entre les communautés, pendant lesquelles les individus d'une grande communauté suivent et tuent systématiquement les mâles adultes d'un autre groupe, provoquant son extinction. Les femelles adultes et les individus immatures sont absorbés par l'autre communauté, mais tous les jeunes non sevrés risquent d'être tués par des mâles non familiers.

A la Lopé, les chantiers d'exploitation avançaient sur un front continu de 5-10 km de large, du nord vers le sud. Le bruit des zones actives peut être entendu depuis environ 5 km et provoque probablement un stress et des dérangements chez les chimpanzés non habitués à une telle activité. Il n'est pas impossible que les chantiers en marche puissent déplacer des communautés entières de chimpanzés. La densité des chimpanzés était haute au début de l'étude, ce qui reflète peut-être le fait que des individus aient été repoussés par les activités d'exploitation plus au nord. Pendant cette période, les rencontres de grands groupes excités de chimpanzés étaient assez fréquentes, et l'impression globale était qu'ils subissaient des stress élevés, peut-être à cause du contact entre deux communautés. Le déplacement d'une communauté entière arrive sans doute rarement naturellement, mais les observations effectuées à Gombe et à Mahale suggèrent que des conflits violents et une forte mortalité en résulteraient. Ce scénario assez déroutant pourrait expliquer le déclin immédiat et durable des densités de chimpanzés à la Lopé, suite à l'exploitation de la forêt. Des études ailleurs au Gabon, au Cameroun, au Congo et en Ouganda ont également révélé des diminutions de densités de chimpanzés dans les forêts exploitées. Les gorilles des plaines de l'ouest ne connaissent pas ce problème car les territoires des groupes adjacents se chevauchent presque entièrement et car les rencontres entre groupes sont rarement agressives.

Il est donc probable que la réponse des chimpanzés aux opérations d'exploitation forestière est due à leur comportement hautement territorial. S'ils sont repoussés dans le territoire voisin par des dérangements dans le leur, ils s'engagent dans un conflit mortel qui provoque des chutes de population.

#### **ENCART 14.8: ETUDES A LONG TERME D'ÉCOLOGIE DU COMPORTEMENT EN DIVERS SITES AFRICAINS**

Certaines des études de terrain à long terme de l'écologie du comportement d'espèces particulières en forêt d'Afrique Centrale sont listées ci-dessous. Pour chacune, une référence bibliographique générale et assez facilement disponible est donnée. Ces références donnent une vue d'ensemble de l'étude, ses buts, ses méthodes et les données recueillies. La majorité de ces études sont encore activement en cours aujourd'hui.

Pour les éléphants de savane, *Loxodonta africana africana*.

Etude à long terme de l'**Amboseli Elephant Research Project** au Kenya

MOSS, C. 1988. *Elephant Memories*. Fontana/Collins, London.

Pour les éléphants de forêt, *Loxodonta africana cyclotis*,

Etude à long terme au **Dzangha Bai Forest Elephant Study** en République Centrafricaine  
TURKALO, A. & FAY, J.M. 1995. *Studying Forest Elephants by Direct Observation*. Pachyderm, 20:  
45-54.

Pour les gorilles de montagne, *Gorilla gorilla beringei*,

Etude à long terme au **Karisoke Research Centre** au Rwanda  
SCHALLER, G.B. 1963. *The Mountain Gorilla*. University of Chicago Press, Chicago.  
FOSSEY, D. 1983. *Gorillas in the Mist*. Houghton Mifflin Co., Boston.

Pour les gorilles de plaines de l'ouest, *Gorilla gorilla gorilla*,

Etude à long terme à la **Station d'Etudes des Gorilles et Chimpanzés** à la **Réserve de la Lopé** au **Gabon**.  
TUTIN, C.E.G. 1996. *Ranging and social structure of lowland gorillas in the Lopé Reserve, Gabon*. In *Great Ape Societies*, édité par W. McGrew, L.F. Marchant & T. Nishida. Cambridge University Press, UK.

Pour les chimpanzés, *Pan troglodytes* species

Etude à long terme à la **Gombe Stream Reserve** et au **Mahale Mountains National Park** en **Tanzanie** et dans la **Forêt de Tai** en **Côte d'Ivoire**.  
GOODALL, J. 1986. *The Chimpanzees of Gombe*. Belknap Press, Harvard.  
NISHIDA, T. (Ed).1990. *The Chimpanzees of the Mahale Mountains*. University of Tokyo Press, Tokyo.  
BOESCH, C. 1996. *Social grouping in Tai chimpanzees*. In *Great Ape Societies*, édité par W. McGrew, L.F. Marchant & T. Nishida. Cambridge University Press, UK.

Pour les colobes bais, *Colobus badius* species

Etude à long terme à la **Kibale Forest** en **Ouganda** et à **Tiwai Island** en **Sierra Leone**  
STRUHSAKER, T. 1975. *The Red Colobus Monkey*. University of Chicago Press, Chicago.  
DAVIES, A. G. & OATES, J. 1994. *Colobine Monkeys*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Pour les buffles, *Syncerus caffer*,

Etude à long terme au **Lake Manyara** en **Tanzanie**  
SINCLAIR, A.R.E. 1977. *The African Buffalo*. University of Chicago Press, Chicago.  
PRINS, H.H.T. 1996. *Ecology and Behaviour of the African Buffalo*. Chapman and Hall, London.

#### ENCART 14.9: RADIOTELEMETRIE

On peut fixer des émetteurs radios sur des animaux à l'aide d'un collier, d'un harnais ou en les implantant sous la peau. Toutes ces opérations nécessitent la capture de l'animal: la première chose à prendre en compte dans une étude de radiotélémétrie est la façon dont l'animal sera capturé sans risque pour lui, puis immobilisé suffisamment longtemps pour pouvoir bien fixer la radio. L'animal est généralement anesthésié, ce qui permet un contrôle sanitaire minutieux et une prise de données

précieuses sur la taille, le poids, la dentition etc. Ce type de manipulations d'animaux nécessite une formation et doit être supervisé par un vétérinaire qualifié.

L'émetteur est alimenté par une pile, elle aussi fixée à l'animal. Plus la pile est grosse, plus l'émetteur fonctionnera longtemps, mais plus elle sera lourde à porter: il faut donc trouver un équilibre. Les émetteurs radios pour les études de faune peuvent être fabriqués à la demande pour maximiser les résultats en fonction du type de fixation et du poids.

Chaque émetteur est programmé sur une certaine fréquence radio (généralement de la VHF), le récepteur utilisé par le chercheur est calé sur cette fréquence pour recevoir le signal. Les émetteurs envoient un signal sur une seule fréquence, mais les récepteurs peuvent généralement recevoir des signaux sur plusieurs fréquences. Si différents animaux sont équipés d'émetteurs dans une même zone, chacun doit émettre à une fréquence particulière, afin que les chercheurs sachent quel animal ils suivent. Les fréquences de transmission doivent être décidées à l'avance et programmées sur les émetteurs en usine.

Le récepteur peut vous dire assez précisément la direction d'où provient un signal, et moins précisément la distance d'où il est émis. Cependant, si vous prenez un cap compas entre vous et l'animal (entre le récepteur et l'émetteur) depuis trois positions différentes, vous pouvez alors calculer assez précisément où est l'animal, à l'intersection des trois caps compas. C'est ce qu'on appelle la *triangulation* (voir le chapitre 12, et en particulier la figure 12.5). Si le cap compas est un peu faux (surtout si l'animal est éloigné), ou si l'animal se déplace significativement entre les trois "points", la localisation sera imprécise. Pister efficacement les animaux par radiotélémetrie requiert de l'expérience dans l'interprétation des signaux pour que les caps soient précis, une bonne connaissance de la topographie de la zone étudiée et une certaine intuition pour savoir où prendre les caps pour obtenir la meilleure triangulation possible en un temps minimum.

Les études de radiotélémetrie ont été très utilisées pendant les deux dernières décennies pour obtenir des informations sur des espèces difficiles à suivre directement; elles continuent d'être une aide très précieuse pour les études écologiques en habitat forestier. Cependant, l'équipement est cher, une grande expérience est nécessaire pour capturer et manipuler les animaux, et du temps et de l'expérience sont indispensables pour suivre les signaux et interpréter les données.

D'autres informations sur la radiotélémetrie peuvent être obtenues dans:

KENWARD, R.E. 1987. *Wildlife Radio-tagging: Equipment, Field techniques and Data Analysis*. Academic Press, London.

PRIEDE, I.G. & SWIFT, S.M. 1992. *Wildlife Telemetry: Remote Monitoring and Tracking of Animals*. Ellis Harwood, Chichester, UK.

#### ENCART 14.10: RECENSEMENTS PAR CAPTURE-MARQUAGE-RECAPTURE

La méthode de capture-marquage-recapture peut être utilisée pour estimer la taille réelle d'une population d'animaux *non territoriaux*. La technique est utilisée la plupart du temps pour les petits animaux (oiseaux, reptiles, rongeurs, insectes) facilement capturables, et qui vivent dans des populations ou des colonies importantes, dans lesquelles ils se mélangent librement. Les plus grands animaux ne sont généralement pas recensés de cette façon car leur capture pose trop de problèmes et la taille de l'échantillon obtenu est trop faible.

La méthode consiste à capturer, compter et marquer (sans blesser) un premier échantillon d'animaux, puis à les relâcher pour qu'ils se remélangent à la population. Plus tard, on recommence le processus de capture et on compte combien d'individus sont capturés, et quelle proportion est marquée (c'est-à-dire ont été capturés à la première session). La deuxième capture peut être remplacée par un recensement par observation si les marques sont visibles de loin.

On suppose que:

- 1) La population est "fermée" entre les deux échantillonnages, c'est-à-dire qu'aucun animal n'y arrive ou n'en part (en comptant les naissances et les décès);
- 2) Les premiers animaux capturés forment un échantillon représentatif de la population, non biaisé vers un sexe ou une classe d'âge qui affecte leur probabilité de capture;
- 3) Les animaux marqués se mélangent au hasard dans la population après avoir été relâchés;
- 4) Les techniques de capture, la localisation ou le marquage ne rendent pas les animaux plus susceptibles d'être capturés une seconde fois que les animaux non marqués;
- 5) Les marques ne disparaissent pas entre les captures.

La proportion entre le nombre d'animaux marqués et la population totale est la même que la proportion entre le nombre d'animaux recapturés (donc marqués) et le nombre total d'animaux capturés dans le deuxième échantillon. Vous pouvez alors calculer la taille de la population en utilisant l'**estimation de Lincoln-Petersen**.

$$\text{Taille de la population (N)} = \frac{mn}{r}$$

Avec **m**=nombre d'animaux **marqués** et relâchés à la première capture, **n**=nombre d'animaux **capturés la deuxième fois** et **r**=nombre d'animaux **marqués capturés la deuxième fois**.

Imaginez que vous vouliez estimer la population de rats rayés dans une parcelle de savane, dans une étude des proies disponibles sur le territoire d'un chat doré. La première journée, vous capturez 52 rats dans des pièges et vous les marquez en teignant leur queue en rouge avec de la teinture à cheveux. Une semaine plus tard, vous capturez 64 rats dans la même zone, dont 16 ont la queue rouge.

La taille de la population dans cette parcelle de savane serait donc de

$$N = \frac{52 \times 64}{16} = 208 \text{ rats.}$$

Bien entendu, les cinq hypothèses vues plus haut ne sont pas vraiment toutes vérifiées: certains animaux sont venus ou sont partis de la zone étudiée entre les captures, les animaux marqués peuvent perdre leurs marques ou mourir des blessures de la première capture, ils ont peut-être moins de chance d'être capturés la deuxième fois car ils ont peur du piège etc. L'estimation de Lincoln-Petersen est la façon la plus simple d'utiliser des données de capture-marquage-recapture pour calculer la taille de la population. Cependant, elle ne tient pas compte des changements dans la population, de la perte des marques, ou des biais dus à la capture. C'est probablement la méthode la plus abordable pour des estimations simples de la population, mais vous devez bien tenir compte du fait que si une des hypothèses risque de ne pas être vérifiée, alors vos résultats seront faux. Certaines hypothèses non vérifiées ont des effets prévisibles sur l'estimation de population: si les marques disparaissent entre les captures, ou si elles diminuent les chances de survie de l'animal et qu'il meurt avant la deuxième capture, votre estimation finale sera trop élevée; si certains individus ont plus de chances d'être capturés et recapturés que d'autres, votre estimation finale sera trop basse.

De nombreux affinements de la technique de capture-marquage-recapture ont été proposés pour tenir compte de la dynamique des populations. Vous trouverez des bonnes informations dans:

- BEGON, M. 1979. *Investigating Animal Abundance: Capture Recapture for Biologists*. Edward Arnold, London.
- SEBER, G.A.F. 1982. *The Estimation of Animal Abundance and Related Parameters*. Macmillan, New York.

### CHAPITRE 3

## METHODES SOCIO-ECONOMIQUES ET LEURS APPLICATIONS À LA GESTION DES AIRES PROTEGEES

Bryan Curran, David Wilkie et Richard Tschombe

Les paysages de la Terre du XXe siècle sont façonnés par l'homme, qui joue toujours un rôle important dans la gestion des ressources naturelles. La reconnaissance par les "étrangers" (ONG de conservation et de développement, gouvernements, compagnies d'exploitation forestière, chasseurs sportifs etc.) des droits et des besoins légitimes des communautés indigènes est une étape importante dans la conservation à long terme de ces ressources. Il devient de plus en plus évident que la protection forcée est une solution à court terme, particulièrement dans les pays en voie de développement qui ont rarement de l'argent à consacrer à la conservation de la biodiversité. Identifier les richesses naturelles et définir les limites supportables de leur exploitation est le grand défi des gestionnaires d'aires protégées. On dit fréquemment que la préservation des forêts tropicales est dans l'intérêt des peuples indigènes qui comptent traditionnellement sur leurs ressources pour vivre. En réalité, les mesures de conservation adoptées gênent fréquemment les activités, qu'elles soient économiques ou de subsistance, et les bénéfices moins tangibles qui pourraient apparaître grâce à la protection à long terme (par exemple, le repeuplement des zones surchassées depuis les zones centrales de protection) sont généralement peu apparents pour les communautés locales. Si les soucis légitimes de ces peuples continuent à être négligés, les projets de conservation échoueront. Les aires protégées ont généralement été créées en suivant des critères strictement biologiques et écologiques: une gestion correcte demande une compréhension de l'ensemble des facteurs sociaux, politiques, culturels, économiques et légaux qui peuvent avoir un impact à long terme sur le projet. Il est donc impératif que le personnel des aires protégées établisse des rapports vrais avec les communautés locales et encourage leur participation, de la conception à l'évaluation, en passant par l'amélioration et le suivi; négliger cet aspect aura une influence plus profonde sur la réussite du projet qu'une mauvaise collecte de données biologiques.

On peut obtenir les informations socio-économiques de base utiles pour la conservation par une combinaison de méthodologies quantitatives et qualitatives. Bien que certaines méthodes de collecte de données soient quantifiables par définition (recensements de population, enquêtes de marché, mesure de l'impact de la chasse), beaucoup d'informations (par exemple attitude locale, participation des communautés) ne peuvent être obtenues que sous forme de données plus qualitatives. L'expérience a montré qu'une combinaison de méthodologies quantitatives et qualitatives est généralement utile. Le choix des méthodes appropriées dépend du type d'information dont l'équipe de gestion a besoin pour prendre des décisions, et des relations entre les différents organismes et personnes impliquées.

Chaque projet aura des buts spécifiques et/ou des objectifs de recherche particuliers. Les données socio-économiques ne sont vraiment utiles que si elles procurent en retour les informations indispensables à la maintenance du système naturel à préserver. Ainsi, le besoin d'évaluer et de suivre les activités humaines est différent selon les sites, et demande que les problèmes soient identifiés et les objectifs de recherche clairement définis avant la collecte de données. Il faut s'intéresser au coût et à la logistique des projets proposés: déplacements, nourriture, logement, salaires etc. La collecte de données en elle-même n'est qu'un facteur (souvent minime) à prendre en considération en calculant les coûts; vous devez également évaluer précisément le temps nécessaire à la conception du projet, à la préparation des formulaires de prise de données, à la formation des assistants de recherche, aux tests, à l'analyse et à l'interprétation des données, et à la rédaction des rapports. Les besoins de formation doivent être estimés - combien faudra-t-il d'assistants de recherche, avec quel niveau de compétence technique? Bien que de nombreuses méthodes présentées



dans ce chapitre (et dans tout ce manuel) puissent être apprises par le personnel des aires protégées et par les assistants locaux, il y aura des cas où des étrangers (chercheurs expérimentés, étudiants par exemple) seront plus à même de collecter des données (projets à plus long terme, ou sujets sensibles qui portent sur des rapports avec les communautés locales que le personnel des aires protégées peut ne pas apprécier). La lecture de ce manuel ne doit jamais prendre la place d'une vraie formation **avant** l'application de ces méthodes. Les gestionnaires d'aires protégées doivent insister sur l'inclusion d'au moins un chercheur en sciences sociales expérimenté dans leur équipe (et de préférence deux: un homme et une femme, pour faciliter le travail avec les femmes dans les zones où il peut ne pas être acceptable culturellement que des hommes passent du temps avec des femmes), qualifié(s) pour évaluer la situation localement, déterminer le type de recherche qui doit être entrepris, et former les assistants appropriés à la collecte de données. Ces scientifiques peuvent déjà faire partie de l'équipe nationale responsable de la gestion des aires protégées, mais il peut être nécessaire de demander l'aide d'universités, de sociétés de consultants, d'ONG nationales ou de groupes de conservation pour identifier les personnes adéquates.

Dans tous les cas, il existe certains faits communs à toutes les aires protégées où des communautés humaines ont un impact sur les ressources. Des livres entiers ont été écrits sur les méthodes d'estimation de ces impacts, ils doivent être utilisés à chaque fois que cela est possible. De plus, toutes les informations de base utiles doivent être consultées avant de collecter des données, afin d'être certain d'obtenir une représentation aussi complète que possible de la zone de projet. Les rapports de planification et de politique nationaux et régionaux, les documents légaux, les archives historiques, les résultats de recensements etc. seront une aide précieuse pour la planification de la conservation. Ce chapitre souligne les approches utilisables les plus simples pour obtenir des informations socio-économiques additionnelles; des méthodes plus spécialisées ne doivent être utilisées que par des chercheurs formés en sciences sociales.

Avant la collecte de données, il faut établir des contacts préliminaires avec les représentants locaux et régionaux du gouvernement, afin d'éviter des malentendus et des conflits ultérieurs. Les objectifs des projets de conservation et des programmes de recherche doivent être expliqués clairement. Les communautés locales sont souvent méfiantes vis-à-vis des étrangers, et ont tendances à s'en remettre aux autorités de leur région, même si le gouvernement national a déjà montré sa volonté de soutenir la conservation. Si la "bénédiction" des autorités locales est acquise, les réunions ultérieures avec les villageois seront moins épineuses. Une fois que ces autorités ont été contactées, des réunions préliminaires et informelles doivent être organisées avec les chefs de village ou les conseils de tribu: cela peut énormément faciliter les réunions ultérieures avec l'ensemble du village. Le sujet des réunions varie selon le site et le statut du projet. Si le projet est en cours depuis plusieurs années, les habitants peuvent être suffisamment au courant de ses objectifs pour qu'il ne soit pas nécessaire de passer beaucoup de temps à les justifier; par contre, les objectifs d'un programme de recherche particulier peuvent être discutés, et le rôle que les communautés locales doivent jouer dans la récolte de données défini. Si d'un autre côté vous travaillez dans une zone qu'il est prévu de protéger, il est important de passer beaucoup de temps à discuter de la conservation, à écouter les opinions des habitants sur la gestion des ressources naturelles, à expliquer les objectifs de ce nouveau projet etc. Dans tous les cas, l'importance de rencontrer régulièrement les communautés locales et d'établir une relation de travail confortable ne doit pas être sous-estimée. Ces contacts rapportent beaucoup à long terme, et rendent la collaboration avec les communautés locales plus constructive. Gardez à l'esprit le fait que vous pouvez avoir besoin de traducteurs pour vous aider; même dans les villages où beaucoup de gens parlent une langue nationale, il y aura probablement toujours des personnes qui ne la parleront pas (personnes âgées, femmes, personnes illettrées). Vous devez essayer de faciliter la participation et la

compréhension de tous, et cela ne peut souvent être fait qu'en utilisant les dialectes locaux. Prenez vous-même le temps d'apprendre quelques phrases de salutation, car les gens apprécieront cet effort, et seront davantage disposés à discuter. Après ces réunions initiales, la collecte de données pourra commencer.

### **I. Cartes**

Les cartes de villages peuvent donner beaucoup d'informations, et sont une façon utile de mettre à l'aise les habitants au début de la collecte de données. Il faut consulter des cartes publiées (de la plus petite échelle possible) et des photographies aériennes ou satellites avant la réalisation de la cartographie du village, afin de se familiariser avec la zone. Les cartes peuvent apporter des renseignements utiles sur les stratégies d'utilisation des terres (champs, territoires de chasse, ressources forestières etc.), la démographie, les zones à problèmes (dégâts par les animaux, accès à l'eau) etc. Initialement, elles peuvent être faites de façon très simple, en dessinant sur le sol avec un bâton (cela est souvent moins intimidant, surtout dans les endroits où papier et crayons sont rarement utilisés), puis transférées sur papier. Si vous désirez faire participer les gens, vous pouvez dessiner ce qui est le plus caractéristique (routes, pistes, école, dispensaire etc.), mais les villageois doivent ensuite être encouragés à compléter le schéma. Ces cartes peuvent être modifiées plus tard quand d'autres informations sont disponibles (elles devraient vous permettre de poser plus de questions aux gens), ou comparées à des cartes publiées, ou à celles dessinées par votre équipe de recherche. L'échelle exacte est généralement peu importante, surtout quand les villageois eux-mêmes participent à l'exercice, car leurs perceptions des relations spatiales sont souvent aussi importantes que la carte en elle-même. Il est utile d'avoir accès à une (ou plusieurs) bonne(s) carte(s) pour l'utilisation au cours du projet, incluant toutes les maisons et autres objets importants: sources, pistes, champs, caractéristiques topographiques évidentes (rivières, collines etc.) etc. (voir figure 3.1).

#### **Figure 3.1: carte d'un village**

Les "transects de village" apportent des données spatiales supplémentaires qui peuvent être présentées sous forme de carte. Leur réalisation doit être une des premières étapes du travail avec les villageois, car elle encouragera leur participation, tout en étant généralement facile. Contrairement aux transects en forêt (voir chapitre 11), les transects de villages apportent principalement des données qualitatives qui complètent les informations obtenues grâce aux cartes de villages. Ce type de transect vous aidera à comprendre comment les communautés locales divisent et gèrent la terre à proximité des villages, ainsi que certains aspects socioculturels qui pourront se révéler importants plus tard. Par exemple, si vous avez besoin de stratifier un village pour des recherches futures (voir "échantillonnage", plus bas), les données de transect seront très utiles. Selon les questions de recherche, vous pouvez faire des observations sur les cultures (commerciales et de subsistance), les types de sol, les activités animales (domestiques et sauvages) et humaines, les sources d'eau, les activités culturelles, les matériaux de construction, les problèmes, les besoins etc.

Pour réaliser un transect de village, il faut passer par les étapes suivantes:

- Prenez des contacts préliminaires avec les autorités régionales et locales, ainsi qu'avec celles du village, pour expliquer les buts du programme de recherche. Cette étape est critique, car elle facilitera le travail futur dans la zone.
- Dessinez des cartes pour obtenir une bonne vue d'ensemble du village. Rappelez-vous que les transects sont supposés procurer des données complémentaires de celles des cartes schématiques. Ces cartes vous permettront de choisir un point de départ logique pour le transect, afin que votre équipe couvre toutes les zones importantes

pour le village (points d'eau, jardins, lieux de pêche, sources de matériaux de construction, friches, villages abandonnés etc.).

- Notez les informations recherchées pour compléter les cartes schématiques. Si votre équipe comporte plusieurs membres (ce qui est un avantage, particulièrement s'ils ont des capacités complémentaires), décidez qui sera responsable de tel ou tel type d'observation. Par exemple, un spécialiste de gestion de la faune sauvage devra noter où les animaux détruisent les cultures, un expert en agroforesterie pourra prendre des données sur les pratiques culturelles, un expert en sciences sociales pourra se charger des activités économiques etc.

- Identifiez 2 ou 3 membres de la communauté familiers de la zone, et désireux de participer à l'exercice. Expliquez-leur le type de données qui seront collectées et la route prévue, afin qu'ils puissent orienter l'équipe vers les endroits adéquats et les personnes intéressantes le long du chemin.

- Parcourez le transect à pied (ou en voiture si le village est particulièrement étendu. Cependant, pour minimiser les différences de statut avec les villageois, il est préférable de prévoir plutôt plusieurs transects parcourus à pied), en faisant les observations adéquates le long du chemin. Les membres de l'équipe doivent poser des questions aux informateurs qui participent, et prendre le temps de s'arrêter en chemin pour interroger de façon informelle les villageois. Le type de questions que vous poserez dépendra en grande partie du but de votre recherche, mais vous devez être suffisamment flexibles pour utiliser les ouvertures données par les réponses des villageois (voir "entretiens informels" plus bas). Au minimum, vous devez essayer d'identifier les zones naturelles, agricoles et économiques du village les plus importantes, et noter leurs caractéristiques: sols, types de végétation, eau, cultures commerciales et de subsistance, problèmes évidents (érosion, dégâts ou maladies des cultures, état sanitaire des enfants), indicateurs économiques (matériaux de construction, présence/absence de latrines, etc.), école, marché, ressources naturelles etc.

- Compilez les notes de terrain de l'équipe et dessinez le transect (figure 3.2). Le diagramme résultant doit alors être examiné avec les informateurs clés, et utilisé pour stimuler les discussions dans les réunions de village ultérieures.

### **Figure 3.2: transect de village**

#### **II. Recensement de population**

Les populations humaines dans les forêts d'Afrique Centrale sont presque toutes en expansion, soit à cause des tendances démographiques naturelles, soit par l'immigration. Les gestionnaires des projets doivent avoir des données précises sur le nombre d'habitants qui vivent dans ou à proximité des aires protégées, ainsi que des données socio-économiques de base sur ces communautés. Pour acquérir ces connaissances, la première étape consiste à effectuer un recensement détaillé de la population. Quand ces données ont été obtenues, les changements peuvent être suivis efficacement. Si les populations locales sont en augmentation, est-ce dû aux tendances démographiques naturelles ou à l'immigration? S'il y a de l'immigration, qui se déplace dans la région, et pourquoi? Grâce à ces informations, les gestionnaires d'aires protégées peuvent prendre des décisions appropriées sur la façon de gérer les activités humaines, afin que l'utilisation des ressources puisse être maintenue à un niveau durable.

Un recensement de population ne doit pas simplement consister à compter combien de personnes vivent à un endroit donné. Le recensement doit servir à récolter des données importantes variées sur les villages, dont (entre autres): composition ethnique, pyramide des âges, régime foncier dans le village avant les déplacements, principales activités commerciales et de subsistance, matériaux de construction des maisons, présence d'animaux domestiques, niveau d'éducation etc. Il est important de se rappeler que chaque projet a des objectifs de recherche spécifiques, qui doivent se

retrouver dans les recensements. La figure 3.3 montre une feuille de recensement utilisée dans le sud-est du Cameroun.

Figure 3.3: Fiche de recensement, sud-est du Cameroun

Village:  
 Recenseur:  
 Date:

n°	Lettre/ nom de personne	sexe	âge	lien	ethnie	nb d'enfant s	âge enfant s	date arriv.	d'où veniez- vous?	éduc ation	activité
----	-------------------------------	------	-----	------	--------	---------------------	--------------------	----------------	--------------------------	---------------	----------

Commentaires:

Un recensement correct des communautés locales doit inclure les étapes suivantes:

- Recherchez toutes les résultats de recensements gouvernementaux (ou autres, par exemple archives de missions ou de centres de soins). Ces données seront utiles pour évaluer les tendances au cours du temps, bien qu'il soit important de se souvenir que les données du gouvernement sont quelquefois imprécises. Par exemple, les personnes qui font les recensements dans les villages peuvent être influencées par les chefs ou les autorités, et gonfler les chiffres, si cela signifie que davantage d'argent sera attribué pour le développement. D'autre part, les chasseurs-cueilleurs nomades sont très difficiles à compter, et sont donc souvent ignorés. Mais une perspective historique des effectifs peut être très utile à la gestion des aires protégées.

- Les contacts préliminaires avec les autorités locales, régionales et traditionnelles doivent être pris bien avant d'effectuer le recensement. Connaître les villageois à l'avance facilitera la collecte de données. Il est important que les gens soient à l'aise quand on visite leur maison. Par exemple, un problème courant lors des recensements est que les gens pensent que le gouvernement va utiliser les résultats pour les contrôler ou les taxer. Expliquez attentivement les objectifs du recensement avant de commencer.

- Créez une carte de village (voir plus haut), s'il n'y en a pas, en vous assurant que chaque maison est dessinée et a un numéro. Dans les villages particulièrement grands, il peut être nécessaire de préparer des cartes séparées de chaque quartier, par exemple, pour être sûr que toutes les maisons ont été représentées.

- Définissez les questions utiles et faites des fiches de recensement. Réfléchissez attentivement aux informations les plus importantes pour la zone protégée, et spécialement à la façon dont ces données seront analysées et interprétées. Par exemple, s'il n'y a pas d'emploi formel dans la zone, il peut ne pas être nécessaire de poser de question sur le travail. S'il n'y a pas d'ordinateur pour l'analyse des données, les chiffres de recensements collectés doivent être aussi simples que possibles, tout en gardant du sens pour l'aire protégée. Incluez une notice explicative (figure 3.4), car cela aide souvent à comprendre les fiches de recensements pour les personnes qui vont sur le terrain.

Figure 3.4 Notice explicative pour la fiche de recensement utilisée dans le sud-est du Cameroun

Village: nom du village où a eu lieu le recensement.  
 Observateur: nom du chercheur qui a collecté les données.  
 Date: date du recensement - jour/mois/année (par exemple: 12/03/1994)

N°: numéro donné à la maison sur la carte du village.

LETTRE/NOM: une lettre doit être entrée pour chaque personne résidente dans la maison. Si le protocole de recherche nécessite des noms, noter le nom et le prénom de chaque personne.

SEXE: M pour masculin, F pour féminin.

AGE: âge de la personne recensée, noté aussi précisément que possible. Un calendrier avec des repères chronologiques peut permettre d'estimer l'âge des personnes qui n'ont pas de certificat de naissance ou d'autre document donnant leur âge, et qui ne connaissent pas leur date de naissance. Au-dessus de 20 ans, estimer les âges par tranche de 10 ans: 20-30, 30-40, 80-90 etc.

LIEN: lien de parenté avec le chef de maison: EP: épouse; P: parent; G: grand-parent; E: enfant; PE: petit-enfant; F: frère; S: sœur; N: neveu/niece; O: oncle; T: tante; C: cousin; BP: beau-père; BM: belle-mère; BF: beau-frère; BS: belle-sœur; CE: cousin éloigné; A: ami; V: visiteur.

GRUPE ETHNIQUE: nom du groupe ethnique du chef de famille.

NB ENFANTS: nombre **total** d'enfants (présents ou non, vivants ou morts) pour chaque personne au moment du recensement.

AGE ENFANTS: les chefs de famille doivent donner les âges des enfants les plus jeunes et les plus âgés. Par exemple, si le plus jeune a 2 ans et le plus vieux 13 ans, noter "2-13". Pour les enfants de moins d'un an, noter "1".

DATE D'ARRIVEE: c'est la date d'installation dans le village du recensement. Pour les personnes originaires du village, noter "O".

D'OU VENIEZ-VOUS?: noter le lieu de résidence de la personne avant son arrivée dans le village.

EDUCATION: niveau d'éducation atteint. Noter:

I: analphabète

L: alphabétisé

P: primaire

S: secondaire

ES: études supérieures

ACTIVITE: activité exercée par chaque personne recensée (par exemple, "ménagère", fermier, charpentier, étudiant etc.).

NOTES: l'observateur doit noter toutes les informations supplémentaires qui clarifient la situation de chaque ménage. Par exemple, le chef de famille a une maison pour chacune de ses trois femmes, le statut des visiteurs, les membres de la famille qui sont partis (où?).

- Identifiez des assistants de la région capables de collecter des données de recensement précises. Si possible, ils devront venir de chaque village, afin de faciliter la collecte et de diminuer la méfiance. Ces assistants doivent ensuite être formés pour comprendre et savoir utiliser les cartes des villages et les fiches de recensements.

- Quand vous travaillez dans des zones où on ne connaît pas les dates de naissance, il est très utile de préparer un calendrier d'événements historiques avec l'aide des communautés locales. Ce calendrier doit inclure des faits connus de tous

dans la région, afin de pouvoir calculer la date de naissance approximative des personnes d'âge inconnu, d'après la proximité à des événements historiques connus (figure 3.5).

- Collectez les données. Chaque résidence doit être visitée, et le numéro de maison de la carte du village doit correspondre à un numéro sur la fiche. La façon la plus simple de collecter ces données est de demander au chef de chaque ménage qui dort **normalement** dans sa maison. Cela réduira les risques de compter des visiteurs temporaires, et évitera les confusions sur les enfants qui sont partis ou sont morts, bien qu'il soit fréquemment intéressant d'obtenir ce type de données. Par exemple, si quelqu'un est intéressé par la taille des familles, ou le taux de mortalité, il peut être important de demander le nombre total d'enfants, où qu'ils soient au moment du recensement.

Gardez à l'esprit qu'un recensement complet sera pratiquement impossible, car inévitablement, certaines personnes ne seront pas disponibles ou ne voudront pas participer. Ne forcez personne à coopérer, car cela ne fera que renforcer l'impression que vous faites un recensement officiel pour le gouvernement, et pourra décourager d'autres personnes de donner des réponses honnêtes. Vous devez chercher à obtenir une image démographique aussi complète que possible, afin de connaître les gens et de pouvoir suivre de futures **tendances** de population qui auront un impact sur l'aire protégée. Ensuite, avec de bonnes données de base, il pourra être plus rentable et plus facile dans le futur de compter simplement les maisons pour suivre les changements démographiques. De nouveau, cela dépendra des informations utiles à la gestion de chaque aire protégée.

Figure 3.5: repères chronologiques - sud-est du Cameroun

Prise de Moloundou par les Français	1914
Première guerre mondiale	1914-1918
Ouverture de la route Yokadouma-Moloundou	1930-1932
Deuxième guerre mondiale	1939-1945
Première voiture dans la région	1952
Indépendance du Cameroun	1960
Réunification du Cameroun	1960
Arrivée de militaires contre les rebelles à Moloundou	1964
Sous-préfecture Biyo'o à Moloundou	1969
Installation de la mission catholique - Salapoumbe	1969
Ouverture du collège d'enseignement général à Moloundou	1970-1971
Unification du Cameroun	1972
Ouverture de la piste d'atterrissage de Moloundou	1973
Installation de la mission catholique de Moloundou	1977
Installation du président Biya	1982
Ouverture de la route Ngilili-Kika (SIBAF)	1983
Ouverture de la route Mambele-Kika (SIBAF)	1989

#### Un mot sur l'échantillonnage:

Les principes d'échantillonnage en recherche biologique exposés au chapitre 5 sont valables pour les études socio-économiques. Contrairement aux recensements, pour les méthodes exposées plus bas, il n'est pas possible (ni recommandé, à cause du manque de temps et d'argent) d'étudier ou de parler avec chaque personne (et comme nous l'avons vu, même un recensement peut "oublier" des individus). Vous devrez donc sélectionner un échantillon de population. Mais l'échantillon doit être représentatif: cela signifie qu'il doit être un sous-ensemble qui reflète l'ensemble, de façon à ce que les résultats tirés de l'échantillon vous permettent de donner des

conclusions valides pour l'ensemble du groupe. Vous devrez faire très attention dans le choix de l'échantillon et de sa taille.

De façon générale, plus l'échantillon est grand, plus les résultats refléteront la situation pour la population entière. Mais l'étude sera plus coûteuse en temps et en argent. Il est donc important de définir vos questions de recherche, et de trouver un équilibre entre la taille de l'échantillon et le coût de la réalisation du travail. Vous devez toujours chercher à définir la taille de l'échantillon en fonction du coût, puis en fonction du niveau de précision demandé. Par exemple, si vous avez deux mois pour effectuer une étude et deux assistants de terrain pour collecter les données, vous pouvez calculer assez facilement la taille de votre échantillon. Si vos assistants peuvent faire six interviews par jour, et s'ils vont travailler 50 jours pendant les deux mois, ils pourront faire 600 interviews au maximum (2 assistants x 6 interviews/jour x 50 jours = 600). Vous devez alors décider si cela sera suffisant pour votre étude, et dans le cas contraire, revoir le protocole de recherche (par exemple, rendre le questionnaire plus court, ou considérer des approches méthodologiques différentes permettant de collecter le même type d'informations en un temps plus court).

Quand vous connaissez la taille de l'échantillon que vous pouvez raisonnablement étudier, vous pouvez alors évaluer si il est représentatif de la population totale. De nouveau, cela dépendra en grande partie du type de recherche que vous effectuez. Si vous testez à l'avance des questions, par exemple, ou si vous voulez simplement avoir une bonne idée de ce qui se passe dans la zone protégée, afin de pouvoir mieux définir votre "véritable" étude, vous pourrez vous contenter d'un échantillon de 30-50 individus. Cela est également vrai pour des études détaillées à long terme: vous ne devriez pas avoir besoin de beaucoup d'individus. Gardez à l'esprit le fait que vous pouvez avoir besoin de comprendre différents groupes de personnes, c'est-à-dire qu'il faudra stratifier votre échantillon. La stratification est la séparation des personnes en catégories distinctes. Par exemple, vous pouvez considérer les hommes et les femmes, ou des groupes d'âge, d'ethnie ou de revenus. Si vous faites une étude de la chasse, par exemple, vous ne devriez pas avoir à vous occuper des femmes, mais vous pouvez devoir évaluer les différences entre les chasseurs-cueilleurs ("pygmées") et les agriculteurs. Vous devez toujours essayer de collecter moins de données, mais d'une façon minutieuse, plutôt que d'augmenter la taille de l'échantillon aux dépens de la précision.

La sélection de l'échantillon est aussi importante que sa taille. Les plus grands échantillons (plus de 100) doivent être tirés **au hasard** dans la population: tous les individus ont la même chance d'être choisis. Cela est important pour **minimiser les biais**. On peut introduire différentes sortes de biais dans la collecte des données: le protocole de recherche doit résoudre ce problème autant que possible. Par exemple, si vous ne parlez de la taille des jardins qu'aux chefs ou aux notables, vous conclurez certainement que les villageois ont de plus grands jardins qu'en réalité. Si vous vous intéressez aux activités de subsistance en forêt, mais n'étudiez cela que de janvier à juin, vous introduirez un biais de saisonnalité qui pourra vous faire manquer une ressource particulièrement importante récoltée en septembre. Vous devez être attentif pour éviter les biais spatiaux: de nombreux projets de recherche ne travaillent qu'avec les villages aisément accessibles par la route, plutôt qu'avec ceux où on ne peut aller qu'à pied. Il faut aussi éviter les biais temporels (c'est-à-dire qu'à certaines heures, seule une partie bien définie de la population est au village - les personnes malades ou âgées par exemple). L'objectif de tout projet de recherche est d'obtenir des informations sur la population entière dans une aire protégée, afin que des décisions de gestion appropriées et réalistes puissent être prises. Cela signifie que votre étude doit être conçue afin de réduire les biais autant que possible, ce qui peut souvent être obtenu simplement en diminuant un peu votre confort: quittez votre voiture, marchez sous la pluie, travaillez sous le soleil, visitez les maisons les plus pauvres etc. C'est la seule façon de porter les jugements informés indispensables à la gestion durable d'une aire protégée.

Il existe deux façons relativement aisées de faire la sélection de l'échantillon réellement au hasard. Les deux dépendent de la carte du village, chaque maison ayant un numéro. Vous pouvez utiliser un tableau de chiffres au hasard, comme cela est expliqué au chapitre 5 (voir l'encart 5.1 et le tableau joint). L'autre façon de procéder est la suivante: l'assistant de recherche responsable de la collecte de données commence à un bout du village, et selon l'échantillon visé, visite une maison sur trois (ou deux, ou cinq). Il est préférable de préparer le travail en connaissant les maisons qui seront visitées avant le début de l'étude. En supposant que tout adulte de chaque maison peut être interviewé, les visites préliminaires vous permettront de sélectionner au hasard la personne interviewée en plus de la maison (donnez simplement à toute personne susceptible d'être interviewée un numéro, et utilisez le tableau de nombre au hasard pour sélectionner les sujets). De cette façon, il est possible de planifier les interviews au cours de la journée (plutôt qu'uniquement tôt le matin et tard l'après-midi, quand la plupart des gens sont dans le village), même si cela implique de suivre les personnes interviewées là où elles vont, au marché ou dans les champs. Si les habitants d'une maison ne veulent pas participer, allez simplement dans la maison suivante, puis continuez par la maison prévue initialement.

## **II. Mesurer l'impact des populations locales sur les ressources de la forêt**

Pour évaluer l'efficacité des décisions de gestion sur la protection de la forêt et de ses ressources, certaines informations de base doivent être obtenues pour savoir quelles sont les ressources les plus importantes pour les utilisateurs de la forêt, et quels sont les niveaux d'exploitation. Plusieurs méthodes pourront être utiles, et les décisions doivent être prises au cas par cas.

**A) Calendriers d'activité saisonnière:** ils constituent un moyen préliminaire très efficace pour mesurer comment les communautés locales emploient leur temps au cours de l'année. Toute activité qui a une composante temporelle peut être exposée sous forme de calendrier. Ceux-ci vous aideront non seulement à comprendre ce que font les gens au cours de l'année, mais ils permettent également au chercheur d'obtenir des informations sur les diverses ressources disponibles, cultures de subsistance, commerciales ou produits de la forêt. De plus, ils permettent au personnel des aires protégées de savoir quelle est la meilleure période de l'année pour travailler avec les communautés locales. Par exemple, dans le sanctuaire de Banyang-Mbo dans le sud-ouest du Cameroun, il avait été prévu que la communauté travaillerait à un projet (défricher un sentier pour poser une clôture électrique, afin de protéger les jardins des éléphants). Bien que la communauté ait clairement été intéressée par le projet, et ait eu la volonté de fournir le travail nécessaire, très peu de personnes sont venues quand le travail devait commencer. Quand on interrogea les gens sur leur apparent manque d'intérêt pour un projet qui devait leur être très profitable, on s'aperçut que le travail avait été prévu au moment où la récolte du cacao battait son plein, et laissait très peu de temps aux autres activités. Les calendriers donnent également des informations sur le climat, la disponibilité en travail etc., et peuvent éventuellement servir à connaître la façon dont un projet de conservation modifie la manière dont les gens utilisent leur temps.

Pour faire un calendrier d'activités villageoises saisonnières, il faut:

- Commencer par une recherche de fond (résultats de recherches antérieures en sciences sociales, données climatiques, données du gouvernement sur l'agriculture etc.). Une fois que ces documents ont été consultés, il est possible de faire un calendrier régional préliminaire avant de travailler précisément sur le village. Cela vous permettra d'avoir une idée correcte des activités de base de chaque village, et de définir les types de questions qui faciliteront les réunions de villages ultérieures.



- Des réunions préliminaires avec les autorités du gouvernement sont essentielles avant d'aller dans les villages (voir plus haut). Les chefs traditionnels des villages doivent également être rencontrés, afin qu'ils puissent comprendre les buts de l'étude et encourager les gens à y participer.

- Organiser des réunions avec différents groupes d'étude dans les villages. Les paysans doivent être préparés à discuter des cycles culturels annuels, d'autres personnes des activités qui se passent dans la forêt. Il est utile d'avoir différents calendriers préparés par toutes les personnes impliquées, car ils refléteront mieux les rythmes d'activité réels. Par exemple, si vous ne parlez qu'aux hommes dans un village, alors que la plupart des récoltes de produits de la forêt sont effectuées par des femmes, le temps passé par la communauté dans la forêt sera sous-estimé dans le calendrier.

- Commencer les réunions proprement dites par des discussions générales sur les activités au cours de l'année. Quand une liste de ces activités est obtenue, vous pouvez commencer à les placer sous forme d'un calendrier. Gardez à l'esprit le fait que dans certaines communautés illettrées, la notion de mois peut être difficile à concevoir, et qu'il peut être plus productif de se référer plutôt aux saisons (par exemple, que faites-vous dans votre jardin pendant la grande saison des pluies? Quand allez-vous dans la forêt pour collecter des matériaux de construction? Plantez-vous le manioc au début ou à la fin de la première saison sèche? Quelle est la meilleure saison de chasse?).

- Quand une liste à peu près complète des activités a été obtenue, vous devez décider de la meilleure façon de présenter ces données. Si la communauté ou le groupe d'étude est alphabétisé, vous pouvez utiliser de grandes feuilles de papier et un calendrier occidental normal (les calendriers à 18 mois sont généralement plus pratiques que ceux de 12 mois, car ils permettent de couvrir complètement les cycles de culture, entre autres), ainsi que des données climatiques utiles (pluviométrie, températures mensuelles etc.). Les activités peuvent ensuite être placées directement sur le calendrier. Mais si la communauté est illettrée, il sera nécessaire d'utiliser d'autres aides visuelles. Par exemple, on peut dessiner un "calendrier" sur la terre avec un bâton, puis les différentes saisons représentées par des bâtons ou des cailloux (plus de cailloux ou des bâtons plus longs pour représenter plus de pluie, par exemple), et des symboles de chaque activité placés sur le calendrier. Vous pouvez laisser les gens décider quels seront les symboles, en fonction des objets disponibles: différents types de feuilles pour différents types de produits de la forêt, instruments agricoles pour les différents types de cultures, etc. Mais si vous avez à l'avance une idée correcte de ce que sont les activités principales, vous pouvez apporter ces "symboles" avec vous pour faciliter la réunion.

- Quand les différents calendriers ont été préparés, un calendrier global peut être réalisé (voir figure 3.6). Celui-ci doit être mis à jour continuellement en fonction des données supplémentaires ou des observations directes obtenues au cours de visites ultérieures dans les villages.

Figure 3.6: calendrier d'activités saisonnières

**B) Etude des marchés:** une façon de mesurer l'impact des communautés locales sur les ressources de la forêt est de noter ce qui est disponible sur les marchés locaux et régionaux. Le type et la quantité de chaque ressource doivent être notés, ainsi que le prix, d'où elle provient, et qui l'a collectée (est-ce le vendeur, ou l'a-t-il achetée au récolteur?). De plus, la présence de produits manufacturés venant de l'extérieur de la zone doit être notée, en particulier quand les ressources de la forêt servent à l'acquisition de ces produits (le "taux d'échange" doit alors être noté, car il permet de connaître la valeur des produits de la forêt dans les économies locales).

**C) Taille des champs:** les villages doivent être échantillonnés, puis il faut mesurer la taille des jardins sélectionnés au hasard. Cela nécessite que vos assistants sachent utiliser une boussole et un mètre ruban, et puissent précisément noter leurs observations (voir chapitre 4 pour la cartographie). Il peut être utile, selon les besoins de recherche de l'aire protégée, de noter les informations suivantes: localisation des jardins par rapport aux villages, type d'habitat défriché pour les parcelles cultivées (voir chapitre 9), type de culture (distinguer entre les cultures de subsistance et les cultures commerciales), estimation des rendements pour chaque type de culture. Pour les cultures commerciales, il faut chercher des données sur les rendements espérés, les points de vente prévus et les bénéfices espérés. Il est également important d'évaluer les parcelles en friche, non seulement pour estimer leur importance pour les différents types de culture suivants, mais également pour mieux comprendre comment les communautés locales utilisent et maintiennent la propriété des terres. Quand ces données de base ont été obtenues, on pourra suivre les futurs défrichements de forêt pour l'agriculture par photographie ou vidéo aérienne (voir chapitre 9).

**D) Ressources exploitées:** une estimation plus directe de l'utilisation des ressources peut être obtenue par des recensements de communautés cibles, où les types, quantités et provenances des ressources exploitées peuvent être caractérisés. Pour cela, il est indispensable de faire un échantillonnage stratifié et au hasard des villages et des ménages, pour que les données soient obtenues sur l'ensemble des utilisateurs des ressources. Quand le recensement de la population est terminé, les villages peuvent être stratifiés selon les principaux centres économiques. Par exemple, paysans, pêcheurs et chasseurs-cueilleurs peuvent vivre dans des endroits différents, mais tous doivent être échantillonnés. Il est particulièrement important que dans chaque village un échantillon au hasard de maisons soit visité, afin d'éviter les biais par âge, sexe, statut économique ou social etc. (voir plus haut le problème des biais).

Quand les maisons ont été identifiées, deux méthodologies peuvent être employées, en fonction du temps disponible. Idéalement, un assistant devrait rester dans le village ou le camp sélectionné certains jours choisis au hasard au cours de la période d'échantillonnage (cela ne doit pas être biaisé par les saisons, car différentes ressources sont exploitées à différentes périodes de l'année; en d'autres termes, une étude de cette nature doit durer au moins une année entière pour avoir une image complète des ressources utilisées). Le nombre de jours dépendra des ressources et du nombre d'assistants disponibles, mais en règle générale, les maisons choisies doivent être visitées au moins deux fois par mois. L'assistant note les produits (de la forêt ou autres, selon l'étude) apportés à la maison. Si vous travaillez dans un village ou un camp particulièrement petit, vous pouvez choisir un point central et noter tout ce qui est apporté par les résidents. Tous les aliments (d'origine agricole, forestière, ou même venant des marchés) doivent être pesés, et les animaux classés selon leur âge et leur sexe. De plus, il est important d'identifier la provenance de chaque aliment (chasse, cueillette, culture, achat, troc) et la personne qui l'a apporté. Un exemple détaillé est présenté ci-dessous, dans l'étude de cas sur l'impact de la chasse dans le sud-est du Cameroun. Une étude similaire pourrait être effectuée pour n'importe quel nombre de ressources forestières; en modifiant la méthodologie, par exemple, vous pouvez évaluer l'importance de la pêche pour les communautés locales, celle de la cueillette des mangues sauvages, ou de la collecte de matériaux de construction. Il est utile de consulter un chercheur en sciences sociales expérimenté avant de commencer une telle étude.

Les assistants peuvent également visiter les villages aux mêmes jours choisis au hasard, en utilisant les mêmes fiches de prise de données, mais en posant des questions sur les ressources apportées le jour précédent. Cela a plusieurs inconvénients, car certaines ressources peuvent ne pas être notées, parce qu'elles ont été oubliées, parce que les gens ne veulent pas en parler, ou les considèrent comme ayant trop peu d'importance pour être identifiées (chenilles ou escargots par exemple).

De plus, les poids ne peuvent qu'être estimés. Malgré ces désavantages, cette méthode peut être rentable pour obtenir des données de base sur l'utilisation des ressources par les communautés locales

### Etude de cas: impact de la chasse de subsistance dans le sud-est du Cameroun

L'objectif de cette étude est d'étudier l'impact de la chasse de subsistance villageoise sur la faune de la région, et à long terme d'évaluer la durabilité de cette activité. Trois années de collecte de données sont prévues, en utilisant la méthodologie suivante:

Une liste de référence de noms d'animaux dans les dialectes Baka et Bangando a été établie. Sept assistants locaux, représentant les groupes ethniques Baka et Bangando, ont été sélectionnés et formés à l'utilisation des fiches de prise de données standard (figures 3.7 et 3.8), ainsi qu'à l'utilisation des balances à ressort. Chaque assistant travaillait avec un groupe de chasseurs qui lui rapportaient le produit de la chasse. Il récoltait les données biologiques nécessaires (espèce, poids, âge, sexe) sur les animaux, la technique de chasse, la localisation, la destination de la viande (consommation locale, marché) etc.

Figure 3.7: fiche de suivi de la chasse locale, sud-est du Cameroun.

Nom du village:

Observateur:

Date	Nom de l'animal	Sexe	Age	Poids	Méthode de chasse	Site	Destination/ Prix	Commentaires

Figure 3.8: notice explicative - fiche de suivi de la chasse locale, sud-est du Cameroun.

Cette étude a pour objectif d'évaluer l'impact de la chasse des animaux forestiers dans le sud-est du Cameroun. Les résultats permettront aux populations locales d'évaluer la meilleure façon de préserver ces ressources: les générations futures auront-elles toujours de la viande de brousse? Nous ne voulons pas arrêter la chasse de subsistance - WCS pense que l'utilisation raisonnée des ressources de la forêt est la meilleure façon de les conserver pour satisfaire les besoins futurs des populations locales.

Il est important, cependant, de faire très attention à bien prendre les données. De cette façon, nous comprendrons mieux les processus de la conservation et nous améliorerons notre collaboration avec les populations locales.

Instructions:

- Le chasseur doit rester anonyme. Il est important d'expliquer aux gens que nous ne pourrions pas collaborer avec eux s'ils ne coopèrent pas complètement à cette étude. Si certains chasseurs sont méfiants, n'insistez pas pour qu'ils participent.

Cependant, il est important d'établir le nombre de chasseurs travaillant dans une région donnée.

- Ne choisissez que des chasseurs basés près de votre village, pour éviter d'avoir à parcourir de grandes distances. Si possible, essayez d'obtenir un échantillon représentatif de chasseurs Baka et de chasseurs du village. Tous les animaux tués doivent être montrés à l'observateur, qui doit remplir la fiche de la manière suivante:

1) Nom de l'animal: noter le nom de l'animal dans la colonne correspondante. Il est très important d'écrire le nom local correct. Par exemple, DAWA est le nom générique pour les petits singes - vous devez noter le nom spécifique du singe tué (par exemple, NDJOGO ou PUNGA).

2) Sexe: examinez attentivement l'animal et notez son sexe. Si l'animal a été fumé et qu'il est impossible d'être certain du sexe, notez "inconnu" dans la colonne.

3) Si possible, choisissez une des classes d'âge suivantes: E: jeune non sevré; J: juvénile; A: adulte. Si possible, collectez la mâchoire inférieure pour mieux estimer l'âge ultérieurement.

4) Poids: pesez l'animal avec votre balance.

5) Méthode de chasse: notez l'arme ou la méthode utilisée pour tuer l'animal. Par exemple, collet, arbalète, lance, chiens, fusil etc.

6) Site: notez aussi précisément que possible où l'animal a été tué. Si vous notez "vers Boumba" ou "vers Lobéké", donnez la distance au village (250 m ou 15 km).

7) Destination/Prix: la destination est l'utilisation prévue de la viande: consommation locale ou vente. Si elle est destinée à la vente, quel est le prix **total**, et est-elle vendue localement ou plus loin.

8) Commentaires: noter le groupe ethnique du chasseur (Bangando, Bawele ou Baka). Notez également "P" si l'animal est déjà pourri, "F" s'il a été fumé, et "G" s'il s'agissait d'une femelle gestante. Tout autre commentaire ou information sont les bienvenus.

#### **Etude de cas: durabilité de la chasse et de l'agriculture dans la Réserve de Faune à Okapis, nord-est du Zaïre**

Cet exemple montre comment un programme coordonné de recherche biologique et socio-économique peut donner des résultats importants pour la gestion d'une aire protégée (d'après Wilkie et al., sous presse). Pour étudier l'impact, aujourd'hui et dans le futur, de la chasse et de l'agriculture de subsistance sur ce qui reste de la forêt mature, ainsi que sur la biomasse animale dans et autour de la Réserve de faune à Okapis (RFO), nous avons utilisé des données sur: a) surface et distribution de la forêt mature et de la forêt dégradée; b) taille, distribution et taux de croissance de la population humaine; c) taux de défrichement pour les plantations par ménage; d) durée de jachère moyenne utilisée par les paysans; e) consommation de viande par habitant; f) composition relative des espèces gibier communément exploitées; g) niveau de production des espèces gibier communément exploitées.

Avec un taux annuel de croissance prévu de 3,18%, les populations de paysans et de chasseurs-cueilleurs dans la RFO feront plus que tripler en 40 ans, passant de 28 897 en 1987 à 101 082 en 2027. La densité de population totale passera de 1,3 personnes/km<sup>2</sup> (amplitude 0,49-7,82) à plus de 4,5 personnes/km<sup>2</sup> (amplitude 1,73-27,35).

Actuellement, la forêt mature couvre 90% de la région, et 85% du paysage dans un rayon de 15 km autour des installations humaines. 93% de toute la végétation dégradée est dans ce rayon de 15 km. Les simulations suggèrent qu'après 40 ans et une augmentation de la population humaine de 300%, la surface de forêt mature n'aura pas changé significativement sur la région, ni dans le rayon de 15 km autour des installations humaines. Quand les données sont séparées par district politique, seuls trois des sept districts souffrent d'une diminution de la forêt mature, et sur une période de 40 ans la surface moyenne de forêt mature diminue de 80% (amplitude 16-98%) à 78% (amplitude 16-93%). Cela correspond à un taux de déforestation annuel d'environ 0,06%, à comparer aux 2-3% sur l'ensemble du bassin du Congo.

Au contraire de cette hypothèse optimiste pour la conservation de la forêt mature pendant les 40 prochaines années, le sort des populations animales est plus grave, en particulier dans le rayon de 15 km autour des installations humaines. Actuellement, plus de 1,3 millions de kilogrammes de viande de brousse sont consommés annuellement par les habitants de la RFO, et cela devrait augmenter jusqu'à plus de 4,7 millions de kilogrammes en 40 ans. Les céphalophes et autres petites antilopes constituent plus de 80% de la consommation, avec plus de 1,1 millions de kilogrammes exploités chaque année, ce qui s'élèvera à plus de 3,8 millions de kilogrammes vers 2034. Selon les estimations de production utilisées, la durabilité de l'exploitation des céphalophes au niveau actuel dans la RFO n'est pas certaine.

En utilisant des estimations de densités d'antilopes élevées, seule 11% de la production de céphalophes est consommée en moyenne chaque année dans tous les districts, et seul un district exploite peut-être de façon non durable ses céphalophes. La consommation dans tous les autres est bien en dessous du taux de prélèvement durable. Par contre, en utilisant une densité de céphalophes faible, la consommation dépasse de 40% la production annuelle. Dans trois districts, la consommation dépasse de 30% la production, et dans un district les hommes consomment presque 1,5 fois le nombre de céphalophes produits chaque année. Avec un triplement des populations en 40 ans, l'impact de la chasse de subsistance sur les céphalophes va augmenter. Même avec des chiffres de production élevés, l'exploitation des céphalophes pour la consommation domestique seule deviendra non durable sur l'ensemble de la RFO en 60 ans.

Cette simulation suggère que tant que: a) le marché des cultures commerciales ne recommencera pas; b) les plantations abandonnées ne seront pas reprises; c) l'agriculture ne sera pas une activité de subsistance majeure pour la plupart des chasseurs-cueilleurs; d) l'exploitation du bois ne sera pas viable commercialement et e) l'immigration extérieure ne sera pas une composante majeure de l'accroissement de la population, de grandes surfaces de forêt en friche seront disponibles pendant 20-40 ans pour l'agriculture, même si les populations résidentes augmentent de façon substantielle. Etant donné la situation politique tourmentée du Zaïre actuellement, l'état consternant des routes et l'effondrement de l'économie, il est probable que la majorité des hypothèses ci-dessus resteront vraies dans un futur proche. Nous pouvons donc espérer que plus de 85% de la RFO restera de la forêt mature pour au moins les 40 prochaines années.

La chasse est clairement un objet de préoccupation pour la conservation à long terme des céphalophes et des petites antilopes dans la RFO, et pour les primates dans les districts de chasse à l'arc. On peut critiquer le fait que les données sur la consommation de viande de brousse et les densités animales ne proviennent que de quelques zones de la RFO, puis sont généralisées à l'ensemble de la forêt, éliminant ainsi la variabilité qui pourrait exister dans la région. On peut aussi se poser des questions sur l'exactitude des chiffres de production et de consommation. Cependant, le message obtenu est clair: la consommation de viande de brousse est une menace soit immédiate, soit potentielle pour les populations d'animaux forestiers, particulièrement pour les petites espèces d'antilopes. Des efforts de recherche supplémentaires sont évidemment nécessaires pour vérifier les résultats de cette

étude, et pour fournir les bases du développement de politiques et de pratiques de conservation efficaces des ressources naturelles.

Figure 10: pressions de chasse

### **III. Comprendre les attitudes/Poser les questions/Impliquer les villageois**

De bonnes relations de travail entre les équipes de gestion des aires protégées et les populations locales sont importantes pour mener à bien les objectifs de conservation. Il est donc indispensable de passer du temps à parler aux gens, d'essayer de mieux comprendre leurs attitudes, ce qui les motive, qui exploite quelle ressource, à quelle période de l'année etc. L'impact de votre projet sur les communautés locales (par exemple, une meilleure intégration à l'économie de marché, du fait de l'accès à des emplois rémunérés, ou les effets des restrictions sur l'utilisation des ressources) et le niveau de participation locale à la gestion doivent être suivis. Des méthodologies qualitatives et quantitatives existent pour obtenir ces données.

**A) Réunions de village/Groupes cibles:** Les réunions de village sont très qualitatives par nature, mais elles permettent aux communautés locales de discuter des problèmes de façon ouverte, et donnent parfois des informations importantes pour les décisions de gestion. Il est indispensable que toute la population soit représentée au cours de ces réunions de village (jeunes, vieux, hommes, femmes, paysans, chasseurs/cueilleurs). Si cela n'est pas le cas, il peut être nécessaire de faire des réunions séparées avec chaque groupe cible, afin d'être certain d'avoir entendu toute les opinions. Par exemple, les femmes peuvent être exclues si ces réunions sont perçues comme du "travail d'homme", et les tensions qui existent souvent entre les paysans et leurs voisins chasseurs/cueilleurs pourront être mieux exprimées si chaque groupe dispose d'une réunion pour exprimer ses opinions. Ces décisions peuvent être prises après avoir observé qui a participé aux réunions initiales.

Les réunions de village, au moins au début, seront probablement organisées et dirigées par le personnel du projet. Il est important d'utiliser les langages locaux autant que possible, pour être sûr que chacun comprend les discussions: les vieux, les femmes et les chasseurs-cueilleurs ("pygmées") peuvent ne pas parler suffisamment bien les langages régionaux ou national pour participer aux discussions. Des assistants locaux peuvent aider à suivre ces réunions: il est indispensable qu'ils comprennent que leur rôle est de traduire, et non d'interpréter les questions ou les réponses en fonction de leurs propres convictions. Le rôle du meneur de la réunion est de préparer des questions et des sujets à l'avance et de guider les discussions, mais il est important qu'il ne reste pas le personnage central de la réunion. Le but de ces groupes cibles est d'encourager un dialogue entre les communautés locales pour fournir des informations importantes pouvant servir aux décisions de gestion. Le personnel du projet doit suivre ces réunions pour en tirer le maximum d'informations utiles, sans perdre trop de temps sur des sujets non utiles aux objectifs du projet et de la conservation. Il est indispensable de préparer des notes, de préférence par quelqu'un d'autre que le meneur, et de les distribuer aux personnes adéquates.

Une fois que le projet est en cours, il peut être utile que les communautés locales choisissent un "comité de conseil" représentant toutes les variations démographiques et géographiques. Il faut encourager ces comités (leur nombre dépendra de la taille de l'aire protégée, des difficultés logistiques, de la structure socio-politique des communautés locales etc.) à se rencontrer d'eux-mêmes, bien que le personnel du projet puisse occasionnellement suivre ces réunions. Il est important de noter les sujets abordés, le niveau de participation, la manière dont les décisions sont prises etc., pour être certain que les opinions des comités sont représentatives de celles de l'ensemble de la communauté, plutôt que de celles de quelques individus ayant leurs propres intérêts. Il est également important de suivre la façon dont ces réunions se traduisent

en actions concrètes de la part de la communauté. La participation locale des communautés résidentes doit aller au-delà du travail occasionnel de quelques personnes, ou de la participation à diverses réunions. Il doit y avoir une réponse aux besoins de la communauté, à la fois de la part de la direction du projet **et** de celle des membres de la communauté eux-mêmes.

**B) Interviews informelles ou semi-structurées:** Selon la façon dont les interviews semi-structurées sont organisées, elles peuvent produire des données qualitatives ou quantitatives. Elles doivent être conçues de façon à stimuler un dialogue détendu et réciproque entre le personnel du projet et les communautés locales. Elles sont généralement menées avec des individus ayant des connaissances particulières (chasseurs renommés, ou groupes de tisserandes par exemple), et sont guidées par une liste de questions ou de sujets préparés très ouverts (voir plus bas les différences entre questions ouvertes ou fermées). La direction de l'interview dépend en grande partie des capacités de l'interviewer, qui doit non seulement mettre la personne interviewée à l'aise, mais aussi penser constamment à la question suivante la plus appropriée. Les étapes suivantes permettront des interviews informelles efficaces:

- Assurez-vous que votre équipe est formée par un expert qualifié. Etre capable de mener des interviews informelles est plus difficile que vous ne pourriez l'imaginer, car l'interviewer doit pouvoir penser clairement aux questions utiles tout en notant les réponses. Il doit tenir compte des coutumes locales, et au grand minimum connaître les phrases de salutation dans le langage local. Il doit apprendre à poser des questions non directrices (voir plus bas), ne pas juger et éviter de critiquer les personnes interrogées. Par exemple, dans le sud-est du Cameroun, une interview informelle a été brusquement abrégée par la personne interrogée quand l'interviewer a qualifié les villageois de paresseux. La capacité d'intérêt, la patience et l'ouverture d'esprit ne sont pas des qualités faciles à apprendre, elles sont pourtant indispensables à la réussite des interviews. Sélectionnez votre équipe attentivement, et assurez-vous d'avoir une formation appropriée.

- Préparez une liste de sujets généraux qui seront abordés, et une façon générale de noter les réponses (figure 3.11). Testez ces questions à l'avance sur des personnes qui ne seront pas interviewées, pour vous assurer de leur compréhension (voir les tests préliminaires plus bas).

Figure 3.11: matrice de notation des interviews informelles

- Identifiez les informateurs clés. Si vous avez passé suffisamment de temps dans le village, vous saurez qui a des connaissances sur un sujet ou un autre (les personnes âgées par exemple auront une bien meilleure perspective historique de l'exploitation des ressources que les jeunes. Ils racontent généralement les meilleures histoires, et sont souvent une grande source d'information).

- Prévoyez un endroit et un moment pour les interviews, pratique pour les personnes interrogées. Il faut parfois aller dans leurs champs, ou arriver dans les villages très tôt le matin. Les personnes interrogées doivent se sentir à l'aise pour obtenir les meilleurs résultats, n'insistez donc pas si le moment (repas par exemple) ou l'endroit est inapproprié, bien que plus pratique pour vous.

- Si vous comptez utiliser une équipe pour faire les interviews, assurez-vous que chaque personne est responsable de certains sujets clés, afin d'éviter les confusions qui ne manqueront pas d'apparaître si trop de personnes posent des questions en même temps. Nous ne répéterons jamais assez que les interviews réussies sont en fait des conversations "fluides", qui peuvent être interrompues si les personnes interrogées se sentent trop dirigées. Essayez de ne pas utiliser plus de deux interviewers bien formés, et assurez-vous que chacun a bien été présenté au début. Expliquez le but de l'interview, et à chaque fois que cela est possible, assurez-vous que les personnes interrogées connaissent le niveau de confidentialité. Par exemple, si vous prévoyez de

rapporter exactement aux sources gouvernementales, et de citer les personnes interrogées, celles-ci doivent en être informées avant le début de l'interview.

- Suivez la trame générale qui a été préparée à l'avance. Cependant, l'interviewer doit se sentir libre de poursuivre sur des sujets intéressants, sans trop s'éloigner de la ligne directrice. La plupart des questions d'une interview informelle doivent venir des réponses de la personne interrogée. Ces questions doivent aller plus en profondeur, et demander quand il le faut "Qui? Quoi? Où? Quand? Comment? Pourquoi?" Les personnes interrogées doivent être libres d'aller plus loin lorsqu'elles en sentent l'utilité - l'objectif de ces interviews est d'obtenir des informations auprès des "experts" locaux. Il est indispensable que l'interviewer reste neutre, et ne juge ni ne critique la personne interrogée. Il doit prendre un minimum de notes, en essayant de se conformer à la matrice préparée. Des observations supplémentaires peuvent être ajoutées immédiatement après l'interview. Vous pouvez également utiliser un magnétophone, bien que cela ait tendance à rendre les gens nerveux. N'enregistrez pas les gens sans leur permission.

- Revoyez les résultats des interviews tous les jours (ou discutez-en avec les membres de l'équipe, si plusieurs personnes sont impliquées), et ajustez la trame des interviews au fur et à mesure de l'avancement du projet.

- Partagez vos impressions avec les personnes interrogées. Cela favorise le dialogue, et vous permet en plus de contrôler les résultats des interviews.

**C) Questionnaires:** ils constituent une méthode plus quantitative de collecter des données sur un large ensemble de sujets (compréhension des objectifs de conservation, attitude vis-à-vis de la conservation, attitude vis-à-vis de la gestion du projet etc.), bien qu'il y ait des inconvénients potentiels. Tout d'abord, pour que le questionnaire soit efficace, il faut passer un temps considérable à sélectionner les questions, à les traduire dans les langues locales (quasiment essentiel), à recruter et à former des assistants de recherche, à tester et à préciser les questions, et à affiner la version finale. La collecte de données, l'analyse et l'interprétation peuvent être très coûteuses, particulièrement si vous utilisez de nombreux questionnaires. Les personnes interrogées doivent se sentir à l'aise (l'utilisation d'assistants locaux est d'une aide considérable), et être assurées de la confidentialité des réponses, en particulier si des sujets controversés sont abordés.

Les questions doivent être posées à une seule personne à la fois, pour éviter d'influencer les réponses d'autres personnes. Un petit cadeau (tabac, noix de cola) peut être donné pour encourager la participation, mais il faut éviter les paiements en argent. Les points suivants sont cruciaux pour la préparation de questionnaires ayant du sens:

- faites à l'avance des réunions de villages, des interviews informelles et des discussions avec des groupes cibles. Cela permet des réponses plus ouvertes, rend les personnes interrogées plus détendues, vous permet de bien comprendre les problèmes importants, et conduit enfin à une formulation plus claire de l'enquête formelle. L'expérience montre que l'utilisation de questionnaires peut être intimidante, en particulier si aucune relation de confiance antérieure n'a été établie avec la communauté. Dans ce cas, vous pouvez être sûr que vous obtiendrez des réponses de circonstance et souvent orientées vers ce que la personne interrogée pense que vous voulez savoir. Il est souvent préférable de ne pas utiliser de questionnaires et de se concentrer sur les méthodologies basées sur la confiance exposées plus haut.

Préparez des questions bien définies. Elles doivent avoir des réponses fermées, être issues de l'analyse des informations collectées pendant les réunions informelles (voir figure 3.12), et relativement faciles à coder pour l'analyse des données. Prenez votre temps pour penser à la façon dont les réponses seront codées en travaillant à la formulation des questions. Commencez toujours par les sujets les moins polémiques (âge, nom du village); les sujets potentiellement polémiques (activités de subsistance



illégales) doivent être gardés pour la fin. Les questionnaires courts donnent invariablement de meilleurs résultats. L'expérience montre que les longs questionnaires sont souvent contre-productifs, car la personne interrogée tend à se fatiguer après 30 à 45 minutes. Il peut être préférable de préparer deux questionnaires courts et bien définis, en deux séances, plutôt qu'un seul long.

Figure 3.12: exemples de questions ouvertes, fermées et directrices.

-Traduisez et testez les questions. Un questionnaire n'est efficace que si ses questions sont bien comprises par les assistants et les personnes interrogées. Invariablement, cela signifie que les questions soient traduites puis écrites dans les langages locaux, car il y a un grand risque de biais si l'assistant ne fait que traduire verbalement les questions. Après que les questions ont été traduites, elles doivent être testées sur un petit échantillon de personnes pour s'assurer qu'elles sont complètement compréhensibles (et pour permettre à l'équipe de recherche de voir de façon critique comment les réponses seront codées). Quand des difficultés apparaissent, il peut être nécessaire de reformuler les questions.

-Identifiez, recrutez et formez des assistants. Cela est certainement l'élément le plus important pour la réussite d'interviews formelles. Le questionnaire le mieux conçu sera complètement inutile entre les mains d'un assistant mal formé ou ennuyeux. Des personnes éduquées qui parlent, lisent et écrivent les langages locaux et national sont essentielles (les données sont fréquemment analysées plus tard et à d'autres endroits, les réponses doivent donc être écrites dans une langue bien connue comme le français ou l'anglais). Les assistants doivent également être patients, honnêtes et ne pas porter de jugement, qualités difficiles à acquérir. Ils doivent comprendre que leur rôle est de noter les réponses, et que bien qu'ils doivent parfois aider les personnes interrogées, ils ne doivent pas les influencer (voir des exemples de questions directrices plus haut). L'assistant doit être familiarisé avec le questionnaire: s'il ne comprend pas chacune des questions, il peut rendre certains questionnaires inutiles. L'expérience montre que pour des questionnaires qui couvrent plusieurs sujets et comportent plus de 40 questions, deux semaines au minimum de formation intensive sont nécessaires (c'est une autre raison pour utiliser par exemple deux questionnaires courts au lieu d'un long).

- Une partie de la formation doit consister à tester le questionnaire en réalité. Dans certains cas, le formateur devra jouer le rôle de la personne interrogée, afin de tester si toutes les questions sont bien comprises (par exemple, donner exprès des réponses erronées permet de voir rapidement si l'assistant comprend). Des interviews factices avec des personnes des villages permettront d'évaluer le comportement des assistants.

-Sélectionner l'échantillon. En fonction du but de l'étude, vous pouvez devoir choisir un échantillon au hasard, stratifié ou au hasard et stratifié. Pour plus de détail sur le choix de la taille de l'échantillon et pour s'assurer de la précision, voir plus haut l'échantillonnage. Contactez les personnes interrogeables potentielles et assurez-vous de leur accord avant de commencer l'enquête.

-Faites votre enquête.

## **V. Lectures supplémentaires**

Brown etc.

**CHAPITRE 17**  
**PRESENTER ET CONSERVER VOS RESULTATS**  
*Ann Edwards & Lee White*

Aucune recherche n'est terminée tant que les résultats n'ont pas été analysés et rendus disponibles sous forme de rapports et de publications. Si vous ne franchissez pas cette dernière étape, votre recherche n'a pas beaucoup d'utilité. De plus, l'information, si elle est bien présentée, peut être un outil puissant. Elle permet d'informer les preneurs de décisions, d'inspirer ceux qui manquent de connaissances, de diriger les intentions des lecteurs de bonne volonté pour soutenir une cause. Dans le domaine qui nous intéresse, elle peut éclairer l'importance d'une zone protégée comme refuge pour des espèces menacées ou des types d'habitat, ou comme un site de valeur unique d'un point de vue culturel, spirituel, éducatif ou récréatif. L'information bien présentée peut avoir un impact aux niveaux local, national et international, et éclairer sur les menaces que court un écosystème ou une réserve, ce qui en retour permettra l'accroissement des soutiens politiques et financiers aux zones protégées.

**L'information doit être présentée sous des formes différentes pour des audiences différentes**

Elle peut prendre de nombreuses formes: rapports techniques, articles scientifiques, courtes brochures, listes, conférences, discussions, expositions permanentes, visites guidées ou CD-ROMs. La présentation dépend de l'audience visée. Par exemple, les rapports techniques sont destinés aux directeurs des parcs, aux conseillers scientifiques et autres personnes habituées à lire d'un oeil critique des documents détaillés. Par contre, il faut écrire des brochures, des listes et d'autres documents non techniques pour les touristes, les visiteurs de parcs et autres qui veulent s'instruire rapidement sur les aspects les plus intéressants, uniques et enthousiasmants d'une région.

Si l'information est présentée de façon intéressante et facilement compréhensible, cela rendra la forêt et ses besoins plus réels et accessibles. En retour le soutien pour les zones importantes sera amélioré.

Nous suggérons que chaque aire protégée mette de l'information à la disposition de toutes les catégories de personnes susceptibles de s'y intéresser.

**Présenter l'information**

Si l'écriture bien utilisée peut être très puissante, elle aura l'effet contraire à celui que vous recherchez si la présentation ou l'analyse sont mauvaises, ou si les données ne sont pas de qualité. Ne vous précipitez pas pour publier des données minimales, et gardez toujours à l'esprit le fait que c'est votre réputation qui est en jeu quand vous appez votre nom sur un document.

Pour être persuasive, l'information doit être bien présentée. Les documents doivent être préparés en prenant garde d'écartier tout ce qui n'est pas pertinent. La longueur totale du document et l'ordre dans lequel il présente les informations doivent être mûrement réfléchis. Des graphiques et des illustrations doivent être utilisés quand ils sont appropriés, car ils rendent le document plus agréable à lire.

Les documents techniques et non techniques ont des objectifs différents, ils doivent donc être écrits dans un état d'esprit différent. Les documents techniques doivent présenter des informations détaillées. Ils doivent contenir suffisamment de renseignements pour répondre aux questions précises du lecteur. Les documents non techniques servent à exposer sommairement un sujet auprès des lecteurs, et ne doivent donc pas expliquer tous les points en détail. Il faut faire particulièrement attention à ce que les documents non techniques soient immédiatement intéressants et agréables à lire.

Quand vous commencez à préparer un rapport ou un autre document, pensez à ce que vous feriez si on vous présentait un tel rapport. Si vous ne savez pas, testez des collègues en leur donnant un rapport et observez leur réponse immédiate. En général, elle rappellera la séquence suivante:

- ils regarderont en premier la couverture et liront le titre et le(s) nom(s) du (des) auteur(s);
- ils prendront ensuite le rapport par la tranche et le feuilletteront rapidement pour avoir une impression d'ensemble de la présentation et du contenu. S'ils voient de nombreuses illustrations, leur intérêt pourra être accru. Ils pourront s'arrêter pour regarder une photographie ou une carte;
- ils reviendront alors à la table des matières pour avoir une meilleure idée des informations incluses dans ce rapport;
- ils pourront lire le résumé pour avoir une vision globale des idées et des conclusions;
- ils liront ensuite souvent les remerciements, pour voir si une de leurs connaissances est remerciée pour son aide dans cette étude;

- enfin, ils pourront parcourir les références citées à la fin du rapport, pour voir si vous avez cité des articles clés ou des rapports qui traitent du même sujet (ou ceux qu'eux ou leurs amis ont écrit), et pour estimer l'étendue de vos connaissances générales, qui peut se refléter dans l'exhaustivité de la bibliographie.

Si leur impression générale est bonne, ils pourront alors penser à lire le rapport plus en détail. Tenez compte de cette série de comportements pour écrire des rapports qui seront lus.

- **Rapports techniques**

- Choisissez attentivement les mots du titre. Celui-ci doit décrire le contenu du rapport: d'après le titre seul, le lecteur doit pouvoir déterminer le type d'informations qu'il trouvera dans le document. Il doit être écrit en caractères gras sur la couverture, avec le nom du ou des auteurs et leurs affiliations. Si possible, placez une photo ou un dessin en couverture pour attirer l'oeil du lecteur potentiel.
- Mettez un résumé au début ou à la fin d'un long document. Toutes les personnes auxquelles ce document sera donné n'auront pas le temps de le lire entièrement. Un résumé (au début nous semble préférable) leur exposera les éléments essentiels et pourra peut-être les rendre plus réceptifs au contenu. Un résumé intéressant peut aussi inciter le lecteur à lire le rapport, ce qu'il n'aurait pas fait autrement.
- Organisez les informations avec soin, mettez-les dans les parties appropriées. Cela rendra plus facile la localisation des renseignements recherchés par le lecteur.
- Utilisez des chapitres, paragraphes, sections et sous-sections quand il le faut. Il est plus aisé de trouver des informations dans un grand document quand celui-ci est morcelé en petites sections. Incluez une table des matières donnant chaque section avec le numéro de page correspondant.
- Soyez suffisamment clair et précis dans vos titres de documents, de parties et de sous-parties pour que le lecteur comprenne bien ce dont il va être question. Ce point est particulièrement utile pour ceux qui ne feront que parcourir un document sans le lire en profondeur.
- Utilisez des appendices pour présenter des données volumineuses mais pertinentes, telles que les "données brutes" collectées dans la forêt (qui peuvent être utiles dans le futur pour des besoins de suivi ou de comparaison, mais ne présentent que peu d'intérêt pour la plupart des lecteurs), des exemples de fiches de données ou de questionnaires, de très longues listes d'espèces ou de personnes interrogées etc.;
- Utilisez des illustrations telles que graphiques, cartes, figures, schémas, photos etc., autant que possible. Les illustrations sont un moyen efficace et simple de présenter des idées ou des résultats complexes, qui seraient incompréhensibles si ils étaient décrits par des mots: c'est en particulier le cas des relations spatiales. De plus, l'attention du lecteur est toujours attirée par des dessins ou des graphiques. De telles aides visuelles rendent la lecture d'un rapport plus facile et plus amusante. En particulier, utilisez des graphiques pour illustrer des résultats de recherche comme des variations d'abondance d'espèces, et des cartes pour montrer le site de recherche, les pistes parcourues, la situation des parcelles, la distribution des espèces ou des habitats dégradés etc.
- Faites bien ressortir les informations les plus utiles. Cela rendra la lecture plus intéressante. De plus, le rapport sera utilisé et cité plus souvent.
- Incluez suffisamment de matériel de base pour étayer vos conclusions. Dans un rapport technique, toutes les conclusions sont ouvertes aux critiques. Pour les rendre plus convaincantes, vous devez fournir au lecteur suffisamment d'informations pour qu'il puisse évaluer indépendamment vos conclusions.

- **Documents non techniques**

- Relatez ce qui est intéressant. Si c'est intéressant pour l'auteur, ce sera probablement intéressant pour le lecteur. Qu'est-ce qui est inhabituel, spectaculaire? Qu'est-ce qui est étonnamment grand, long, rapide ou élevé? Par exemple, est-ce qu'une zone abrite un nombre exceptionnellement important d'oiseaux, de mammifères, de singes, de carnivores, de grenouilles, de chauves-souris etc.? Est-elle le dernier refuge d'une espèce menacée? Y a-t-il des espèces qui font des choses inhabituelles? Quelles sont la taille normale des groupes, les structures sociales, la taille des portées, les habitudes alimentaires, les déplacements etc. des grands mammifères ou des oiseaux? Comment les populations locales utilisent-elles les plantes ou les animaux de la forêt?

- Soyez bref, simple et facile à comprendre. Le document, l'exposition, la conférence doivent être courts. Surtout, chaque fait ou idée doit être présenté simplement, clairement séparé des autres. Si l'audience ne saisit pas ce que vous essayez de lui dire au travers d'une brochure ou d'une conférence, vous avez perdu votre temps et votre travail.
- Là encore, utilisez des figures et des illustrations autant que possible. Les gens sont attirés par les illustrations: elles encouragent les gens à lire ou à écouter, pour mieux comprendre ce qui est illustré.

### **Rapports de recherche**

Les rapports de recherche servent à exposer les résultats d'une étude. De plus, ils donnent les raisons qui ont abouti à sa réalisation, les méthodes utilisées pour collecter et analyser les données, et la signification véritable des résultats. Ils sont écrits pour enregistrer complètement et de façon permanente tous les détails d'un processus de recherche.

Les rapports de recherche sont rarement lus du début à la fin, le lecteur regarde plutôt en général une ou deux sections. Par exemple, il peut n'être intéressé que par les résultats numériques, ou par la description de l'animal étudié, l'objet initial de l'étude ou l'interprétation globale des résultats. Comme ces rapports contiennent beaucoup d'informations, l'ordre de présentation est très important.

Les rubriques données ci-dessous suivent le plan standard d'une publication ou d'un rapport scientifique. En suivant ce plan pour écrire un rapport, vous permettez au lecteur de localiser plus facilement des informations spécifiques.

Les rapports de recherche ne suivent pas toujours ce plan. Cependant, quand les résultats d'une étude sont présentés, les informations de base comprises dans ces parties doivent être données, notamment les objets de l'étude, l'espèce et le site d'étude, les méthodes, les résultats (avec la moyenne et la variance de tous les chiffres), et une interprétation des résultats.

#### Introduction

Elle présente les objectifs spécifiques de l'étude. Elle donne l'espèce ou le groupe taxonomique étudié (voir encart 17.1) et la situation exacte du site d'étude. Par exemple, vous pouvez dire: "le but de cette étude était d'estimer les densités de groupes de primates dans le parc national de Tai", ou " le but de cette étude était d'estimer la composition et la structure des arbres de la réserve forestière de Falali, à l'est de la Rangu".

Donnez toutes les informations de fond utiles pour comprendre le but de l'étude, pour justifier sa réalisation. Par exemple, vous pouvez dire "il semble qu'avec l'augmentation des installations humaines autour du parc pendant les dix dernières années, la chasse aux primates s'est accrue (Owens, 1990) [voir encart 17.2 pour savoir comment citer correctement les travaux d'autres chercheurs]. Comme il n'existe pas d'estimation fiable récente des densités de primates dans le parc, il est nécessaire d'obtenir des données de base pour pouvoir évaluer les effets de la chasse continue sur les densités de primates".

#### Zone d'étude

L'intérêt de décrire la zone d'étude est de donner assez d'informations pour que le lecteur puisse évaluer les méthodes, les résultats et les discussions en fonction des facteurs environnementaux.

Une carte de la zone d'étude est toujours utile, souvent indispensable. Elle doit permettre de situer le parc ou la zone étudiée dans la province ou le pays, et peut montrer les grands cours d'eau, les montagnes, les routes, les villages etc.

La quantité de détails utilisés pour décrire la zone d'étude dépend du degré de connaissance du site qu'aura le lecteur potentiel (par exemple, un document interne à un parc demandera moins de détails qu'un autre destiné à la publication), et de l'existence d'autres documents décrivant déjà le site. Si la zone d'étude est bien décrite dans un autre document, et si ce document est facilement disponible, il est alors acceptable de s'y référer pour la description de la zone. Par exemple, "la zone d'étude est décrite en détail par Olanga, 1989" (mais gardez à l'esprit le fait que cela sera extrêmement frustrant pour un lecteur qui n'aurait pas accès au document en question).

Les informations suivantes peuvent être incluses dans la description:

- coordonnées géographiques de la zone;
- localisation de la zone par rapport aux types d'habitats régionaux et à la topographie (par exemple, "le parc est situé à moins de 40 km de la mer mais sa végétation n'est pas influencée par l'environnement marin");
- topographie locale (collines, plaine etc.), accidents du relief (rivières, montagnes etc.), intervalle d'altitude dans la zone, résumé des caractères géologiques et pédologiques;
- types d'habitats de la zone, avec éventuellement une liste des espèces d'arbres communes;

- pluviométrie annuelle moyenne, températures moyennes maximales et minimales dans ou près de la zone (si cela est intéressant on peut les présenter mensuellement pour donner une idée au lecteur des différences saisonnières);
- informations de base sur les groupes ethniques et leur histoire.

#### Espèce étudiée ou population humaine

Si l'article décrit un aspect de la vie d'une espèce, on trouvera dans cette section des informations utiles sur cette espèce, tirées de rapports existants ou d'observations faites ailleurs, et non pas de l'étude elle-même. On peut y trouver le régime alimentaire, l'habitat ou la structure sociale de l'espèce, des estimations d'abondance dans d'autres forêts, si l'espèce est considérée comme vulnérable ou menacée, et toute autre information pouvant être utile ou importante pour le lecteur. Cette partie n'est pas indispensable dans tous les rapports.

Si le rapport traite d'une étude socio-économique, cette section sera remplacée par un paragraphe présentant les populations humaines locales, leur histoire et leurs traditions.

#### Méthodes

Cette partie a deux objectifs. Tout d'abord, elle doit permettre au lecteur d'évaluer si les méthodes étaient appropriées, étant données les conditions de travail (peut-on en attendre des résultats fiables, représentatifs et précis?). Elle doit ensuite permettre au lecteur de répéter ces méthodes. Cette fonction est importante. Quand de bonnes méthodes sont décrites en détail, cela permet à d'autres personnes de les utiliser. De plus, si des méthodes similaires sont utilisées dans plusieurs études, leurs résultats sont plus facilement comparables (ce qui est une des justifications de ce manuel).

Les méthodes doivent être décrites suffisamment précisément pour permettre à quelqu'un de reproduire votre étude. Elles doivent être présentées dans un ordre clair et logique, menant le lecteur par toutes les étapes que vous avez franchies, par ordre chronologique. Expliquez les nouvelles techniques en détail, par exemple la description du piège que vous avez conçu et construit pour capturer de petits mammifères. Soyez précis à propos de la façon dont vous avez collecté des données, par exemple "les singes qui ont été entendus mais non vus n'ont pas été comptés sur les transects", ou " les arbres morts n'ont pas été compris dans les estimations de densités".

Si une procédure a été décrite en détail dans un autre document, il est acceptable de s'y référer. Par exemple, "la méthode des transects linéaires (Burnham et al., 1980; Whitesides et al., 1987) a été utilisée pour estimer les densités des groupes de primates". Si Burnham et al., 1980, risque d'être difficile à obtenir pour vos lecteurs, décrivez la méthode en détail.

Si vous utilisez des parcelles ou des transects, les informations suivantes doivent être données:

*Dates et heures:* donnez les dates et les heures (si nécessaire) auxquelles les données ont été collectées. Par exemple, "les parcelles botaniques ont été relevées entre août et décembre 1992", ou encore "les transects ont été parcourus une fois au début de chaque mois entre 6h00 et 13h00, de juin 1994 à mai 1996".

*Localisation des parcelles et des transects:* décrivez ces localisations dans votre zone d'étude (si possible, donnez les coordonnées géographiques). Donnez notamment leur position par rapport aux rivières, montagnes, villages, pistes, zones exploitées, forêts secondaires etc. (on présente généralement ce type de données avec une carte).

*Taille des parcelles et longueur des transects:* donnez-les en détail. S'il y a des exceptions, dites-le. Par exemple, "sept transects mesuraient 4,0 km, un huitième, qui était terminé à chaque extrémité par une rivière importante, mesurait 3,6 km".

*Nombre de parcelles ou de transects:* donnez ces nombres, et expliquez pourquoi ils ont été choisis. Pour les parcelles, donnez le pourcentage de la zone (par exemple de la réserve) qui a été échantillonné. Calculez ce pourcentage en divisant la somme de la surface totale de chaque parcelle par la surface de la zone entière (par exemple la réserve), et multipliez ce nombre par 100.

*Personnel de terrain:* si l'auteur (ou les auteurs) du rapport n'est pas la seule personne qui a collecté des données, le nombre et les qualifications des assistants de terrain doivent être présentés (et leurs noms cités dans les remerciements).

### ENCART 17.1: NOMS SCIENTIFIQUES

Une erreur fréquente dans les rapports est causée par la mauvaise connaissance des noms scientifiques. Il existe une convention internationale pour l'écriture des noms scientifiques (latins) qui doit être bien respectée:

Tout nom scientifique est en réalité constitué de deux mots. Le premier est le nom de genre, qui peut être commun à plusieurs espèces proches, parfois des centaines. Le deuxième est le nom d'espèce. Plusieurs espèces de différents genres peuvent avoir le même nom d'espèce, qui décrit parfois un caractère de cette espèce: par exemple, *grandifolia*, qui signifie "grandes feuilles", est un nom d'espèce fréquent pour beaucoup de plantes. Il peut aussi être tiré du nom de la première personne qui a collecté ou décrit la plante.

Chaque combinaison de noms de genre et d'espèce est unique et correspond à **une seule** espèce. Parfois, un troisième nom est ajouté. C'est le nom de la sous-espèce. Par exemple, l'éléphant d'Afrique est appelé *Loxodonta africana* et est divisé en deux sous-espèces, l'éléphant de savane *Loxodonta africana africana* et l'éléphant de forêt *Loxodonta africana cyclotis* (ce dernier nom signifie "oreilles rondes" en grec).

Un nom scientifique écrit dans un rapport doit être distingué du texte principal. Les deux distinctions habituelles sont soit le soulignement du nom (*Loxodonta africana*), soit des caractères en italiques (*Loxodonta africana*). Si un titre en italiques comprend un nom d'espèce, le nom scientifique doit être en caractères normaux. Le nom de genre doit toujours commencer par une majuscule, celui d'espèce (et de sous-espèce) par une minuscule. Il est parfois intéressant d'inclure le nom de la famille, particulièrement pour les plantes. Ce nom s'écrit en caractères normaux, et débute avec une majuscule, par exemple *Aucoumea klaineana* (Burséracées). Une autre convention parfois suivie est d'ajouter l'"autorité" (le nom de l'expert qui a nommé l'espèce), qui commence par une majuscule, car c'est un nom propre, mais n'est ni en italiques ni souligné: *Aucoumea klaineana* Pierre (Burséracées).

Parfois le nom de genre est connu mais l'espèce n'a pas été complètement déterminée. Cela peut être dû au fait que le spécimen n'a pas été bien préservé; certaines caractéristiques nécessaires à l'identification, comme les fleurs, pouvaient manquer; la taxonomie du groupe peut être mal connue; ou même l'espèce n'a pas encore été décrite. Si c'est le cas, on écrit "sp." en caractères normaux après le nom générique (par exemple, *Beilschmiedia* sp.). Si plusieurs espèces différentes mais non identifiées existent, vous pouvez écrire *Beilschmiedia* sp. 1, *Beilschmiedia* sp. 2, *Beilschmiedia* sp. 3 etc. D'autre part, si vous savez qu'il y a plusieurs espèces mais n'êtes pas sûr de pouvoir les distinguer, ou si par souci de simplicité vous voulez les grouper dans un rapport, vous pouvez écrire *Beilschmiedia* spp. ("spp." signifie qu'il y a deux espèces ou plus dans ce genre).

Un aspect déroutant et ennuyeux des noms scientifiques, particulièrement en botanique, est le fait qu'ils changent parfois. Il y a plusieurs raisons à cela. Parfois, des espèces sont classées de façon erronée dans un genre, ce qui doit être corrigé quand on s'en rend compte. Parfois, deux taxonomistes ou plus nomment une espèce avec des noms différents car ils ne savaient pas qu'elle avait déjà été décrite. Dans ce cas, le premier nom est le bon, même si un autre plus récent est plus généralement utilisé. Occasionnellement, un nom qui avait déjà été utilisé est choisi malencontreusement par un taxonomiste mal informé. Vous avez peut-être rencontré les exemples suivants dans la littérature: *Milicia excelsa* est le nouveau nom de *Chlorophora excelsa* ou iroko, arbre bien connu, et *Papio sphinx* est l'ancien nom utilisé pour *Mandrillus sphinx*, le mandrill.

### Résultats

Les résultats sont un résumé des données brutes. Ils représentent les "faits" établis au cours de votre recherche. Ils doivent être présentés dans le même ordre que la section méthode, autant que cela est possible et utile. Cette partie doit présenter les résultats ainsi qu'une description des tendances détectées. Par exemple, ne dites pas simplement "les densités d'éléphants dans les différentes parties du parc sont données au tableau 1", mais plutôt "le tableau 1 montre que les densités d'éléphants augmentent avec la distance par rapport aux villages, mais ne sont pas affectées par les types d'habitats".

Les "données brutes" (les chiffres collectés dans la forêt) ne sont généralement pas présentées dans cette section. Cependant, quand cela est possible, elles doivent être données en appendices. Si elles sont dans le rapport, vos données pourront être analysées de nouveau quand les méthodes statistiques auront changé et se seront améliorées. Cela permet des comparaisons plus précises entre les études. Si les données brutes ne sont pas présentées, le lecteur doit savoir où elles sont stockées.

Si vous ne les présentez pas, il est important que l'on puisse calculer des estimations de la variabilité des données, comme les intervalles de confiance. Donnez toujours la taille de l'échantillon, la moyenne et l'écart-type.

Votre rapport sera plus utile si les résultats sont résumés et exposés de plusieurs façons. Cela donne au lecteur plus de possibilités d'interprétation et d'utilisation des résultats. Par exemple, les résultats de comptages de groupes de singes sur des transects peuvent être donnés de chacune des façons suivantes:

- nombre total de groupes détectés;
- nombre total de groupes vus;
- nombre total de groupes entendus;
- nombre moyen (et écart-type) de groupes vus par kilomètre carré (densité);
- densité de groupes dans chacun des types d'habitats.

Cherchez un sens aux données. Cherchez par exemple des relations entre les distributions de céphalophes et de singes, ou entre le taux de dégradation des crottes et la pluviométrie. Tant qu'ils sont étayés par vos données, des résultats de toutes sortes peuvent être inclus dans cette section.

#### Interprétation et discussion

Dans cette partie, les résultats sont interprétés, évalués de façon critique, et comparés à ceux d'autres recherches. Quelles choses intéressantes connaissez-vous que vous ignoriez avant cette étude? Que donnent des comparaisons avec des études faites dans d'autres zones, à d'autres moments ou avec d'autres espèces? Quelles sont les implications de ces résultats pour la conservation ou la gestion?

Toutes les conclusions doivent être basées sur les résultats de votre étude. Présentez tous les arguments pour, ainsi que ceux qui contredisent vos conclusions. Cela montre que vos interprétations sont réfléchies.

Soulignez ce qui vous a semblé le plus significatif. Ce qui vous paraît le plus intéressant devrait, normalement, paraître également intéressant au lecteur. Vous avez passé beaucoup de temps à réfléchir à la signification de vos résultats, le lecteur ne passera sans doute que quelques minutes à lire l'ensemble de votre rapport: vous devez l'aider à comprendre les conclusions les plus importantes de votre étude.

Surtout, la discussion doit répondre aux questions posées dans l'introduction, ou expliquer pourquoi elle n'y répond pas. La fin d'un rapport doit toujours établir si l'étude a permis de faire progresser la situation ou l'état des connaissances.

#### Recommandations

Quelles actions vous semblent prioritaires d'après vos résultats? Cette section doit illustrer les implications pratiques de vos recherches et suggérer des actions qui doivent être entreprises, ou de nouvelles lignes de recherche considérées comme importantes. Par exemple, vous pouvez recommander une augmentation des moyens anti-braconnage dans une partie précise de la réserve, où des gorilles sont tués par les braconniers; que la chasse traditionnelle soit autorisée dans la zone tampon du parc national; que d'autres études du taux de dégradation des crottes en fonction de la température et de la pluviométrie soient entreprises dans la zone forestière africaine, pour établir une relation fiable pouvant servir à estimer des densités de céphalophes.

#### Conclusions (ou résumé)

Vous devez inclure une série de conclusions à la fin de votre rapport. Par exemple:

- 1) les comptages de crottes peuvent être utilisés de façon fiable pour estimer les densités en éléphants dans les zones de forêt pluviale;
- 2) les densités d'éléphants sont corrélées de façon négative à la distance à la route la plus proche;
- 3) les futurs recensements d'éléphants devront être stratifiés en fonction de la distance à la route ou au village les plus proches;
- 4) pour améliorer les estimations de densités d'éléphants d'après les comptages de crottes, d'autres études sur les taux de défécation et de dégradation des crottes sont nécessaires.

Un résumé au début d'un rapport, donnant des détails sur ce qui a été fait, et à quel endroit, peut être inclus en plus de la conclusion.

#### Figures et tableaux

Les graphiques doivent être utilisés plutôt que les tableaux pour illustrer la signification des données, par exemple une tendance ou une relation entre deux facteurs.

Les tableaux doivent être préférés aux graphes si on pense que le lecteur est susceptible de vouloir utiliser les données pour ses propres calculs. Les figures peuvent être des graphiques, des schémas ou des photographies, mais la signification de chacune d'elles doit être expliquée dans le texte. Chaque figure doit être numérotée, et avoir un titre et une légende explicative. Les axes des graphiques doivent toujours avoir un titre et une échelle, les cartes doivent être orientées et avoir une échelle. Figures et tableaux doivent donner les unités de mesures utilisées (par exemple, céphalophes/km<sup>2</sup>).

Lorsqu'on cartographie des données ou qu'on les présente graphiquement, il est important de distinguer entre les données nulles (par exemple, on a tenté sans succès de compter des animaux ou des nids), et une absence de données.

### ENCART 17.2: CITATIONS

Quand vous écrivez un rapport ou une publication, vous devez souvent vous référer à des recherches antérieures, faites par vous ou par d'autres. Il est classique de citer des résultats ou des idées tirés du travail d'autres personnes en se référant à leur(s) publication(s). Par exemple, supposons que vous vouliez vous référer à une étude de Tom Struhsaker qui a trouvé des densités de colobes rouges similaires à celles que vous avez calculées. Vous pouvez dire "Struhsaker (1975) a reporté des densités similaires dans la forêt de Kibale, en Ouganda", ou "des densités similaires ont été reportées à Kibale en Ouganda (Struhsaker, 1975)". Si vous citez deux études en même temps, vous pouvez les présenter par ordre alphabétique (Oates, 1977; Struhsaker, 1975) ou chronologique (Struhsaker, 1975; Oates, 1977). En citant des références, vous reconnaissez le travail effectué par d'autres chercheurs, et vous permettez à vos lecteurs d'approfondir un sujet s'ils se sentent intéressés (ils peuvent consulter les ouvrages que vous citez).

Toutes les documents cités dans votre rapport doivent être groupés par ordre alphabétique dans le chapitre "bibliographie". Votre lecteur aura ainsi toutes les informations nécessaires pour trouver les références que vous avez citées. Vous devez choisir une présentation standard pour citer les publications d'autres personnes et vous y tenir (chaque revue scientifique a un "format" standardisé pour les références, donné dans les "instructions aux auteurs" (instructions for authors), mais cela change selon les revues, ce qui n'est pas très pratique). Par exemple:

Struhsaker, T. T. (1975) *The red colobus monkey*. Chicago University Press, Chicago. 311 pp.

Struhsaker, T. T. (1976) A further decline in numbers of Amboseli vervet monkeys. *Biotropica* 8: 211-214.

Les conventions d'écriture des citations contiennent des informations codées. La première citation est un livre: pour suivre les usages, le titre du livre a été mis en italiques (on peut aussi souligner), et le nombre de pages donné à la fin. La seconde concerne un article dans une revue scientifique: le nom de la revue a été mis en italiques, le numéro de volume est en caractère gras, et les premières et dernières pages de l'article sont notées.

Il est fréquent que les références soient mal citées dans la bibliographie. Les noms d'auteurs sont mal orthographiés, l'année de publication ou les numéros de pages sont faux. Si vous faites ces erreurs stupides, les personnes qui voudront regarder un article que vous avez cité pourront ne pas le trouver. Surtout, ils pourront se demander si vos données ont été collectées de la même façon négligée, et ils pourront remettre en question leur validité.

Il est souvent difficile pour les chercheurs basés en Afrique d'obtenir des références clés ou à jour, car peu de bibliothèque ont suffisamment d'argent pour s'abonner à des revues ou acheter de nouveaux livres. Cela est évidemment un gros handicap. Quand vous lisez un article exposant un travail en lien direct avec le vôtre, il est tentant d'ajouter la bibliographie citée à la votre. Beaucoup de gens font ainsi, mais cela n'est pas une bonne habitude car vous ne pouvez apprécier toutes les implications d'une recherche si vous n'avez pas lu et évalué la méthodologie et les résultats. Si vous ne pouvez obtenir une publication mais sentez qu'il est important de la citer, la meilleure solution est de dire "(Struhsaker, 1975, cité par Oates, 1977)". Vous pourrez souvent obtenir des articles directement auprès de leur(s) auteur(s) si vous leur écrivez en demandant un "tiré à part" ("reprint" en anglais) - essayez de choisir de jolis timbres ou une carte postale intéressante pour accompagner votre lettre, car cela peut modifier la décision d'un chercheur qui a reçu beaucoup de demandes. Sachez bien que les résultats et les conclusions des chercheurs sont parfois beaucoup trop simplifiés ou même mal interprétés par d'autres chercheurs inattentionnés. Si vous répétez ces erreurs en n'étudiant pas l'article original, vous êtes aussi fautif qu'eux.



### Ebauches ("drafts")

La première version d'un rapport technique ou d'un article est rarement, sinon jamais, parfaite. De fait, si vous n'avez pas une grande expérience de la rédaction de tels documents, la première ébauche peut n'avoir que peu en commun avec la version finale de votre article. Pour clarifier vos idées et voir vos erreurs, il n'y a pas de meilleure méthode que d'écrire un rapport. Si votre sujet est complexe, vous devrez peut-être le réécrire plusieurs fois avant d'en être satisfait. Évitez le jargon scientifique autant que possible: vous devez essayer de présenter votre travail d'une façon simple, aisément compréhensible pour toute personne intéressée. Faites des phrases courtes.

Si vous soumettez un article à un journal international en vue d'être publié, l'éditeur du journal l'enverra à plusieurs critiques ("referees"). La plupart des journaux envoient les articles qu'ils ont reçus à deux ou trois spécialistes. Ces personnes évaluent l'intérêt et l'originalité de l'article, la pertinence des méthodes utilisées pour l'étude, la validité des analyses et des extrapolations, l'intérêt des conclusions et l'exhaustivité de la bibliographie. Ils font généralement des suggestions pour l'amélioration de certains points, et signalent les problèmes. Si la qualité est suffisante, l'article peut être accepté sans condition, mais il peut aussi être renvoyé pour que vous y fassiez des modifications. Vous pouvez aussi être invité à soumettre une version très modifiée pour une nouvelle critique.

Même si vous ne comptez pas envoyer votre rapport à un journal, vous devez savoir que votre réputation est en jeu quand vous mettez votre nom sur un rapport écrit. Quiconque lira le rapport va l'évaluer: s'il est bien écrit, intéressant et utile, le lecteur pensera du bien de vous. Si cela n'est pas le cas, votre réputation va en souffrir: vous devez donc contrôler soigneusement votre travail. Quand vous estimez qu'il est bien écrit et donne une présentation claire de vos résultats et de vos recommandations, ou si vous commencez à trouver que vous y avez passé tellement de temps que vous n'êtes plus objectif, vous devez demander à plusieurs de vos collègues de lire et commenter votre première version. Vous ne devez pas être offensé s'ils font beaucoup de commentaires, particulièrement s'ils sont constructifs. De fait, très peu de personnes savent bien lire des articles de façon critique et faire des commentaires constructifs sur la manière de les améliorer. La plupart des critiques signalent juste quelques fautes d'orthographe et vous demandent de réécrire quelques phrases. Si l'on vous renvoie une première ébauche avec très peu de rouge, cela signifie généralement qu'elle a été mal lue. Essayez de trouver quelqu'un d'autre pour la relire.

Beaucoup de gens pensent qu'en écrivant "**ébauche**" ou "**draft**" en gros caractères, pour indiquer que la version finale du rapport n'a pas été préparée, ils se dégagent de toute responsabilité si le travail est un peu faible. Cela est faux. Bien sûr, vous pouvez donner des versions incomplètes à des collègues proches pour stimuler des discussions profitables pendant la rédaction d'un article ou d'un rapport, mais évitez de faire trop circuler une ébauche avant d'être sûr qu'elle reflète bien ce que vous voulez dire. Dans le meilleur des cas, l'écrit est un enregistrement permanent de recherches bien préparées et bien exécutées, qui aura de la valeur pour les chercheurs et les gestionnaires pendant de nombreuses années. Dans le pire, c'est une perte de temps et de papier.

### **Comptes-rendus de recherche**

Les rapports de recherche peuvent prendre beaucoup de temps à écrire. Malheureusement, parfois, ils ne sont jamais écrits, ou le personnel des zones protégées n'en reçoit jamais de copie, et les résultats des recherches restent inconnus. Par contre, les comptes-rendus de recherche peuvent être produits rapidement, avant même que le projet soit terminé. De plus, ils permettent au personnel des aires protégées de rester informé des objectifs et de l'avancement de tous les projets de recherche effectués dans une zone.

Un compte-rendu de recherche est un court exposé qui inclut tout ou partie des éléments suivants:

- le nom et l'adresse du chercheur principal (localement et dans sa ville "d'attache");
- le but de la recherche;
- les dates (proposées) de la recherche;
- les descriptions des espèces étudiées et du site de recherche;
- une description des méthodes;
- un résumé général des résultats actuels;
- la signification de l'étude, particulièrement pour la gestion et la conservation.

Les gestionnaires des aires protégées doivent demander des comptes-rendus de recherche pour toutes les études proposées, en cours ou récemment terminées dans la zone. Ce point est particulièrement important pour les chercheurs étrangers qui pourraient quitter le pays sans informer les personnes concernées des résultats ou de leur signification. En demandant des comptes-rendus écrits des projets de recherche, les gestionnaires connaissent les buts, les progrès et les résultats anticipés de chaque projet.

Il faut demander à chaque chercheur visiteur d'écrire deux comptes-rendus. Le premier doit exposer les recherches prévues et doit être soumis avant le début de tout travail de terrain. Le deuxième doit être écrit à la fin du travail de terrain, mais avant que le chercheur quitte la zone pour retourner dans sa ville. Assurez-vous qu'il laisse une adresse à laquelle on pourra le joindre après son départ.

Ce deuxième compte-rendu doit être plus important et inclure une description du travail qui a été fait, en incluant les noms et les adresses des assistants et la localisation exacte du site d'étude. Le chercheur doit être encouragé à rapporter tout résultat préliminaire, et en particulier à donner les informations importantes pour la gestion et la protection des aires protégées. Cependant, on ne doit pas lui demander de donner des conclusions non justifiées.

En plus de la rédaction de comptes-rendus, il faut demander à chaque chercheur de donner une liste des plantes et des animaux qu'il ou elle a identifiés, et d'en laisser si possible des spécimens (voir chapitres 8 et 11).

### **Brochures, fiches de renseignements, panneaux et présentations orales**

Les brochures, les fiches et les panneaux constituent différentes façons de présenter des informations non techniques, rapidement et à bon marché, à un grand nombre de personnes. Leur but est de présenter aux visiteurs les caractéristiques d'une zone protégée, de les informer et les rendre sensibles à ses nombreux aspects intéressants.

*Brochures:* une brochure est destinée à donner aux visiteurs leur première introduction à une zone. Elle doit contenir suffisamment d'informations pour qu'ils comprennent la signification d'une zone et la raison de sa protection. De plus, elle doit leur permettre de se sentir à l'aise quand ils la visiteront, en présentant les aménagements destinés aux touristes tels que sentiers, tours guidés, logement etc. Elle doit aussi comprendre une carte simplifiée de la zone.

*Fiches:* les fiches de renseignement présentent en une ou deux pages une description d'un sujet précis ou d'un ensemble de thèmes liés. Elles sont destinées à informer les visiteurs sur des thèmes spécifiques intéressants ou importants. Comme elles sont écrites pour un public non technique, elles doivent présenter chaque sujet dans un langage simple, et sans trop de détails.

Par exemple, une fiche peut avoir les oiseaux pour sujet. Des "faits" intéressants à exposer sont, par exemple:

- le nombre total d'espèces d'oiseaux dans le parc;
- le nombre d'espèces qui migrent chaque année;
- le fait que certains oiseaux mangent surtout des fruits, d'autres des graines, des insectes ou d'autres animaux; les comportements alimentaires intéressants, comme celui des oiseaux du sous-bois qui précèdent les colonnes de fourmis pour manger les insectes qui s'envolent;
- le fait que les femelles de calaos de nombreuses espèces sont enfermées dans le nid entre la ponte des oeufs et le moment où les jeunes s'envolent, et qu'elles dépendent alors entièrement du mâle pour leur nourriture;
- le fait que certains oiseaux pondent leurs oeufs dans le nid d'autres espèces, comptant sur les parents adoptifs pour nourrir et élever leurs jeunes etc.

Une fiche de renseignements peut informer les visiteurs sur les activités légales ou illégales dans le parc.

*Listes d'espèces:* des listes de mammifères, d'oiseaux, de plantes du sous-bois, d'arbres etc. peuvent être imprimées sur des feuilles simples et proposées aux visiteurs intéressés. Les visiteurs étrangers viennent fréquemment dans les forêts tropicales pour voir (ou étudier) des plantes ou des animaux rares. Une liste d'espèce peut les orienter et les encourager à explorer la forêt. De plus, certains visiteurs viennent pour voir le plus d'espèces possibles d'un groupe taxonomique donné, souvent les oiseaux. Ils apprécieront d'avoir une liste qui leur donne les espèces qu'ils peuvent trouver, et sur laquelle ils peuvent "cocher" celles qu'ils ont vues.

*Panneaux:* les panneaux permettent de présenter de façon attractive des illustrations et des documents écrits. Ils sont généralement situés de façon centrale, et sont une autre manière d'orienter et d'informer les visiteurs. Ils ont un grand intérêt car ils permettent d'exposer des cartes importantes, faciles à lire et détaillées ainsi que des photographies remarquables d'animaux insaisissables. Les visiteurs sont immédiatement attirés par les panneaux, et ils ont tendance à lire ce qui y est écrit si ce n'est pas trop long.

*Présentations orales:* présenter vos recherches en public est un aspect important de votre travail. Pour que vos résultats soient appréciés, il faut que les gens en aient connaissance. Beaucoup de gens sont très paresseux quand il s'agit de lire des publications et des rapports, mais écouteront attentivement une présentation, formelle ou non. Ne laissez jamais passer une occasion de présenter vos recherches ou d'en discuter car les discussions et les présentations orales, comme l'écriture, permettent souvent de clarifier certains aspects dans votre esprit. Si vous ne pouvez présenter clairement vos recherches devant un auditoire, il est probable que vous n'avez pas suffisamment approfondi le sujet.

Quand on vous demande de faire une présentation formelle, vous devez la préparer minutieusement, et réfléchir à la meilleure façon de faire passer vos idées et vos résultats à une audience. Il y a plusieurs recommandations à suivre pour améliorer vos exposés:

- habillez-vous de façon appropriée:
- Il peut être nécessaire que vous portiez une veste et une cravate. Des présentations moins formelles imposent moins de contraintes, mais habillez-vous bien. Evitez les vêtements débraillés, coiffez-vous, lavez-vous les dents, assurez-vous que vos mains sont propres. Vous apparaîtrez plus professionnel et ferez une meilleure impression sur votre audience, qui se conduira généralement en conséquence.
- utilisez autant d'aides visuelles que possible:

Si vous pouvez utiliser un projecteur de diapositives, présentez des photographies de bonne qualité de votre zone d'étude. Assurez-vous que les images sont nettes. Préparez des transparents résumant les objectifs de votre étude, vos méthodes, les principaux résultats et vos recommandations. Le texte doit être suffisamment gros pour que le public puisse le lire sans difficulté. Si vous n'avez pas accès à des supports sophistiqués, préparez des schémas et des tableaux sur des feuilles qui peuvent être présentées telles quelles ou passées à la ronde, ou écrivez sur un tableau.

- regardez vos auditeurs dans les yeux:  
Si vous avez besoin de consulter des notes, faites-les aussi brèves que possible. Il est préférable de ne pas avoir plus qu'un résumé clair des points clés, sur de petites fiches. Si vous le pouvez, évitez de lire de longs textes. Présentez votre exposé en regardant votre public. Parlez clairement et distinctement, afin qu'on vous entende même au fond de la salle.

- soyez enthousiaste:  
Il est très surprenant de voir combien peu de chercheurs sont capables de présenter le travail de leur vie avec enthousiasme. Pour être un conservacionniste, vous devez savoir communiquer, car de nombreux problèmes que vous affronterez impliqueront des gens. Tentez de briser la glace avec une plaisanterie ou une histoire amusante qui vous est arrivée pendant vos recherches (mais seulement si vous vous sentez suffisamment à l'aise). Ne parlez pas de façon monocorde.

- impliquez l'audience:  
Pour toute réunion informelle, n'hésitez pas à questionner le public, et encouragez-le à vous poser de nombreuses questions, pour vous aider à clarifier tout point obscur. Il est important de savoir avant votre présentation orale quel est le niveau d'éducation et d'expérience de votre auditoire, pour éviter d'utiliser un langage trop technique, ou pour ne pas de lui donner l'impression de le sous-estimer.

- répétez les points clés:  
Les idées importantes et les recommandations peuvent être répétées pour les souligner et pour s'assurer que leur message est clair. Résumez les points clés à la fin de votre exposé. Les gens ne retiennent généralement pas plus de trois points importants, donc organisez votre présentation autour des trois concepts que vous voulez vraiment faire passer.

- essayez de vous faire plaisir:  
On n'aime pas forcément être un centre d'attraction. Saisissez cependant l'opportunité de mettre vos idées en forme et amusez-vous: vous avez l'occasion de monter sur les planches pour jouer votre propre rôle. Transformez votre conférence en un one-man-show, et essayez d'amuser votre audience en l'informant.

### **Matériel devant être disponible dans chaque aire protégée**

Pour que chaque aire protégée ait une bonne image auprès d'audiences variées; pour rendre la forêt accessible aux touristes et aux scientifiques qui la visitent; pour avoir les informations adéquates sur lesquelles baser les décisions de gestion, les zones protégées doivent rendre disponible l'information sous chacune des formes suivantes:

#### Brochure d'introduction

Une brochure d'une ou deux pages peut donner une introduction générale de la zone. Elle peut inclure brièvement les informations suivantes:

- description de la zone protégée (taille, localisation, types d'habitat, altitude, climat, noms des groupes ethniques locaux, taille des villages et des villes etc.);
- explication des raisons de la création de la zone protégée;
- descriptions des caractéristiques particulières de la zone protégée (par exemple, espèces menacées, grandes rivières ou montagnes etc.);
- liste des activités légales et illégales dans la zone;

- hébergement et activités pour les visiteurs (dates et heures), lieux, coûts.

#### Cartes

Les cartes sont essentielles pour orienter et informer les visiteurs. Une grande carte colorée doit être exposée en un endroit central. De petites cartes noir et blanc, sur une page, peuvent être données aux visiteurs qui iront dans la forêt. Ces cartes doivent montrer tout ou partie de ce qui suit: sentiers, transects; routes, ponts, villages, installations touristiques, camp de recherche, rivières, montagnes, types d'habitats, endroits intéressants tels que chutes d'eau ou points de vue.

#### Listes d'espèces

Ces listes peuvent être utilisées par les touristes et les scientifiques. Il faut des listes séparées pour les mammifères, les oiseaux, les amphibiens et les reptiles, les poissons, les insectes, les mollusques, les arbres, la végétation herbacée etc. La liste des espèces d'oiseaux peut indiquer quelles espèces sont présentes seulement de façon saisonnière.

#### Fiches de renseignement

Les fiches sont utilisées pour informer les visiteurs sur certains thèmes. Ces thèmes peuvent être l'histoire des successions forestières, l'interdépendance entre les arbres fruitiers et les animaux frugivores, comment un figuier étrangleur passe de l'état de plantule à l'âge adulte, l'importance de la forêt pour les populations locales etc. On peut en fournir une série, pour que les visiteurs sélectionnent celles qui les intéressent.

#### Conférence d'introduction

Il est conseillé d'avoir une présentation orale préparée (avec des projections de diapositives ou de transparents si possible) pour décrire l'aire protégée et la façon dont elle fonctionne. Cela peut permettre de temps en temps de familiariser des visiteurs à la région. De plus, si une personne est invitée à parler de façon formelle, elle peut utiliser cet exposé "prêt à l'emploi" pour intéresser les gens à la beauté, au potentiel et aux besoins de l'aire protégée.

#### Liste de rapports et de publications sur les recherches effectuées au sein de l'aire protégée

Pour rendre plus accessible l'information sur la zone, une liste de référence de tous les rapports et publications couvrant les recherches qui y ont été effectuées doit être faite. Cette liste doit contenir les informations suivantes sur chaque rapport ou publication:

- nom(s) du (des) auteur(s);
- titre du rapport;
- année du rapport;
- où peut-on le trouver;
- dans quelle langue le rapport a été écrit (si cela peut poser un problème);
- si possible quelques mots ou quelques phrases pour le décrire plus en détail.

Une liste séparée doit inclure tous les documents non techniques ou éducatifs, comme les fiches, qui ont été écrits sur la zone.

#### Compte-rendu de tous les programmes de recherches conduits dans l'aire protégée

Les recherches conduites dans une zone sont inutiles si leurs résultats ne sont pas disponibles pour les gestionnaires et les chercheurs de cette zone. Chaque programme de recherche doit donc soumettre des comptes-rendus techniques périodiques sur le travail effectué (voir plus haut), en plus du rapport de recherche final.

#### Etat des connaissances actuelles pour chaque espèce importante et type d'habitat

Bien que cela demande du travail supplémentaire, écrire un état des connaissances actuelles sur des espèces ou des habitats spécialement importants peut être très utile pour la gestion et l'éducation du public, et faire gagner du temps à long terme. Quand l'information est écrite, elle est facilement incorporable dans des conférences, des expositions, des fiches ou des rapports. Surtout, elle peut être utilisée pour gérer ces espèces ou ces habitats plus efficacement. Enfin, un état des connaissances souligne ce qui n'est pas encore connu et peut aider à déterminer les futures priorités en recherche.

Une feuille simple, avec les rubriques suivantes, peut servir à résumer ce qui est connu pour chaque espèce ou type d'habitat:

- nom d'espèce, ou description d'habitat;
- distribution globale: cette section soulignera l'importance relative de l'aire protégée pour la survie à long terme de l'espèce ou de l'habitat;
- distribution dans et autour de l'aire protégée: elle peut être dessinée sur une carte jointe au résumé. Les commentaires peuvent inclure:
  - distribution historique ou passée;
  - changements récents de la distribution;

- mouvements saisonniers d'une espèce;
- préférences d'habitat et besoins;
- distribution des populations séparées de l'espèce dans l'aire protégée;
- estimations d'abondance globale: inclure des commentaires sur les tendances d'abondance globale, donner le statut de l'espèce (gravement menacée d'extinction, menacée d'extinction, vulnérable, non listée etc.) selon les critères de l'Union Mondiale pour la Nature (UICN), l'inscription aux annexes de la Convention de Washington sur le commerce international des espèces menacées (Convention on International Trade in Endangered Species ou CITES);
- estimations d'abondance locale: en plus des estimations d'abondance les plus récentes, donner les estimations faites les années précédentes. Commenter les augmentations et les diminutions d'effectifs au cours du temps. Citer les méthodes utilisées pour estimer l'abondance.
- menaces: résumer ce qui est connu sur les menaces pour la survie de l'espèce ou de l'habitat (par exemple, pression de chasse, localisation de la chasse, exploitation forestière, défrichement etc.). Donner les menaces connues et supposées. Commenter la distribution et l'intensité des menaces (par exemple, donner le taux d'extraction, les prix, les personnes impliquées etc.);
- actions entreprises pour protéger l'espèce ou l'habitat: résumer ce qui a été entrepris ou prévu pour minimiser les menaces ci-dessus;
- régime alimentaire: citer ce qui est connu du régime alimentaire, et si possible de la disponibilité en nourriture pour cette espèce;
- reproduction: donner ce qui est connu sur les taux de reproduction annuels, l'appariement ou les naissances. Donner le sex-ratio et les rapports juvéniles/immatures/adultes. Faire des commentaires sur les saisons d'appariement et de naissance, et sur les comportements correspondants;
- comportements inhabituels, autres commentaires: commenter tout comportement intéressant ou inhabituel, ainsi que tous les faits qui peuvent sembler surprenant ou remarquables pour les visiteurs.

### **Organiser, stocker et retrouver l'information**

Quand l'information n'est pas accessible, c'est comme si elle n'existait pas. Etant donné le temps, l'argent et le travail investis dans la collecte d'information dans la forêt, perdre cette information au bureau est un grand gaspillage d'énergie. Il faut donc la stocker de façon organisée, pour pouvoir la retrouver facilement, et pour que toute nouvelle information ait sa place dans le système de stockage.

Même après que les données ont été mises en forme, ou même publiées, il faut pouvoir retourner aux fiches de données et aux notes de terrain originales. Cela peut être nécessaire pour répondre à des questions spécifiques qui ont pu être soulevées après l'analyse des données.

Beaucoup de temps peut passer entre le moment où les données sont collectées et celui où elles sont analysées. De plus, de nombreuses personnes peuvent être impliquées dans la collecte et la mise en forme des données. Pour ne pas perdre l'information, il est important de standardiser et d'organiser la façon dont elle est fichée et stockée. Quelques suggestions pour cela sont données plus bas.

#### Désignation

Tout carnet de terrain, fiche de prise de données, rapport etc. doit être étiqueté. Une étiquette permet de savoir du premier coup d'oeil quelles sont les informations contenues dans un carnet ou une fiche. Cela devient très important après le stockage. Les désignations doivent comporter quatre éléments clés:

- la **date** de collecte de l'information;
- Le **lieu** de collecte;
- le **sujet** des notes de terrain ou des fiches de données (par exemple, "recensement de grands mammifères, transect 3");
- le **nom** du (des) observateur(s).

D'autres informations peuvent être jointes, mais les étiquettes doivent rester simples pour pouvoir être lues du premier coup d'oeil.

La localisation de l'étiquette ou des informations clés doit être identique sur chaque fiche ou carnet de terrain. Cela permet de retrouver plus facilement ce que l'on recherche. Par exemple, les éléments clés peuvent toujours être écrits dans le coin supérieur droit (ou supérieur gauche etc.).

#### Recommandations pour organiser un système de classement

Un système de stockage peut être fait de porte-fichiers dans une pièce, de classeurs sur une étagère, ou de boîtes dans un tiroir. Quel que soit le type de stockage, il doit être organisé pour que l'information soit facilement accessible et que l'on puisse aisément en rajouter.

Il y a de nombreuses manières d'y parvenir, en fonction de la quantité d'information et des systèmes disponibles. Cependant, il faut toujours suivre les recommandations suivantes:

- *Seules les personnes formées peuvent classer* de nouvelles données dans le système existant. Cela permet d'être sûr de ne pas perdre d'information à cause de classements erronés. Par exemple, plutôt que de classer leurs propres fiches, les assistants de terrain peuvent les mettre dans une boîte prévue pour cela, avant qu'une personne formée ne les range dans le bon classeur.
  - *Étiqueter clairement les documents, les classeurs, les fichiers, les tiroirs etc.* Il faut étiqueter autant d'unités de classement que possible. Par exemple, si vous utilisez des porte-fichiers, étiquetez chaque tiroir, chaque division dans les tiroirs, et chaque fichier dans les divisions. Comme nous l'avons déjà dit plus haut, chaque document doit également être clairement étiqueté.
  - Les fichiers dans des porte-fichiers sont un bon moyen de conserver les fiches de données et autres papiers volants. Si vous n'en avez pas ou peu, les feuilles volantes peuvent être conservées dans des classeurs clairement étiquetés (et divisés).
  - *Ne rien placer dans un fichier ou une boîte non marquée.* Si c'est le cas, vous risquez de perdre ce que vous avez rangé. Ne rangez pas des documents écrits dans une boîte si vous n'avez pas écrit dessus tout ce qu'elle contient.
  - *Classer l'information par ordre alphabétique et chronologique.* Il faut suivre des règles. En général, on classe par ordre alphabétique (par sujet), puis par ordre chronologique (par date) dans chaque sujet. Par exemple, vous pouvez classer des données sur les animaux dans l'ordre suivant: céphalophes (1988-1992), éléphants (1991-1992), gorilles (1990), petits primates (1988-1992).
  - *Avoir une liste à jour de toutes les grandes catégories de votre système de classement.* Par exemple, elle peut contenir les désignations de chaque tiroir de porte-fichier, et de chaque division des tiroirs. Placez cette liste dans un endroit central. Non seulement cela vous permettra de retrouver l'information plus facilement, mais cela vous forcera de plus à organiser la structure globale de votre système de classement.
- Si le temps le permet, faites des listes de toutes les informations disponibles. Par exemple, vous pouvez citer tous les livres de votre bibliothèque de référence, tous les rapports publiés, les grandes cartes, les documents éducatifs etc.

### **Protéger vos données**

#### Copiez toutes les fiches de données originales

Si l'analyse de données peut toujours être recommencée, les données originales, une fois perdues, ne peuvent être reproduites. Il est donc important de faire des copies de toutes les fiches de données, des carnets de terrain, des notes de terrain de toutes sortes pour se protéger de leur perte ou de leur destruction. Les originaux et les copies doivent être conservés dans des endroits différents.

Des copies peuvent être faites facilement pendant la collecte en plaçant une feuille de carbone entre une fiche de données (ou une page de carnet) et une feuille blanche.

#### Fiches récapitulatives

Récapituler vos données sur des fiches est une forme d'analyse, mais cela constitue aussi une assurance contre la perte de données originales. De plus, cela permet d'organiser et de stocker l'information pour la retrouver facilement (voir figure 17.1 pour un exemple). Ainsi, en plus du classement des fiches de données originales, vous devez récapituler les données et classer les fiches récapitulatives dans un classeur distinct.

Les données peuvent être récapitulées de beaucoup de façons différentes, en fonction de la fréquence et du lieu de collecte. Par exemple:

- données récapitulées par période, par exemple quotidiennes, hebdomadaires, mensuelles ou annuelles;
- données récapitulées par lieu, par exemple par transect, par partie de parc etc.;
- données récapitulées par distance parcourue, par exemple tous les 500 m, tous les 10 km etc.

Les originaux ont été perdus pendant la guerre du Rwanda quand les chercheurs ont été évacués en urgence, mais ont été retrouvés plus tard.

### Cahiers spéciaux

Des notes détaillées sur les comportements, le régime alimentaire, la reproduction etc., ou les observations d'animaux rarement vus comme les okapis ou les panthères doivent être classées et protégées dans des cahiers ("log books") séparés pour chaque espèce ou comportement intéressant. Un "log book" est un carnet dans lequel les observations sont décrites en détail. Les sujets peuvent être entre autres:

- "grands mammifères: signes, observations et proies";
- "observations d'éléphants: taille et composition des groupes, individus connus et aliments observés";
- "observations de gorilles ou de mandrills: taille et composition des groupes, individus connus et aliments observés";
- "observations de buffles: taille et composition des groupes, individus connus et aliments observés";
- "comportement de reproduction des petits primates: copulations observées et jeunes portés sous le ventre";
- "sites de nids de calaos";
- "prédation par aigle couronné";
- "plantes médicinales";
- "noms vernaculaires des animaux"; etc.

Ces cahiers servent à rassembler les descriptions d'observations et de rencontres rares, afin qu'elles soient disponibles dans un endroit protégé. Pour protéger encore plus cette information rare et précieuse, il faut faire des copies de ces cahiers.

Comme il peut être malaisé de retrouver les notes de terrain originales, les cahiers doivent contenir une relation détaillée de chaque observation ou rencontre, et non un simple résumé. Si possible, l'observateur original doit écrire lui-même dans le cahier pour inclure autant de détails que possible. Il doit donner aussi la localisation de l'information originale (par exemple, quelle page dans quel carnet de terrain).

### **Rendre l'information disponible**

"La connaissance, c'est le pouvoir" est une maxime qui décrit une attitude regrettable fréquemment rencontrée: cette attitude freine beaucoup l'échange d'informations entre les chercheurs et les gestionnaires d'aires protégées, et au sein de ces groupes. Elle va à l'encontre de nombreux objectifs de gestion et de l'idéal scientifique d'amélioration des connaissances par l'échange des résultats et des idées. Si vous êtes en possession d'un document intéressant, article ou rapport, essayez de le rendre disponible et d'en discuter avec vos collègues. Gardez à l'esprit que toutes les informations présentées dans les rapports ne sont pas collectées de façon adéquate, et que plusieurs interprétations de la même série de données sont parfois possibles. La meilleure façon d'évaluer les mérites de données ou d'idées présentées dans des articles est d'en discuter en groupes. Si des chercheurs travaillent dans votre zone, encouragez-les à présenter régulièrement leur travail et organisez des séminaires informels pour discuter des recherches clés et de points de gestions. Assurez-vous que tous les articles, les rapports, les livres et autres documents écrits sont disponibles pour tous vos collègues dans une bibliothèque centrale. S'il n'y a pas de bibliothèque dans la zone où vous travaillez, vous devez encourager vos collègues et vos supérieurs à en créer une.

Un tel partage de l'information est la clé de tout exercice de gestion, et apparaît fondamental aux divers auteurs de ce manuel. Ceux-ci ont partagé leurs connaissances et leur expérience avec vous dans l'espoir que cela aidera et stimulera la recherche, qu'ils considèrent comme importante pour la gestion raisonnée de l'écosystème de la forêt pluviale tropicale africaine.

Si vous avez trouvé ce manuel dans la maison d'un collègue, au siège de votre association, ou sur l'étagère d'un chercheur, et si vous pensez qu'il pourrait vous être utile ainsi qu'à vos collègues, vous pouvez l'obtenir gratuitement auprès de la Wildlife Conservation Society. Le seul "prix" que nous demandons est que vous nous envoyiez vos commentaires pour nous aider à réviser et améliorer toute version ultérieure. Nous espérons qu'il encouragera les gestionnaires d'aires protégées et les chercheurs à connaître la forêt pluviale africaine, et à travailler ensemble pour sa conservation et sa gestion raisonnée.



## Recommended reading

Many key references are mentioned in the various chapters in this manual. Below we give a (far from exhaustive) list of some useful texts which will help you to further develop your technical ideas and refine and target your research methods, or which provide practical advice about undertaking fieldwork in remote African forests:

- Bibby, C. J., Burgess, N. D. & Hill, D. A. 1992. *Bird census techniques*. Academic press.
- Bridson, D. & Forman, L. (eds.) 1992. *The herbarium handbook. Revised edition*. Royal Botanic Gardens, Kew.
- Buckland ST, Anderson DR, Burnham KP and Laake JL 1993. *Distance sampling*. Chapman & Hall.
- Chalmers, N. & Parker, P. 1989. *The OU project guide: Fieldwork and statistics for ecological projects*. Field Studies Council.
- Corfield, T. 1993. *The wilderness guardian*. Longman Kenya.
- Fimbel, R., Grajal, A. & Robinson, J. G. (eds.) 2000. *Wildlife-logging interactions in tropical forests*.
- Fleagle, J. G., Janson, C. & Reed, K. E. (eds.) 1999. *Primate communities*. Cambridge University Press.
- Freycon, V. & Fauvet, N. 1998. *Les GPS: De l'acquisition des relevés à leur intégration dans un SIG*. CIRAD-forêt.
- Gibbs, J. P., Hunter, M. L. Jr & Sterling, E. J. 1998. *Problem-solving in conservation biology and wildlife management. Exercises for class, field and laboratory*. Blackwell Science.
- Goldsmith, F. B. 1991. *Monitoring for conservation and ecology*. Chapman & Hall.
- Greig-Smith, P. 1983. *Quantitative plant ecology 3rd edition*. Blackwell Scientific Publications.
- Heyer, W. R., Donnelly, M. A., McDiarmid, R. W., Hayek, L.-A., C. & Foster, M. S. (eds.) 1994. *Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for Amphibians*. Smithsonian Institution Press.
- Kangwana K, (ed.) 1996. *Studying Elephants*. African Wildlife Foundation
- Kershaw, K. A. & Looney, J. H. H. 1985. *Quantitative and dynamic plant ecology*. 3rd edition. Edward Arnold.
- Margolius, R. & Salafsky, N. 1998. *Measures of success: Designing, managing, and monitoring conservation and development projects*. Island Press.
- Pollard, E. & Yates, T. J. 1993. *Monitoring butterflies for ecology and conservation*. Chapman & Hall.
- Rabinowitz, A. 1993. *Wildlife field research and conservation training manual*. Wildlife Conservation Society.
- Robinson, J. G. & Bennett, E. L. (eds.) 2000. *Hunting for sustainability in tropical forests*. Colombia University Press.
- Sutherland, W. J. (ed.) 1996. *Ecological census techniques: A handbook*. Cambridge University Press.
- Weber, W., White, L., Vedder, A. & Naughton, L. (eds.) 2000. *Conservation and ecology of the African rain forest*. Yale University Press.
- Werner, D. 1997. *Where there is no doctor*. 3rd edition. Enda
- White, L. J. T. & Abernethy, K. A. 1997. *A guide to the vegetation of the Lopé Reserve, Gabon*. Wildlife Conservation Society.
- Williams, G. 1991. *Techniques and fieldwork in ecology*. Collins Educational.



## References cited in the text

- Anon (1981) *Techniques for the study of primate population ecology*. National Academy Press. Washington DC
- Aveling C and Harcourt AH (1983) A census of the Virunga gorillas. *Oryx* **18**:8-13.
- Barnes RFW (1982) Elephant feeding behaviour in the Ruaha National Park, Tanzania. *African Journal of Ecology* **20**:123-136.
- Barnes RFW, Asamoah-Boateng B, Naada Majam J, Agyei-Ohemeng J, Tchamba MN, Ekobo A and Nchanji A (1994) *Improving the accuracy of forest elephant census methods: studies of dung decay rates in Ghana and Cameroon.*, European Commission DG VIII: Ecology in Developing Countries Programme.
- Barnes RFW, Barnes KL, Alers MPT and Blom A (1991) Man determines the distribution of elephants in the rain forests of northeastern Gabon. *African Journal of Ecology* **29**:54-63.
- Barnes RFW, Blom A, Alers MPT and Barnes KL (1995) An estimate of the numbers of forest elephants in Gabon. *Journal of Tropical Ecology* **11**:27-37.
- Barnes RFW and Jensen KL (1987) How to count elephants in forests. *IUCN African Elephant and Rhino Specialist Group Technical Bulletin* **1**:1-6.
- Bridson D and Foreman L (1992) *The herbarium handbook*. Royal Botanic Gardens. Kew
- Buckland ST, Anderson DR, Burnham KP and Laake JL (1993) *Distance sampling*. Chapman & Hall. London
- Carroll RW (1988) Relative density, range extension and conservation potential of the lowland gorilla in the Dzanga-Sangha region of southwestern Central African Republic. *Mammalia* **52**:309-323.
- Fairgrieve C (1995) *The comparative ecology of blue monkeys (Cercopithecus mitis stuhlmannii) in logged and unlogged forest, Budongo Forest Reserve: the effects of logging on habitat and population density*. Unpublished Ph. D. thesis, University of Edinburgh, Scotland.
- Fay JM (1989) Partial completion of a census of the western lowland gorilla (*Gorilla gorilla gorilla*) in southwestern Central African Republic. *Mammalia* **53**:202-215.
- Fay JM (1991) An elephant (*Loxodonta africana*) survey using dung counts in the forests of the Central African Republic. *Journal of Tropical Ecology* **7**:25-36.
- Fay JM (1997) *The ecology, social organization, populations, habitat and history of the western lowland gorilla (Gorilla gorilla gorilla Savage and Wyman 1847)*. Unpublished Ph. D. thesis. Washington University., St. Louis, USA.
- Fay JM, Agnagna M, Moore J and Oko R (1989) Gorillas in the Likouala swamp forests of north central Congo. *International Journal of Primatology* **10**:477-486.
- Fimbel C, Curran B and Usongo L (2000) Enhancing the sustainability of duiker hunting through community participation and controlled access in the Lobéké Region of southeastern Cameroon. In Robinson JG & Bennett EL. *Hunting for sustainability in tropical forests*. Colombia University Press. New York. pp. 356-374.
- Gates CE (1979) Line transect and related issues. In Cormack RM, Patil GP & Robson DS. *Sampling biological populations*. International Co-operative Publishing House. Fairland, MD. pp. 71-154.
- Gautier-Hion A and Michaloud G (1989) Are figs always keystone resources for tropical frugivorous vertebrates? A test in Gabon. *Ecology* **70**:1826-1833.
- Hall J, Inogwabini B-I, Williamson EA, Omari I, Sikubwabo C and White LJT (1997) A survey of elephants (*Loxodonta africana*) in the Kahuzi-Biega National Park, lowland sector and adjacent forest in eastern Zaire. *African Journal of Ecology* **35**:213-223.
- Hall J, White LJT, Inogwabini B-I, Omari I, Simons Morland H, Williamson EA, Saltonstall K, Walsh P, Sikubwabo C, Bonny D, Kiswele KP, Vedder A and Freeman K (1998) A survey of Grauer's gorillas (*Gorilla gorilla graueri*) and chimpanzees (*Pan troglodytes schweinfurthi*) in the Kahuzi-Biega National Park lowland sector and adjacent forest in eastern Congo. *International Journal of Primatology* **19**:207-235.
- Harcourt AH and Fossey D (1981) The Virunga gorillas: decline of an 'island' population. *African Journal of Ecology* **19**:83-97.
- Harcourt AH and Groom AFG (1972) Gorilla census. *Oryx* **11**:355-363.

## References

- Hart TB, Hart JA, Dechamps R, Fournier M and Ataholo M (1996) Changes in forest composition over the last 4000 years in the Ituri basin, Zaire. In van der Maesen LJG, van der Burgt XM & van Medanbach de Rooy JM. *The Biodiversity of African Plants*. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. pp. 545-563.
- Hawthorne W (1994) *Fire Damage and Forest Regeneration in Ghana*. ODA. London
- Hawthorne WD (2000) Forest Conservation in Ghana: Forestry, Dragons, Genetic Heat. In Weber W, White L, Vedder A & Naughton L. *Conservation and ecology of the African rain forest*. Yale University Press. in press.
- Hawthorne WD and Abu Juam M (1995) *Forest protection in Ghana*. IUCN. Gland & Cambridge
- Houghton, JT, Jenkins, GJ & Ephraums, JJ (1990) Climate change: the IPCC scientific assessment. CUP
- Inogwabini BI, Hall JS, Vedder A, Curran B, Yamagiwa J and Basabose (In press) Status of large mammals in the mountain sector of Kahuzi-Biega National Park, Democratic Republic of Congo in 1996. *African Journal of Ecology*.
- IUCN (1994) *Guidelines for protected area management categories*. IUCN. Gland & Cambridge
- Janson C and Terborgh J (1980) Censo de primates en selva humeda tropical. *Publicaciones del Museo de Historia Natural "Javier Prado", Lima, Peru Serie A Zoologia* **28**:3-39.
- Jones EW (1955) Ecological studies of the rain forest of southern Nigeria IV. The plateau forest of the Okomu Forest Reserve, Part 1. The environment, the vegetation types of the forest, and the horizontal distribution of species. *Journal of Ecology* **43**:564-594.
- Jones EW (1956) Ecological studies of the rain forest of southern Nigeria IV. The plateau forest of the Okomu Forest Reserve, Part 2. The reproduction and history of the forest. *Journal of Ecology* **44**:83-117.
- Kangwana K, Ed. (1996) *Studying Elephants*. African Wildlife Foundation.
- Kasenene JM (1987) *The influence of mechanised selective logging, logging intensity and gap size on the regeneration of a tropical moist forest in Kibale Forest, Uganda*. Unpublished Ph. D. thesis, Michigan State University, East Lansing, USA.
- Kasenene JM (2000) Lost Logging: Problems of tree regeneration in forest gaps in Kibale Forest, Uganda. In Weber W, White L, Vedder A & Naughton L. *Conservation and ecology of the African rain forest*. Yale University Press. in press.
- Keay RWJ, Onochie CFA and Stanfield DP (1964) *Nigerian trees*. Volume 1. Federal Department of Forest Research, Ibadan.
- Kelker GH (1945) *Measurement and interpretation of forces that determine populations of managed deer*. Unpublished Ph. D. thesis, University of Michigan, Ann Arbor, USA.
- Kingdon J (1990) *Island Africa*. Collins. London
- Koster SH and Hart JA (1988) Methods of estimating ungulate populations in tropical forests. *African Journal of Ecology* **26**:117-126.
- Laake JL, Buckland ST, Anderson ER and Burnham KP (1994) *Distance User's Guide V2.1*. Fort Collins, Co., Colorado Cooperative Fish and Wildlife Research Unit Colorado State University.
- Lahm SA (1993) *Ecology and Economics of human/wildlife interaction in northeastern Gabon*. Unpublished Ph. D. thesis, New York University, New York, USA.
- Liebenberg L (1990) *The art of tracking*. David Philip
- Maley J (1996) The African rain forest - main characteristics of changes in vegetation and climate from the Upper Cretaceous to the Quaternary. *The Royal Society of Edinburgh Proceedings Section B (Biological Sciences)* **104**:31-74.
- Marsh SE, Walsh JL and Sobrevila C (1994) Evaluation of airborne video data for land-cover classification accuracy assessment in an isolated Brazilian forest. *Remote Sensing of Environment* **48**:61-69.
- Moss C (1996) Getting to know a population. In Kangwana K. *Studying elephants*. African Wildlife Foundation. pp. 58-74.
- Murnyak DF (1981) Censusing the gorillas of Kahuzi Biega National Park. *Biological Conservation* **21**:163-176.
- Norton-Griffiths M (1978) *Counting animals*. African Wildlife Foundation. Nairobi, Kenya
- Oates JF, Anadu PA, Gadsby EL and Werre JL (1992) Sclater's guenon. *National Geographic Research and Exploration* **8**:476-491.
- Oslisly R, Peyrot B, Abdessadok S and White LJT (1996) Le site de Lopé 2: Un indicateur de transition écosystémique ca 10 000 BP dans la moyenne vallée de l'Ogooué (Gabon). *Comptes Rendus de l'Académie de Sciences, Paris, série IIa* **323**:933-939.

## References

- Oslisly R and White LJT (1996) La relation homme/milieu dans la Réserve de la Lopé (Gabon) au cours de l'Holocène: Les implications sur l'environnement. In Servant, M. (ed) *Dynamique à long terme des écosystèmes forestiers intertropicaux*. ORSTOM. Paris.
- Pannell CM and White F (1988) Patterns of speciation in Africa, Madagascar, and the tropical Far East: Regional faunas and cryptic evolution in vertebrate-dispersed plants. *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Gardens*. **25**:639-659.
- Phillips OL and Gentry A (1994) Increasing turnover through time in tropical forests. *Science* **263**:954-958.
- Pitkin B (1995) *Protected Area Conservation Strategy (PARCS): Training needs and opportunities among protected area managers in Eastern, Central and Southern Africa*. Biodiversity Support Program. Washington DC
- Plumptre AJ (1991) *Plant-herbivore dynamics in the Birungas*. Unpublished Ph. D. Thesis, University of Bristol, Bristol, UK.
- Plumptre AJ and Reynolds V (1996) Censusing chimpanzees in the Budongo Forest, Uganda. *International Journal of Primatology* **17**:85-99.
- Poole J (1996) *Coming of age with elephants*. Hodder & Stroughton. London
- Powell J (1998) Biology of forest elephants in south-western Cameroon. Unpublished Ph. D. thesis, University of Cambridge, Cambridge, UK.
- Putman, R. (1984) Facts from feces. *Mammal Review* **14**:79-97.
- Rabinowitz A (1993) *Wildlife field research and conservation training manual*. Wildlife Conservation Society. New York
- Ray JC and Hutterer R (1996) Structure of a shrew community in Central African Republic based on the analysis of carnivore scats, with the description of a new *Sylvisorex* (Mammalia: Soricidae). *Ecotropica* **1**:85-97.
- Redford KH and Stearman A (1993) Forest-dwelling native Amazonians and the conservation of biodiversity: Interests in common or collision? *Conservation Biology* **7**:248-255.
- Remis MJ (1994) Feeding ecology and positional behaviour of western lowland gorillas (*Gorilla gorilla gorilla*) in the Central African Republic. Unpublished Ph. D. thesis, Yale University, New Haven, USA.
- Reynolds JC and Abeischer NJ (1991) Comparison and quantification of carnivore diet by fecal analysis: a critique with recommendations based on a study of the fox, *Vulpes vulpes*. *Mammal Review* **21**:97-122.
- Rogers ME and Williamson EA (1987) Density of herbaceous plants eaten by gorillas in Gabon: some preliminary data. *Biotropica* **19**:278-281.
- Schaller GB (1963) *The Mountain Gorilla*. The University of Chicago Press. Chicago
- Sidele JG and J.W. Ziewitz JW (1990) Use of aerial videography in wildlife habitat studies. *Wildlife Society Bulletin* **18**:56-62.
- Skorupa J (1988) *Effects of selective timber harvesting on rain forest primates in the Kibale Forest, Uganda*. Unpublished Ph. D. thesis, University of California, Davis, USA.
- Sokal RR and Rohlf FJ (1995) *BIOMETRY - the principals and practice of statistics in biological research. 3rd edition*. McGraw-Hill. London
- Tchamba M (1992) Defecation by the African forest elephant *Loxodonta africana cyclotis* in the Santchou Reserve, Cameroon. *Mammalia* **56**:155-158.
- Terborgh J (1986) Keystone plant resources in the tropical forest. In Soule ME. *Conservation biology: The science of scarcity and diversity*. Sinauer Associates. Sunderland, Massachusetts. pp. 330-344.
- Thibault M (1999) Sighting of a South African fur seal on a beach in south-western Gabon. *African Journal of Ecology* **37**:119-120.
- Turkalo A and Fay JM (2000) A Clearer View of Forest Elephant Behaviour and Ecology: Observations from the Dzanga Saline. In Weber W, White L, Vedder A & Naughton L. *Conservation and ecology of the African rain forest*. Yale University Press. in press.
- Tutin CEG and Fernandez M (1984) Nationwide census of gorilla (*Gorilla g. gorilla*) and chimpanzee (*Pan t. troglodytes*) populations in Gabon. *American Journal of Primatology* **6**:313-336.
- Tutin CEG and Fernandez M (1993) Relationships between minimum temperature and fruit production in some tropical forest trees in Gabon. *Journal of Tropical Ecology* **9**:241-248.
- Tutin, CEG & Fernandez, M. (1994) Fecal analysis as a method of describing diets of apes: examples for sympatric gorillas and chimpanzees at Lopé, Gabon. *Tropics* **2**:185-198.
- Tutin CEG, Fernandez M, Rogers ME, Williamson EA and McGrew WC (1991) Foraging profiles of sympatric lowland gorillas and chimpanzees in the Lopé Reserve, Gabon. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B* **334**:179-186.

## References

- Tutin CEG, Parnell RJ, White LJT and Fernandez M (1995) Nest building by lowland gorillas in the Lopé Reserve, Gabon: Environmental influences and implications for censusing. *International Journal of Primatology* **16**:53-76.
- Tutin CEG and White LJT (1998) Primates, phenology and frugivory: Present, past and future patterns in the Lopé Reserve, Gabon. In D. M. Newbery, H.H.T. Prins & Brown N. *Dynamics of populations and Communities in the Tropics*. Blackwell Science Ltd. Oxford. pp. 309-338.
- Walsh P (1998) *Lopes: a computer program for analysis of transect data*. New York, Wildlife Conservation Society.
- Walsh PD and White LJT (1999) What will it take to monitor forest elephant populations? *Conservation Biology* **13**:1194-1202.
- Walter H and Leith H (1967) *Klimadiagramm-Wetatlas*. Verlag. Gena
- Weber AW and Vedder A (1983) Population dynamics of the Virunga gorillas: 1959-1978. *Biological Conservation* **26**:341-366.
- White LJT (1992) *Vegetation history and logging disturbance: Effects on rain forest mammals in the Lopé Reserve, Gabon*. Unpublished Ph. D. thesis, University of Edinburgh, Edinburgh, UK.
- White LJT (1994) Biomass of rain forest mammals in the Lopé Reserve, Gabon. *Journal of Animal Ecology* **63**:499-512.
- White LJT (1994) Patterns of fruit-fall phenology in the Lopé Reserve, Gabon. *Journal of Tropical Ecology* **10**:289-312.
- White LJT (1994) *Sacoglottis gabonensis* fruiting and the seasonal movement of elephants in the Lopé Reserve, Gabon. *Journal of Tropical Ecology* **10**:121-125.
- White LJT (1995) Factors affecting the duration of elephant dung piles in rain forest in the Lopé Reserve, Gabon. *African Journal of Ecology* **33**:142-150.
- White LJT, McPherson G, Tutin CEG, Williamson EA, Abernethy KA, Reitsma JM, Wieringa JJ, Blom A, Harrison MJS and Leal M (2000) Plant species of the Lopé Reserve, Gabon, with emphasis on the northern half. *Special Publications of the Missouri Botanical Garden*: In press.
- White LJT and Oates JF (1999) New data on the history of the plateau forest of Okomu, southern Nigeria: an insight into how human disturbance has shaped the African rain forest. *Global Ecology and Biogeography Letters* **8**:355-361.
- White LJT, Rogers ME, Tutin CEG, Williamson EA and Fernandez M (1995) Herbaceous vegetation in different forest types in the Lopé Reserve, Gabon: Implications for keystone food availability. *African Journal of Ecology* **33**:124-141.
- White LJT and Tutin CEG (2000) Why chimpanzees and gorillas respond differently to logging: A cautionary tale from Gabon. In Weber B, White LJT, Vedder A & Naughton L. *Conservation and ecology of the African rain forest*. Yale University Press. in press.
- Whitesides GH, Oates JF, Green SM and Kluberanz RP (1988) Estimating primate densities from transects in a West African rain forest: A comparison of techniques. *Journal of Animal Ecology* **57**:345-367.
- Wiles GJ (1980) Feces deterioration rates of four wild ungulates in Thailand. *Natural History Bulletin of the Siam Society* **28**:121-134.
- Wilkie DS, Curran B, Tshombe, R and Morelli GA (1998) Modelling the sustainability of subsistence farming and hunting in the Ituri Forest of Zaire. *Conservation Biology* **12**:137-147.
- Wing LD and Buss IO (1970) Elephants and Forests. *Wildlife Monographs* **19**:1-92.
- Wrangham RW (1986) Ecology and social relationships in two species of chimpanzees. In Rubenstein DI & Wrangham RW. *Ecological Aspects of Social Evolution*. Princeton University Press. Princeton. pp. 352-378.
- Wrangham RW, Conklin NL, Chapman CA and Hunt KD (1991) The significance of fibrous foods for the Kibale Forest chimpanzees. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* **334**:171-178.
- Wrogemann D (1992) *Wild chimpanzees in Lopé, Gabon: Census method and habitat use*. Unpublished Ph. D. Thesis, Universität Bremen, Bremen, Germany.
- Yamagiwa J, Mwanza N, Spangenberg A, Maruhashi T, Yumoto T, Fischer A and Steinhauer-Burkart B (1993) A census of the eastern lowland gorillas *Gorilla gorilla graueri* in Kahuzi-Biega National Park with reference to mountain gorillas *G. g. beringei* in the Virunga region, Zaire. *Biological Conservation* **64**:83-89.

## Index of Boxes

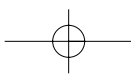
Box 1a: Management of forest reserves in Ghana	10
Box 3a: Generating random numbers	24
Box 3b: Stratification: a case study of elephants and human disturbance	27
Box 4a: Calculating the resolution of censuses	40
Box 4b: How to calculate common statistical parameters	43
Box 5a: Field notes taken at the Station d'Etudes des Gorilles et Chimpanzés, Lopé Gabon.	56
Box 6a: Longitude and latitude	67
Box 6b: UTM Coordinates	68
Box 6c: Interpreting landforms from contour lines	69
Box 6d: Calculating the steepness of a slope: gradient and percent slope	71
Box 6e: Mapping a trail or boundary line	72
Box 6f: Using a clinometer to measure vertical angles and estimate heights	73
Box 6g: GPS Units	79
Box 6h: Plotting geographic coordinates onto a map	80
Box 7a: Increased turnover rates in tropical rain forests?	82
Box 7b: What stimulates the flowering of tropical trees?	82
Box 7c: Describing seasonal weather patterns	88
Box 9a: Forest degradation after logging in Uganda	116
Box 9b: Botanical exploration in the Lopé Reserve, Gabon	117
Box 9c: Primary forests and secondary forests: the story of forest succession	120
Box 9d: Shade-tolerant and shade-intolerant species	123
Box 9e: Treefall gaps	124
Box 9f: How humans have changed the africa rain forest over the last 2,000 years	125
Box 9g: Size class distributions	129
Box 9h: Species identifications	136
Box 9i: Determining the right size of plot	141
Box 9j: Appeal for information on permanent plots	142
Box 9k: Imagery: merits and cost	143
Box 10a: Gorilla and chimpanzee feeding remains	156
Box 10b: Other information from animal remains: dung	158
Box 10c: Carnivore scat analysis	160
Box 11a: Field Veterinary Program	186
Box 11b: Health	186
Box 11c: Using teeth to age Duikers and Elephants	192
Box 12a: Formulations for sample preservatives	200
Box 12b: checking for anthrax	200
Box 12c: checklist of tissue samples for histology	203
Box 12d: checklist of tissue samples for microbiology and toxicology	204
Box 12e: Necropsy Protocol examination worksheet	206
Box 12f: Field report of wildlife death	217
Box 13a: A survey for the rare <i>Cercopithecus sclateri</i> in the Niger delta area: using interviews to determine distributions	220
Box 13b: The dangers of line-transect surveys	221
Box 13c: How do line-transects work? theory and common problems	226
Box 13d: Seasonal changes in elephant density: designing and interpreting mammal censuses	230
Box 13e : Calculating animal densities from dung or nests	234

**Index of boxes**

Box 13f A method for calculating dung density from transect data without a computer	235
Box 13g How to measure decay rate of dung and nests	237
Box 13h Elephant dung decay rates	240
Box 13j Seasonal variation in numbers of duiker piles found on transects	243
Box 13k Censusing gorillas in montane habitats	244
Box 13l Studying gorilla genetics using hair and dung	246
Box 13m Gorillas make tree nests too! Correcting for mis-classified nests	247
Box 13n Comparing data from recce walks and line-transects	262
Box 14a 'Keystone' foods	274
Box 14b Daily activity patterns in mountain gorillas	275
Box 14c Elephant group composition in two parks in Kenya	279
Box 14d Ranging behaviour of blue monkeys in two different forest types in Uganda	281
Box 13e Keeping an individual recognition file for forest buffalo	283
Box 14g Why do chimpanzee densities decline in tropical forests after logging?	288
Box 14h Long term Behavioural Ecology Studies at African Sites	294
Box 14i Radio telemetry	319
Box 14j Capture - mark -recapture censuses	319
Box 15a Explanatory notes for a census sheet used in southeastern Cameroon	328
Box 15b Historical events - southeastern Cameroon	328
Box 15c Case Study: Impact of subsistence hunting in southeastern Cameroon	335
Box 15d Sustainability of hunting and farming in the Okapi Wildlife Reserve, northeastern DRC	338
Box 15e Examples of leading, open- and close-edned questions	343
Box 16a Statistical inference	346
Box 16b Matched and unmatched measurements	354
Box 17a Scientific names	417
Box 17b: Citations	418



**Mandrill**  
*Mandrillus sphinx*



## Index

- Accuracy, 38-39
- Acetic acid, 98
- Activity patterns (animal), 273
  - gorilla, 275
- Ad libitum* sampling, 306
- Aerial photography, 143
- Aerial videography, 144
- Aggressive behaviour, 287
- Alcohol (preserving specimens), 98, 194, 204
- Algae (preserving), 107
- Age class
  - assessing in animals, 191
  - from animal tracks, 153
- Amphibians
  - descriptive terminology, 190
- Analysis of variance, 383-384
- Animal sightings
  - for density calculation, 255
- Anthrax, 196, 197, 200
- Arithmetic mean, 37
- Assumptions in data analysis, 30
- Archaeology, 125
- Attitudes (people), 340
- Average, 37
- Bacteriology, 202
- Bais (monitoring), 267
- Basal area, 128, 132
- Bearing
  - calculating, 76
  - walking, 77
- Behaviour
  - aggressive, 287
  - breeding, 290
  - definition of, 305
  - direct observation of, 296
  - groups, 289
  - interactions between species, 292
  - recording, 287
  - territorial, 287
- Behavioural ecology, 269
  - data collection, 295
  - texts, 293
  - types of data, 271
  - why useful, 269
- Bimodal distribution, 35
- Binomial distribution, 35
- Birds
  - descriptive terminology, 188
  - dissection, 212-214
  - marking systems, 286
  - measuring, 189
  - preserving, 194
- Blood smear, 201, 204
- Botanical collecting
  - algae, 107
  - bryophytes, 107
  - by zoologists, 89
  - collection numbers, 94
  - drying specimens, 99-108
  - duplicate specimens, 92
  - equipment, 91, 101
  - field notes, 93-98
  - ferns, 108
  - fungi, 106-107
  - lichens, 107
  - pressing, 99-106
  - problem plants, 104-106
  - spirit collections, 98
  - transporting specimens, 108
  - trimming, 100
  - what to collect, 91
  - why?, 90
- Botanical inventory 115-117
- Breeding behaviour, 290, 298
- Brochures, 423
- Bryophytes (preserving), 107
- Buffalo
  - defecation rat, 241
  - individual recognition, 283
- Camera trap, 318
- Canopy cover, 126, 137
- Canopy height, 126
- Carcass dissection, 205-215
- Carnivores
  - dissection, 205-211
  - scat analysis, 160
- Censuses
  - ape, 244
  - elephants, 231
  - human population, 327
  - large mammal, 218
  - primate, 256
- Chimpanzee
  - density, 242
  - feeding remains, 156
- Circumference, 131

**Index**

- Clinometer  
to measure angle and height, 73-75
- Closed-ended questions, 343
- Coefficient of variation, 44, 47
- Compass  
what is a, 60  
how to use, 60
- Confidence limits, 44, 47, 352  
displayed graphically, 48
- Coordinates  
geographic, 67  
plotting on a map, 80  
UTM, 68
- Critical values (statistics), 352, 353
- Data sheets, 55, 59
- Decay rate, 234  
dung, 237  
elephant dung, 240  
nests, 238
- Decision chart of statistical tests, 355
- Declination, 62  
correcting for, 62
- Defecation rates, 234, 241  
related to poaching, 241
- Density  
calculation from recce data, 264  
elephants, 233-234  
trees, 128
- Diameter at breast height (DBH), 128, 131  
measuring problem plants, 133
- Diet (animal), 272
- Diseases (Zoonotic), 196
- Displays, 423
- DISTANCE (program), 258, 259
- DNA extraction, 162, 246
- Duikers  
ageing from teeth, 193  
defecation rates, 241  
dung counts, 243
- Dung  
decay, 237  
information from, 158, 160, 317  
preserving, 160, 194  
seasonal variation (counts), 243
- Dung counts  
age of dung, 233  
density calculation, 234  
elephants, 231  
perpendicular distances, 231-233  
ungulates, 242
- Easy blood, 200
- Ebola, 186, 197
- Echinococcosis, 196, 197
- Elephants  
age of dung, 233  
ageing from teeth, 192  
census methods, 231  
defecation rate, 241  
dung decay rates, 240  
group composition, 279  
relationship of density with distance from roads and towns, 27
- Epidemics (dealing with), 186, 216
- Ethnobotany, 98
- Error  
random, 39  
systematic, 39
- Estimation (confidence limits), 352
- Extrapolating from results, 49-50
- Fact sheets, 423
- Fecal remains, 157
- Feeding trail, 155, 171  
ageing, 172
- Ferns (preserving), 108
- Field books, 53, 186  
conservation of, 57
- Field notes, 55, 93
- Field herbarium, 109
- Field size (agriculture), 334
- Field Veterinary Program, 186
- Fish (preserving), 194
- Fixatives, 198
- Flowering (stimulation of), 82
- Food lists, 297
- Forest history, 125
- Forest regeneration (after logging), 116
- Forest structure, 126
- Formalin, 98, 191, 194, 200, 202,
- Frequency distributions, 32-35  
bimodal, 35  
binomial, 35  
normal, 34  
poisson, 34
- Fruit-fall phenology, 148
- Fungi (collecting), 106-107
- Gaits (tracking)  
bipedal walk, 179  
canter, 179



**Index**

- Gaits / continued  
 gallop, 178  
 jump, 179  
 lope, 179  
 pace, 179  
 stot, 179  
 trot, 178  
 walk, 177
- Genetic fingerprint, 246
- Global warming, 81, 82
- Glycerin (buffered), 200
- Gorilla  
 activity patterns, 275  
 age class (from dung), 154  
 census (montane habitat), 244  
 defecation rate, 241  
 density, 242  
 feeding remains, 156  
 nest decay, 251  
 nest types, 245  
 tree nests, 247
- Group centre  
 nests, 250  
 primates, 257
- Group size  
 age / sex composition, 277  
 apes, 251  
 data collection, 297  
 primates, 258
- GPS units, 79
- Greenhouse effect, 81
- Guidelines for presenting information, 413
- Habitat description  
 on transects, 253  
 qualitative, 118-119  
 quantitative, 126, 134-140
- Habituation 303  
 problems, 304
- Harem holding, 291
- Herbaceous vegetation (description), 127
- Herbarium, 108, 109  
 labelling specimens, 110  
 mounting specimens, 110  
 specimen, 111
- Hides, 302
- Histology, 203
- Horns  
 measuring, 187  
 preserving, 191
- How to cut a transect, 222
- Human activity, 252
- Humidity (measuring), 84-86
- Hydatid disease, 196, 197
- Hypothesis testing, 41, 346-353
- Imagery  
 aerial photography, 143  
 aerial videography, 143  
 costs, 143  
 landsat, 147  
 merits, 143  
 NOAA-AVHRR, 146  
 satellite imagery, 144  
 side looking radar, 145  
 SPOT, 147  
 synthetic aperture radar, 145
- Indicator species, 122
- Individual recognition, 283
- Ituri Forest, DRC, 150
- IUCN management categories, 5  
 strict nature reserves, 5  
 wilderness areas, 6  
 national parks, 6  
 natural monuments, 7  
 habitat management areas, 7  
 species management areas, 7  
 protected landscapes, 8  
 protected seascapes, 8  
 managed resource protected areas, 9
- Kibale, Uganda, 116
- Labelling specimens  
 animal specimens, 195  
 herbarium, 110  
 plant collections, 93
- Landforms (interpreting from contours), 69-70
- Landsat, 147
- Latitude, 67
- Lekking, 291
- Lichens (preserving), 107
- Linear regression, 400-407
- Line-transects, 255  
 primate censuses, 256
- Lineplots, 37
- Liverworts (preserving), 107
- Log books, 55, 285
- Logging  
 ecological impact, 281  
 regeneration after, 116
- Longitude, 67

**Index**

- Lopé, Gabon, 117, 151, 247,  
 LOPES (program), 39, 227, 265  
 Magnetic deviation, 62  
 Mammals (measuring), 187  
 Management Plan 10  
   how is it useful?, 10  
   steps in development of, 11  
   what is a management plan, 10  
 Mann-Whitney *U* test, 356-361, 408  
 Mapping a trail, 72  
 Maps  
   contour lines, 65  
   graphic scale, 64  
   important features, 63  
   locating a study site, 64  
   map making, 65, 66  
   orientation, 65, 76  
   overlays, 66  
   sketch maps, 66, 324  
   symbols, 65  
   vegetation, 140  
   what is a map, 62  
 Marantaceae forest, 127  
 Market surveys, 333  
 Marking animals, 284, 286  
 Matched measurements, 354  
 Mean, 37, 38, 346  
   calculating, 43  
 Measuring animals  
   birds, 188  
   mammals, 187  
   reptiles, 190  
 Median, 37, 38, 346  
 Median line (tracks), 175, 177  
 Mode 37, 38  
 Monogamy, 291  
 Mosses (preserving), 107  
 Measurements  
   categorical, 31  
   interval, 31  
   nominal, 31  
   ordinal 31  
   properties of, 31  
 Microbiology, 202  
 Monitoring (elephants) 233  
 Montane forest (gorilla censuses), 244  
 Mortality rate (trees), 140  
 Mungo Park, 89  
 Navigating  
   around obstacles, 77  
   by compass, 76  
   deliberate offset, 78  
 Necropsies  
   behavioural data from, 318  
   carcass dissection, 205-215  
   equipment, 197  
   examining carcass, 202  
   general considerations, 196  
   organ samples, 209  
   post-necropsy, 216  
   safety precautions, 199  
   tissue samples, 202, 203  
   why necropsy?, 196  
 Nests (ape)  
   data sheet, 239  
   decay, 238, 251  
   density, 234, 242, 250  
   distinguishing, 245  
   perpendicular distance measurements, 250  
   types, 245  
 Night surveys, 258  
 NOAA-AVHRR, 146  
 Normal distribution, 34, 43, 236, 347  
   calculating confidence limits, 45  
 Nouabalé-Ndoki, 221  
 Observation of behaviour, 296  
 One-tailed statistical test, 353  
 Organising information / data, 427  
 Open-ended questions, 343  
 Opportunistic sampling, 296  
   problems with, 299  
 Parasites (preserving), 194, 204  
 Parasitology, 204  
 Patrol-based surveys, 221  
 Phenology (plant)  
   fruit fall, 148  
   *in situ*, 149  
 Photographs  
   of animal tracks, 170  
   of plants, 99  
 Plantigrade (foot), 163  
 Plant press, 100  
 Plant specimens  
   collecting, 90  
   labelling, 93  
 Plaster casts (of animal tracks), 170  
 Plots, 22, 135, 137,  
   randomly locating, 25

**Index**

- size, 141
- Poaching (effect on group composition), 280
- Point counts, 259
- Poisson distribution, 32
  - calculating confidence limits, 46
- Polyandry, 291
- Polygamy, 291
- Post-stratification, 26
- Precision, 38-39
  - of observations, 58
- Presentations, 424
- Preserving animal specimens, 185
  - amphibians, 194
  - birds, 194
  - dung, 160, 194
  - fish, 194
  - for DNA extraction, 246
  - horns, 191
  - labelling, 195
  - mammals, 191
  - parasites (soft bodied), 194
  - recording information, 186
  - reptiles, 194
  - skins, 194
  - skulls, 191
  - specimen catalogue, 195
  - stomach contents, 194
  - turtle shells, 194
- Primate censuses, 256
- Probability distribution, 353
- Protecting data, 428
- Pteridophytes (preserving), 108
- Questionnaires, 342-343
- Rabies, 196
- Radio telemetry, 318
- Radius (circle), 131
- Rainfall (measuring), 86-87
- Rain gauge, 86
- Rare events (recording), 55, 292, 298
- Role of a protected area manager, 1-2
- Roles of protected areas, 3-5
- Random numbers, generation, 24
- Range, 38
- Recce (census), 221, 260
  - comparing with transects, 262
  - data analysis, 264
  - density estimation, 264
  - practical details, 260
- Recce-transect surveys, 263
- Recruitment, 140
- Reproductive behaviour, 298
- Reptiles
  - descriptive terminology, 189
  - dissection, 214-215
  - preserving, 194
- Research
  - common pitfalls, 20
  - needs and supervision, 12-13
  - practical considerations, 20
  - reports, 415
  - hypothesis testing, 18,
  - post hoc analyses, 20
  - summaries, 422
- Resources exploited (human), 334
- Rodents, 116
- Population census (human), 327
- Sample size
  - effect on frequency distributions, 36
  - importance of, 29
  - in vegetation description, 138
  - how large (transects), 223
- Sampling
  - ad libitum*, 306
  - area, 22
  - behaviour, 306
  - bias, 24
  - scans, 308-313
  - dividing sampling area into blocks, 25
  - opportunistic, 296, 299
  - random, 23
  - representative, 23
  - socio-economic, 330
  - systematic, 23, 299
  - units, 22
- Scan sampling, 308-313
- Scats (carnivore)
  - analysis, 161
  - collection, 161
- Scientific names, 417
- Seasonal activities calendars, 331-333
- Skins (preserving), 194
- Skulls (preserving), 191
- Satellite imagery, 144
- Seasonal changes (animal density), 230
- Secondary forests, 120
- Serology, 204
- Shade
  - tolerant plants, 123

**Index**

- intolerant plants, 123
- Side looking radar, 145
- Significance levels (denotation of), 41
- Size classes (trees), 129
- Sketch maps, 66, 324
- Sketches, 54, 99
- Slope
  - calculating steepness, 71
  - percentage, 71
- Spearman rank correlation coefficient, 391-399, 412
- Species-area curve, 138, 139
- Specimen catalogue, 195
- SPOT image, 147
- Standard deviation, 44, 47
- Standard error, 44, 47, 350
- Statistical tables, 408-412
- Statistical tests, 39-40, Chapter 16
  - classic, 42
  - likelihood, 42
  - why are they important, 42
- Stomach contents, 194
- Stratification, 26, 219
- Step (tracks), 175
- Straddle (tracks), 176
- Stride (tracks), 176
- Students "t"-values, 45
- Succession, 120
- Surveys (animal)
  - general surveys, 218
  - preliminary surveys, 219
  - sweep censuses, 265
- Systematic sampling, 299
  - sampling plans, 300
- Synthetic aperture radar , 145
- t* test for matched samples, 381-383, 410
- t* test for unmatched samples, 376-380, 410
- Technical reports, 414
- Temperature (measuring), 284
- Territoriality, 287
- Test statistics, 352
- Thermometer
  - max-min, 83
  - wet-dry, 85
- THV, 127
- Tissue samples, 202, 203
- Toxicology, 204
- Tracks / trail (recording)
  - ageing, 172
  - age class, 153
  - field kit, 167
  - finding, 164
  - for identifying animals, 153
  - front, 174
  - hind, 174
  - measurements, 168, 174
  - median line, 175
  - plaster casts , 170
  - photography, 170
  - right or left?, 174
  - recording data, 168
  - sex, 153
  - step, 175
  - track drawings, 169
  - track patterns, 175, 178
  - track 'trap', 165
  - what to record, 167
- Transects, 22, 138, 221, 255
  - animal sightings, 255
  - dangers of, 221
  - equipment needs, 225
  - group sizes, 258, 277
  - habitat description, 253
  - how long, 223
  - how to cut a, 222
  - mapping, 254
  - observers, 223
  - one-off, 222
  - permanent, 222
  - sample size, 223
  - season, 224
  - theory, 226-229
  - time of day, 224
  - village, 324
  - weather, 225
- Transporting specimens
  - botanical collections, 108
  - necropsy samples, 196, 207
- Treefall gaps, 124
- Triangulation, 78
- TROPIS, 142
- Trot, 178
- Tuberculosis, 197
- Turnover rate, 82, 140
- Turtle shells (preserving) 194
- Tusks (measuring), 187
- Two-tailed statistical test, 353
- Uganda Wildlife Authority, 1

**Index**

- Ungulates
  - dissection, 212
  - dung age classes, 242
  - dung counts, 242
- Unmatched measurement, 354
- UTM coordinate, 68
- Variance, 42, 346
  - calculating, 43
- Vegetation description
  - equipment needs, 134
  - qualitative, 118-119
  - quantitative, 126, 134-140
- Vegetation types, 119-122
  - mapping, 140
- Village meetings, 340-342
- Village transects, 324-327
- Virology, 202
- Walk (tracking), 177
- Weather
  - describing graphically, 88
  - effect on transect samples, 225
  - why record the weather?, 81
- Wilcoxon matched pairs test, 361-367, 409
- $\chi^2$  test for association, 384-390, 411
- $z$  test for matched samples, 373-375
- $z$  test for unmatched samples, 367-372

