

BA_TH 388
DK 10977

MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

en cohabilitation avec :

UNIVERSITÉ D'ORLÉANS - UNIVERSITÉ PARIS I - UNIVERSITÉ PARIS IV
UNIVERSITÉ PARIS VII - ÉCOLE NORMALE SUPÉRIEURE DE FONTENAY-SAINT-CLOUD
INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE PARIS-GRIGNON

DEA ENVIRONNEMENT

TEMPS, ESPACES, SOCIÉTÉS (ETES)

(Gestion de la biodiversité et développement durable)

ANNEE UNIVERSITAIRE 1998-1999

14 OCT. 1999

MEMOIRE DE STAGE

SCHWARTZ Tristan

**L'ORGANISATION SPATIALE DU CERF RUSA
(*CERVUS TIMORENSIS RUSSA*) EN ZONE DE SAVANE
À POYA (NOUVELLE-CALÉDONIE)**

**MISE EN PLACE D'UN SIG (SYSTÈME D'INFORMATION
GÉOGRAPHIQUE), OUTIL D'AIDE À LA GESTION**

CIRAD-Dist
UNITÉ BIBLIOTHÈQUE
Baillarguet

Option 1 : Ecologie, gestion des milieux, biodiversité



RESPONSABLES DU STAGE : Sébastien LE BEL et Gérard DE WISPELAERE



* 0 0 0 0 0 1 6 0 4 *

SOMMAIRE

CIRAD-Dist
UNITÉ BIBLIOTHÈQUE
Baillarguet

Résumé, abstract	1
Remerciements	2
Introduction	3
Généralités	6
1. La Nouvelle-Calédonie	6
1.1. Milieux naturels	6
1.2. Milieux humains	10
2. Le cerf rusa (<i>Cervus timorensis rusa</i>)	12
Présentation de la zone d'étude	15
1. Présentation et localisation	15
2. Caractéristiques climatiques	16
3. Caractéristiques géologiques, géomorphologiques et pédologiques	16
4. Formations végétales	17
5. Principales espèces animales	18
Étude mise en place	20
1. Problématique	20
1.1. Contexte	20
1.2. Objectifs	21
1.3. Intérêt de maintenir la biodiversité sur la propriété	23
1.4. Intérêt de maintenir un système mixte	23
1.5. Choix de la méthode	23
2. Matériel et méthodes	25
2.1. Les SIG : principe	25
2.2. Le line transect : principe	27
2.3. Mise en place de la méthode sur le terrain	28
2.4. Traitement de l'information	29
3. Résultats	32
4. Discussion	46
4.1. Hypothèses relatives à l'interprétation des observations effectuées	46
4.2. Limites de la méthode	48
5. Conclusion	51
Conclusion générale	53
Bibliographie	54
Annexes	62
1. Relief de la Nouvelle-Calédonie	63
2. Principaux types de sols présents en Nouvelle-Calédonie	64
3. Végétation de la Nouvelle-Calédonie	65
4. Faune de la Nouvelle-Calédonie	69
5. Contexte socio-économique de la Nouvelle-Calédonie	71
6. Les cervidés : généralités	76
7. Le cerf rusa : généralités	82
8. L'introduction du cerf rusa en Nouvelle-Calédonie	88
9. Le système GPS	94
10. Exemple de base de données	95

Résumé

Mots clés : *cerf rusa, Nouvelle-Calédonie, gestion durable, SIG, environnement, biodiversité, chasse, élevage.*

Introduit en 1870 dans l'île principale de la Nouvelle-Calédonie, le cerf rusa (*Cervus timorensis rusa*), bénéficiant d'un contexte très favorable, s'est répandu dans tous les types d'écosystèmes.

Sur une propriété privée de 3700 hectares de la commune de Poya (Province Sud), un nombre important de cerfs en liberté cohabitent avec des bovins en élevage extensif. L'exploitation cynégétique dont ils font l'objet ne diminue pas significativement leur nombre. Leur densité relativement forte entraîne un certain nombre de dégradations au niveau des formations végétales qu'ils exploitent. Outre le fait que le surbrouillage représente une menace pour la biodiversité de ces écosystèmes, il est également de nature à compromettre la pérennité de l'exploitation de cette ressource alimentaire.

Afin de mettre en place sur la propriété un système de gestion durable de cette espèce, qui sera également transposable à d'autres régions du territoire, le CIRAD, en collaboration avec la Province Sud, mène actuellement un certain nombre de travaux destinés à mieux connaître la biologie du cerf rusa. Notre étude s'insère dans ce contexte. Elle a pour thème la réalisation d'une campagne de dénombrements des cervidés par la méthode « line transect » de nuit, étalée d'octobre 1998 à juin 1999. Celle-ci a permis la mise en place d'un SIG (Système d'information géographique) mettant en évidence l'occupation des différentes formations végétales par les cerfs. Les résultats obtenus montrent d'importantes variations au niveau temporel de l'effectif des cerfs présents sur la propriété et de leur organisation spatiale.

L'exactitude de nos résultats n'est pas encore démontrée et une interprétation de ceux-ci est pour l'instant difficile à envisager de façon fiable. Ce n'est qu'une fois les autres travaux destinés à la mise en place du système de gestion achevés que pourra se faire le passage au stade de la mise en application.

Abstract

Key words : *rusa deer, New-Caledonia, future management, GIS, environment biodiversity, hunting, breeding.*

Introduced in 1870, in the main island of New-Caledonia, the rusa deer (*Cervus timorensis rusa*), because of a very favourable habitat, has invaded all kinds of ecosystem.

On a private property of 3700 hectares in the commune of Poya (South Province), a lot of wild deer live with cattle in extensive breeding. The hunting of these deer isn't enough to decrease their numbers significantly. Their quite important density causes a certain amount of damage to the vegetation they use. Apart from the fact that excessive grazing threatens the biodiversity of these ecosystems, it also threatens the future of the exploitation of this food resource.

To institute a future management system of this species on the property, which will be applicable in other areas of the territory, CIRAD, with the collaboration of South Province, is now undertaking studies to improve our understanding of rusa deer biology. Our study is a part of this context. Its objective is a census of deer using the "line transect" method by night, from October 1998 to June 1999. This method permits us to create a GIS (Geographical Information System) which shows the distribution of deer in the different kinds of vegetation. Results obtained showed us important changes, at different times, in the numbers of deer on the property and of their spatial organisation.

The value of our results is not yet proven and it is difficult to give a good interpretation of them for the time being. When the other studies which contribute to this management system are complete, we shall be able to apply our findings.

Remerciements

Au terme de ce stage, je tiens à remercier tout particulièrement et chaleureusement les personnes suivantes :

En Nouvelle-Calédonie

- l'équipe du CIRAD de Port Laguerre (Province Sud), qui m'a permis d'effectuer ce stage, entre autres MM. S. Le Bel, F. Brescia, N. Barré et D. Bourzat ;
- les représentants de la Province Sud de Nouvelle-Calédonie, qui ont contribué à la réalisation du programme auquel j'ai participé ;
- le CIRAD de Pouembout (Province Nord), pour son assistance technique ;
- M. M. Metzdorf, éleveur à Poya (Province Sud), qui nous a accueillis sur sa propriété ;
- M. B. Bonzon, pour ses précieux conseils et sa disponibilité, ainsi que ses collègues de l'IRD (ex-ORSTOM) de Nouméa, pour leur accueil ;
- M. S. Dutéis, de la Direction des ressources naturelles de la Province Sud, pour ses renseignements au sujet du traitement de l'information ;
- M. C. Sand, du Musée territorial de Nouméa, pour ses conseils relatifs au domaine de l'anthropologie.

En Métropole

- la Fondation internationale pour la sauvegarde de la faune, dont l'aide m'a été précieuse ;
- l'équipe du CIRAD de la Maison de la télédétection à Montpellier, entre autres MM. G. De Wispelaere, G. Grellet et A. Clopes ;
- l'équipe du CIRAD de Baillargues, pour ses conseils ;
- M. le Pr. J.C. Lefeuvre, Mme J. Leduchat d'Aubigny et M. le Pr. P. Blandin, du Muséum national d'histoire naturelle, pour l'aide qu'ils m'ont apportée ;
- Mme D. Guillaud, qui m'a aidé à établir certains contacts en Nouvelle-Calédonie, et ses collègues du laboratoire ERMES d'Orléans, qui m'ont conseillé dans la recherche d'un stage ;
- M. F. Baudoin et ses collègues du Conservatoire national de botanique, qui m'ont apportés certains renseignements au sujet du traitement de l'information ;
- Mme S. Thévenon et Mme A. Bonnet, du Zoo de Vincennes, pour leurs conseils relatifs à ma recherche bibliographique ;
- enfin tous ceux et celles qui ont contribué d'une manière ou d'une autre au bon déroulement de ce stage.

« ... Nul Néo-Calédonien, qu'il soit européen ou autochtone, ne concevrait aujourd'hui son île sans cerf »

Jacques Barrau et Louis Devambeze (1957)

INTRODUCTION

La Nouvelle-Calédonie est un territoire caractérisé par un degré d'endémisme remarquable, notamment en ce qui concerne sa flore. Si la faune vertébrée terrestre indigène est relativement pauvre, plusieurs espèces exotiques animales et végétales ont été introduites sur le territoire depuis l'arrivée des Européens. C'est le cas notamment des ongulés herbivores, à des fins d'élevage ou d'exploitation cynégétique (Le Bel *et al.*, 1999).

Parmi ceux-ci, le cerf rusa (*Cervus timorensis russa*), qui constitue l'une des ressources animales les plus importantes de Nouvelle-Calédonie, mais qui est également responsable d'un certain nombre de modifications dans l'équilibre des écosystèmes.

La plupart des travaux effectués jusqu'à présent sur ce cervidé ont porté sur l'analyse du système de production et sur la mise au point de modèles d'exploitation en système clôturé. Les travaux menés sur la biologie de ce cervidé en Nouvelle-Calédonie restent des études préliminaires de courte durée, sans connexion les unes avec les autres. La connaissance partielle de la biologie du cerf rusa constitue un handicap pour la mise au point des méthodes de suivi et de gestion des populations de cette espèce.

Un vaste programme de gestion des ressources naturelles associant les pouvoirs publics (Provinces, Territoire...) et l'ensemble des départements du CIRAD (Centre international en recherche agronomique pour le développement), partenaire privilégié pour la recherche et le développement en Nouvelle-Calédonie, a donc été mis en place. Les objectifs du programme sont de définir les principales zones d'intérêt écologique du Territoire et de fournir les bases scientifiques pour une meilleure gestion des milieux naturels qui les composent, ainsi que de la biodiversité qu'elles hébergent (ongulés sauvages, avifaune endémique, espèces à forte valeur patrimoniale...).

Pour ce faire, le CIRAD a, dès 1998, et en partenariat avec les Provinces, initié un certain nombre de travaux dans le domaine de la gestion des ongulés sauvages :

- en zone forestière de la Province Nord, une étude vise à évaluer l'impact des populations de cerfs sauvages sur le repeuplement en kaori (*Agathis morei*), un

gymnosperme endémique, en intégrant les pratiques de chasse des populations riveraines ;

- en zone de parcours d'élevage extensif de la Province Sud, un suivi de populations sauvages (radio-pistage, dénombrement terrestre, analyses des tableaux de chasse) doit permettre de mieux comprendre l'utilisation par le cerf rusa des faciès composant le paysage.

Une étude portant sur la biologie du cerf rusa en milieu naturel et la gestion des populations de cervidés sauvages est actuellement menée dans une propriété privée de 3700 hectares, dans la région de Poya, à environ 200 km de Nouméa, sur la côte Ouest de l'île. Elle doit à terme proposer à l'éleveur un plan de gestion de son cheptel sauvage.

Mon stage, effectué de mars à août 1999 dans le cadre du programme ECONAP (Écosystèmes naturels et pastoraux) du département EMVT (Élevage et médecine vétérinaire en milieu tropical) du CIRAD, s'insère dans cette étude. Celle-ci s'inscrit elle-même dans le cadre d'une convention passée entre la DRN (Direction des ressources naturelles) de la Province Sud de Nouvelle-Calédonie et le CIRAD.

L'objectif général de ce stage est d'améliorer la connaissance de la biologie du cerf rusa, notamment sur le plan comportemental. La problématique est plus précisément axée sur le comportement spatial de cette espèce en zone de parcours exploitée par les bovins.

Nous sommes ainsi amené, pour différentes périodes de l'année à :

- estimer l'effectif global des cerfs présents sur la propriété (travail auquel j'ai contribué sur le terrain, mais principalement effectué par S. Le Bel pour ce qui est du traitement statistique des données) ;
- identifier les zones préférentiellement fréquentées par les cerfs.

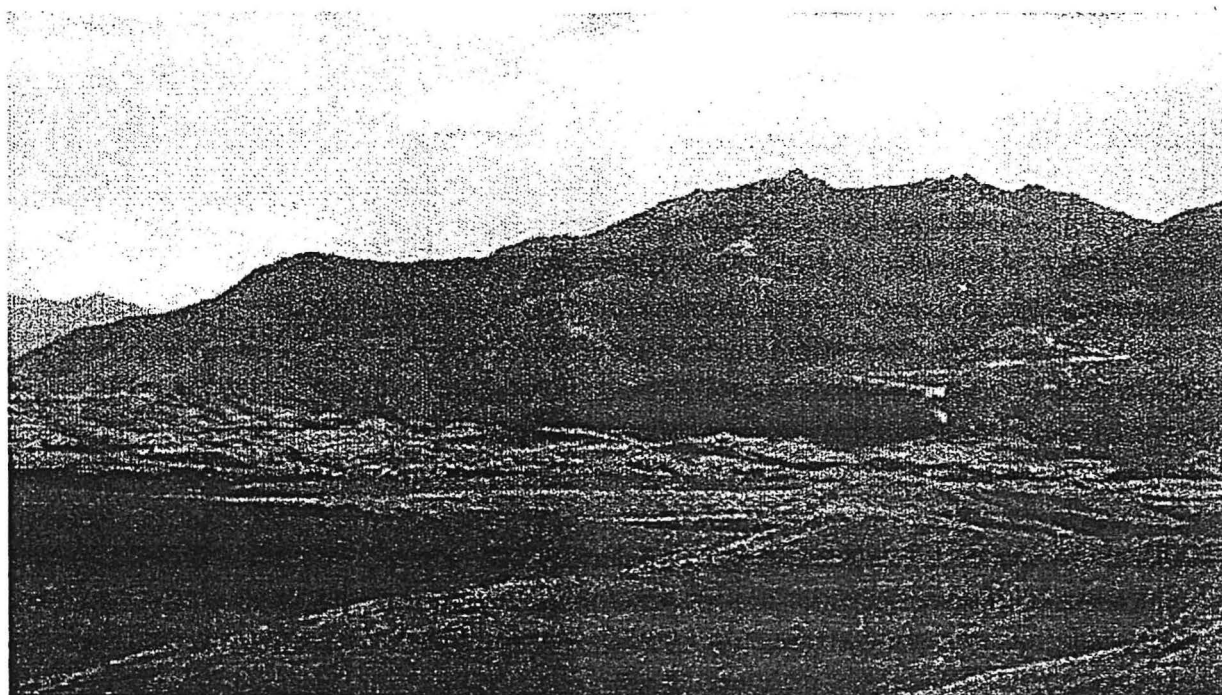
Une typologie qui classe les 19 formations végétales de ce domaine a été réalisée auparavant (Chalaye, 1998). Celles-ci ont été cartographiées et analysées en termes de fonction (alimentation, habitat). Une dégradation des zones de pâturage a, en différents endroits, été mise en évidence. Les informations recueillies ont permis la mise en place d'une base de données géographique, première étape dans la construction d'un SIG (Système d'information géographique). Mes données géographiques seront spatialisées à l'aide du logiciel de cartographie MapInfo et associées à une base de données sous Excel afin de compléter ce SIG, outil d'aide à la décision.

Nous allons, dans ce rapport, rendre compte du travail qui a été effectué dans le cadre de ce stage. Dans une première partie, nous présenterons brièvement la Nouvelle-Calédonie, afin de bien faire ressortir à quels types d'écosystèmes et à quel contexte socio-économique nous avons à faire ; nous y fournirons également une

information de base relative au cerf rusa considéré dans ce contexte. Ces généralités seront reprises en annexes. Nous nous consacrerons ensuite, dans une deuxième partie, à une présentation géographique de la propriété qui nous a servi, comme aux autres membres de l'équipe, de terrain d'étude. Nous aborderons enfin, dans une troisième partie, l'étude proprement dite, sa problématique, la méthodologie mise en œuvre sur le terrain et les résultats obtenus, qui seront discutés afin de mettre en évidence ce que pourra être leur mise en application.



Paysages de la zone d'étude (commune de Poya)



Cliché : T. Schwartz 1999



Cliché : T. Schwartz 1999

GÉNÉRALITÉS

- **La Nouvelle-Calédonie**
- **Milieus naturels** (cf. annexes 1 à 4)

Située dans l'océan Pacifique, à environ 22° de latitude Sud et 166° de longitude Est, à 150 km au nord du Tropique du Capricorne et à environ 19 000 km de la France métropolitaine, la Nouvelle-Calédonie est un archipel dont les terres émergées couvrent 18 575 km² (cf. carte 1). L'île principale, appelée Grande Terre, représente la grande majorité de ce territoire. Elle est divisée en deux provinces, la province Sud et la province Nord, et s'étale sur environ 400 km du nord au sud et 50 km d'est en ouest. Ses dépendances sont l'île des Pins (rattachée à la province Sud), les îles Loyauté – Lifou, Maré et Ouvéa -, qui forment la province des Îles, ainsi que de nombreux îlots et récifs (cf. carte 2). Cet ensemble fait partie de la Mélanésie.

Le climat, sous influence océanique, est considéré suivant les auteurs comme tropical ou subtropical. La température moyenne est d'environ 23°C. Les variations annuelles de la ceinture anticyclonique subtropicale au sud et de la zone de convergence intertropicale au nord (ZCIT) déterminent quatre saisons (ORSTOM, 1981 ; CTRDP et ORSTOM, 1989) :

- *de mi-novembre à mi-avril*, c'est la saison chaude, l'époque des dépressions tropicales et des cyclones ;
- *de mi-avril à mi-mai*, c'est une saison de transition, pluviosité et températures décroissent progressivement ;
- *de mi-mai à mi-septembre*, c'est la saison fraîche ; la ZCIT est dans l'hémisphère nord ; des perturbations d'origine polaire traversent la mer de Tasman et atteignent souvent le territoire ;
- *de mi-septembre à mi-novembre*, c'est la " belle saison ", la température augmente sensiblement, c'est l'époque la moins pluvieuse de l'année.

Outre l'irrégularité saisonnière, il existe aussi une irrégularité interannuelle. Cette dernière peut être occasionnée par le phénomène *El niño*, mais aussi par le passage des cyclones et des dépressions tropicales, qui se manifestent de façon aléatoire.

Les microclimats sont nombreux, les précipitations varient suivant les régions. La côte Est, au vent, reçoit des hauteurs pluviométriques qui sont souvent le double de celles enregistrées sur la côte Ouest, dite sous le vent. Cela est dû principalement au fait qu'une chaîne de montagnes parcourt toute la Grande Terre du nord au sud et que les vents dominants sont des vents d'Est. La côte Ouest est essentiellement constituée de plaines et de collines, alors que la côte Est présente un relief plus marqué.

Les sols de la Nouvelle-Calédonie sont très diversifiés. Les principaux types de sols sont les suivants (ORSTOM, 1981 ; CTRDP et ORSTOM, 1989) :

- sols sur péridotites ;
- sols sur schistes volcano-sédimentaires ;
- sols bruns sur basalte et flyschs ;
- sols sur alluvions.

La Nouvelle-Calédonie est l'une des plus grandes et des plus anciennes terres émergées du Pacifique tropical. Sa flore indigène présente une très importante diversité, qui en fait, avec 3000 espèces de végétaux supérieurs, dont 76 % sont endémiques, un des hauts lieux écologiques de l'Océanie (Chazeau *et al.*, 1995 ; Morat, 1995 ; Morat *et al.*, 1994).

Les formations végétales sont également très diversifiées. Les principales sont les suivantes (ORSTOM, 1981 ; Schmid, 1987 ; CTRDP et ORSTOM, 1989) :

- mangrove ;
- forêts humides sempervirentes ;
- forêt sclérophylle ;
- maquis sur roches ultrabasiques ;
- maquis sur roches acides ;
- savanes.

Si les forêts et la mangrove constituent ce que l'on peut appeler la végétation autochtone, les maquis et savanes sont le résultat d'interventions et d'actions d'origine anthropique et ne sont pas, à ce titre, caractérisés comme flore primitive.

Avant même l'arrivée des Européens, de nombreuses introductions d'espèces avaient déjà été effectuées par les Mélanésiens. Certaines sont devenues très problématiques, se multipliant sans qu'il existe de facteurs de contrôle suffisants dans l'écosystème (Toutain, 1998). Cela a contribué, avec la déforestation, à réduire de moitié la végétation primaire qui couvrait autrefois la totalité du territoire. La Nouvelle-Calédonie est même citée par Myers comme l'un des dix points chauds de la déforestation tropicale (1988).

La diversité de la faune vertébrée indigène est relativement élevée, compte tenu de la superficie du territoire. Cette diversité concerne cependant surtout l'avifaune (Hannecart, 1988 ; Gargominy *et al.*, 1996) et l'herpétofaune (Bauer et Sadlier, 1993 ; Mittermeier *et al.*, 1996), la faune mammalienne étant plus réduite.

Une grande partie de la faune néo-calédonienne actuelle a été introduite par l'homme, notamment les ongulés, dont la forte capacité d'adaptation a permis la colonisation, sauf exception, de tous les milieux naturels de la Grande Terre (Le Bel *et al.*, 1999 ; Toutain, 1998). C'est le cas des cervidés, des bovins, des chevaux, des caprins et des cochons sauvages. Cela a des conséquences importantes sur la compétition interspécifique entre espèces végétales, certaines plantes endémiques

ayant même disparu alors que d'autres prolifèrent. Nous reviendrons dans le chapitre consacré à la présentation du cerf rusa sur l'importance de sa présence depuis 1870, date de son introduction en Nouvelle-Calédonie.

1.2. Milieux humains (cf. annexe 5)

La Nouvelle-Calédonie est peuplée par l'homme depuis plusieurs milliers d'années. En 1774, James Cook découvre la Grande Terre et 80 ans plus tard commence une véritable colonisation avec la prise de possession du territoire par la France (Grundman *et al.*, 1998). Aujourd'hui, l'archipel compte environ 200 000 habitants, ce qui représente, avec 10 habitants/km² et seulement 5 en dehors de Nouméa, une très faible densité de population.

L'économie est dominée par l'exploitation du nickel et les transferts financiers de la Métropole. L'agriculture ne couvre pas totalement les besoins locaux. Elle joue cependant un rôle important dans la société, la production vivrière suffisant à nourrir les tribus. L'élevage représente 93 % de la surface agricole. C'est la principale activité des " colons " néo-calédoniens. Leurs fermes sont des exploitations extensives appelées " stations ", situées pour la plupart sur la côte Ouest. Les productions animales sont dominées par l'élevage bovin. Il s'agit de la principale source de revenu agricole du territoire (DAF, 1997). D'autres types d'élevages, moins importants, sont également représentés. La place des cervidés dans l'économie locale sera abordée dans le chapitre consacré au cerf rusa.

Bien qu'étant une espèce introduite, le cerf rusa fait aujourd'hui partie intégrante de la culture néo-calédonienne. Il est même l'un des animaux emblématiques du territoire, aux côtés d'espèces endémiques telles le notou (*Ducula goliath*), le cagou (*Rhynocetos jubatus*) et la perruche d'Ouvéa (*Eunymphicus cornutus uveaensis*), qui sont également des symboles de la Nouvelle-Calédonie. L'image du cerf apparaît ainsi sur différents produits : blason de commune, billets de banque, timbres poste, cartes postales, boîtes d'allumettes, tee shirts, etc.

Bien que le cerf soit d'introduction trop récente pour avoir pu acquérir une valeur sacrée et faire partie des représentations symboliques mélanésiennes, il nous a paru important, avant d'entrer dans le vif du sujet, d'évoquer ce qu'est la culture canaque et les conséquences de sa rencontre avec la culture européenne. Cela nous semble utile à une meilleure compréhension de la vision qu'ont les Mélanésiens de leur environnement.

D'après les écrits de Maurice Leenhardt (1947), auteur de nombreux travaux sur la culture canaque, le Mélanésien a une vue cosmomorphique du monde : il ne se distingue pas de la nature. Il y a notamment une identité de substance et de structure entre le monde végétal et l'humain. Un tubercule comme l'igname a, par exemple, une valeur sacrée. La réussite du mariage est conditionnée par le bon ordre de toutes

les relations des totems engagés dans le croisement de vie des deux clans dont sont issus les époux. Les totems, éléments importants de la vie affective dans la société, sont d'ailleurs souvent représentés par des animaux. Ce sont en quelque sorte des dieux. Toutefois le cerf est encore d'une introduction trop récente pour avoir pu acquérir une place parmi ces représentations symboliques. Le mort, qui est lui aussi une sorte de dieu, est appelé *bao*. Il n'est pas distingué du monde : il se fond parmi les rochers, les montagnes, les végétaux..., leurs structures lui sont analogues.

Nous constatons donc que les croyances des Mélanésiens leur imposent un certain respect vis-à-vis de la nature. Depuis toujours existent des systèmes traditionnels de gestion des milieux naturels, les activités de pêche, chasse, horticulture et cueillette étant codifiées à travers des rituels et des interdits religieux qui participent, de façon intentionnelle ou non, à la gestion des ressources. On constate, par exemple, au niveau des chefferies du Nord-Est de la Grande Terre, que toute activité cynégétique ou horticole se trouve subordonnée aux rituels propitiatoires mis en œuvre par les maîtres de la terre pour que les génies, gardiens du pays, accordent à chacun l'autorisation d'entreprendre une partie de chasse ou de pêche, de préparer les jardins ou de partir pour une cueillette abondante. Le caractère performatif de ces modes traditionnels de gestion des ressources naturelles pour la période contemporaine n'est pas avéré, faute de recherches récentes. Il faut toutefois rappeler que l'arrivée des Européens et l'introduction du christianisme, religion souvent considérée par les ethnologues comme anthropocentrique, ont entraîné d'importants changements culturels. Le Mélanésien a cependant adopté les religions chrétiennes, dont il perçoit mythiquement les réalités. Cela lui permet de faire coexister mythe et science.

Précisons à ce sujet qu'au départ les Blancs se sont efforcés de convaincre les Canaques de l'aspect archaïque de leur culture, les incitant à en avoir honte. Ainsi pouvait-on lire en 1930 dans les écrits de Leenhardt : " la génération nouvelle n'a que faire de son passé, elle l'ignore, elle le voudrait même enfoui plus loin dans les âges " (p. 7). Cela n'a toutefois pas empêché cette culture de se maintenir sous certains aspects. Pendant longtemps, les préoccupations des Européens étaient, en effet, surtout axées sur les richesses économiques du pays. Si la culture canaque a survécu à près d'un siècle et demi de colonialisme, il n'est cependant pas facile d'en extraire les aspects réellement authentiques.

Aujourd'hui, les Canaques tiennent à la conservation de leur culture. Le sentiment de honte évoqué précédemment a disparu, notamment grâce au Festival " Mélanésia 2000 ", organisé en 1975 par Jean-Marie Tjibaou, qui contribua fortement à faire émerger la conscience d'une identité culturelle et ethnique (Schwartz, 1998).

Après cet aperçu global de la Nouvelle-Calédonie, destiné à mieux comprendre le contexte dans lequel s'effectue l'exploitation des cervidés, nous

allons à présent présenter brièvement les caractéristiques du cerf rusa et les conséquences de son introduction en Nouvelle-Calédonie.

2. Le cerf rusa (*Cervus timorensis russa*) (cf. annexe 6 à 8)

Le cerf rusa, appelé aussi rusa ou cerf de Java, est originaire d'Indonésie (cf. carte 3). C'est le cerf dominant dans tout l'archipel indo-pacifique.



Carte 3 : Lieu d'origine du cerf rusa (Montulet, 1984)

Il est de taille moyenne. Le mâle adulte pèse 90 à 120 kg et la femelle 50 à 60 kg (Chardonnet, 1988 ; Grimaud, 1992). Le pelage a une couleur brun rouge. Seul le mâle porte des bois. Le trophée comprend 6 dagues. Le rut s'étend, en général, de juillet à début septembre en Nouvelle-Calédonie (Bianchi, 1992) et les naissances d'avril à juin. Le cerf rusa est un animal grégaire, il vit le plus souvent en petits groupes d'une dizaine d'individus. Sa nourriture est composée d'herbes, feuilles et fruits. Son comportement de pousseur mixte lui permet de valoriser aussi bien les zones de parcours embuissonnées que les pâturages améliorés (Corniaux *et al.*, 1997). Il présente de nombreuses qualités pour les éleveurs mais représente toutefois moins de 1 % des cerfs en élevage dans le monde (Maudet, 1998).

Introduit en Nouvelle-Calédonie en 1870 avec seulement 12 individus, le cerf rusa a, en quelques dizaines d'années, envahi la totalité de la Grande Terre en raison de la faculté d'adaptation de l'espèce, de la faible pression de chasse, de l'absence de prédateurs naturels, du contexte écologique favorable, de l'absence d'obstacles

naturels et des conditions sanitaires très bonnes (Desvals *et al.*, 1992). Le nombre exact de cerfs présents à l'heure actuelle sur le territoire est peu connu. Il serait compris entre 100 000 et 120 000 têtes environ (Chardonnet, 1992). Sa densité, considérée comme forte à partir de 20 têtes par km², dépasse 350 individus par km² dans certaines zones.

L'élevage de cerfs en Nouvelle-Calédonie s'est développé vers le milieu des années 80 avec la mise en place d'une législation permettant le développement d'une filière cervidés (Le Bel, 1993). On compte actuellement 12 000 individus répartis dans une trentaine de fermes (Le Bel *et al.*, 1998). L'exploitation standard est de type extensif (Toutain, 1984). Les éleveurs ne clôturent en général qu'une partie de leur propriété et possèdent donc de vastes surfaces peuplées de cerfs sauvages non utilisés en élevage. Ceux-ci font souvent l'objet d'une activité cynégétique. En ce qui concerne les infections parasitaires, il faut souligner que le cerf rusa est relativement sain (Leroux, 1991). Le facteur limitant de l'élevage est donc avant tout l'alimentation, lorsque celle-ci est mal gérée (Mac Kenzie, 1985).

La participation du cerf au façonnage, à la transformation et à la dégradation des paysages et de la biodiversité est certaine, mais sa nature et ses processus ne sont pas établis. C'est le cas notamment dans des régions comme celles de la côte Ouest (Le Bel, 1999).

L'introduction des cerfs est ainsi en partie responsable du recul des végétations primaires. L'abrutissement excessif entraîne par endroits une modification des faciès de végétation et une dégradation de la capacité de charge des massifs (Letourneur et Pascal, 1994 ; Mittermeier *et al.*, 1996), et a, entre autres, pour conséquence la disparition du sous-bois de la forêt sclérophylle par absence de recrues (Jaffré et Veillon in Gargominy *et al.*, 1996).

De plus, la résistance au broutage de certaines plantes allochtones aboutit à la formation de faciès monospécifiques. C'est le cas du faciès à *Homalium deplanchei* dans le secteur de Déva à Bourail. Dans cette même région, le cerf rusa est par ailleurs suspecté de favoriser l'extension de certaines adventices, comme le goyavier (*Psidium goyavia*) et le lantana (*Lantana camara*). L'action du cerf, additionnée à celle du lapin (*Oryctolagus cuniculus*), a même contribué récemment à l'extinction d'une espèce arbustive de la forêt sclérophylle, *Pittosporum tianianum* (Bouchet *et al.* in Gargominy *et al.*, 1996).

L'exploitation accrue du cerf par ses utilisateurs, chasseurs ou éleveurs, oriente à présent l'effort de recherche sur le thème de la gestion des populations naturelles.

La mise en place de systèmes de gestion n'est cependant pas un phénomène récent. Depuis son introduction, l'exploitation cynégétique dont fait l'objet le cerf

rusa est illustrée par le droit de chasse local d'un cerf par action de chasse (Chardonnet et Lartiges, 1993). Outre le fait que l'activité cynégétique est fortement réglementée, elle nécessite un matériel coûteux (fusil et munitions, les formes de capture traditionnelles d'animaux étant en nette régression). De ce fait, elle est souvent pratiquée en groupe, plusieurs individus se partageant un seul fusil.

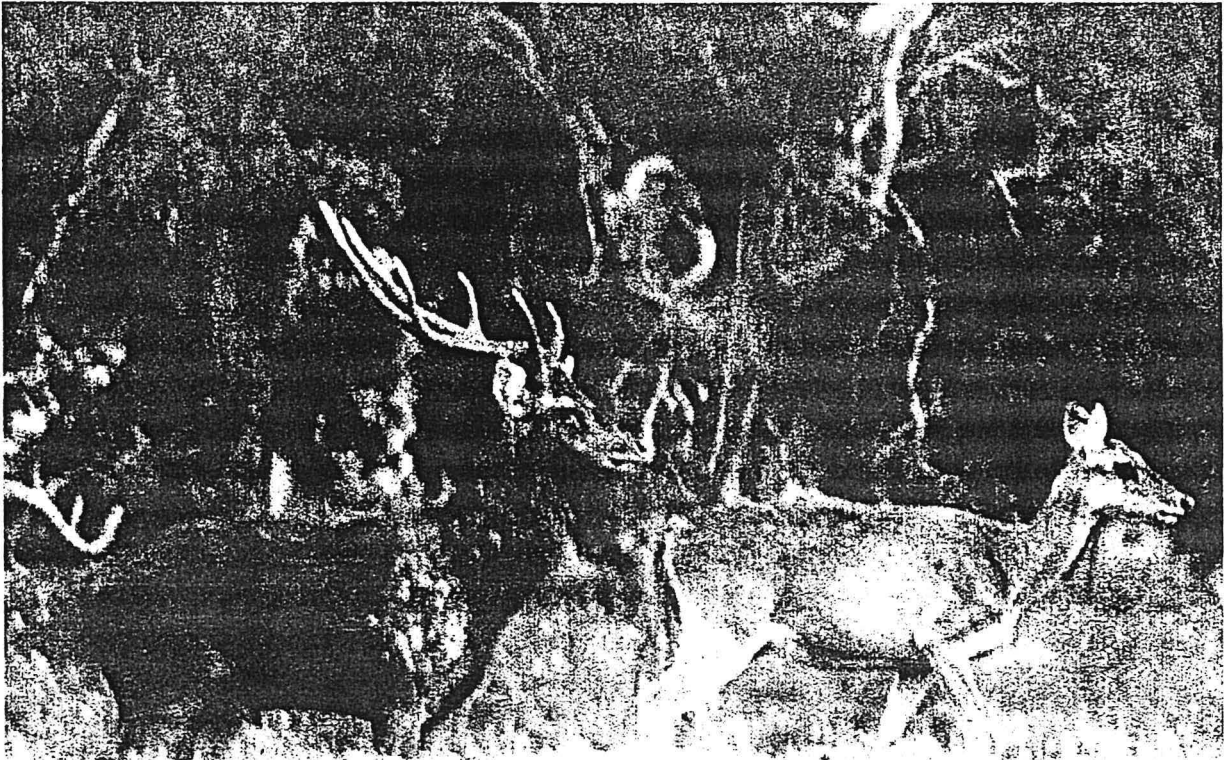
Il est fondamental que toute tentative faite pour changer le statut des milieux naturels (protection intégrale, mise en défens) ou des populations animales sauvages intègre la participation et l'adhésion des groupes sociaux concernés. De nos jours, le cerf rusa, malgré son origine exotique, fait, en effet, partie intégrante du contexte néo-calédonien. C'est un élément que doivent prendre en compte les populations car cette ressource est essentielle :

- par son poids économique (cf. paragraphe sur les produits tirés du cerf rusa) ;
- par sa contribution au régime alimentaire de certains groupes dont la dépendance vis-à-vis de cette ressource est très forte ;
- par ses valeurs socio-culturelles : place du cerf dans les différents modes de vie des Néo-calédoniens (urbain/rural, ethnies, propriétaire/non-propriétaire...), aspect emblématique du cerf pour les tribus de la Grande Terre et pour les Calédoniens de la " brousse " ;
- par son rôle écologique.

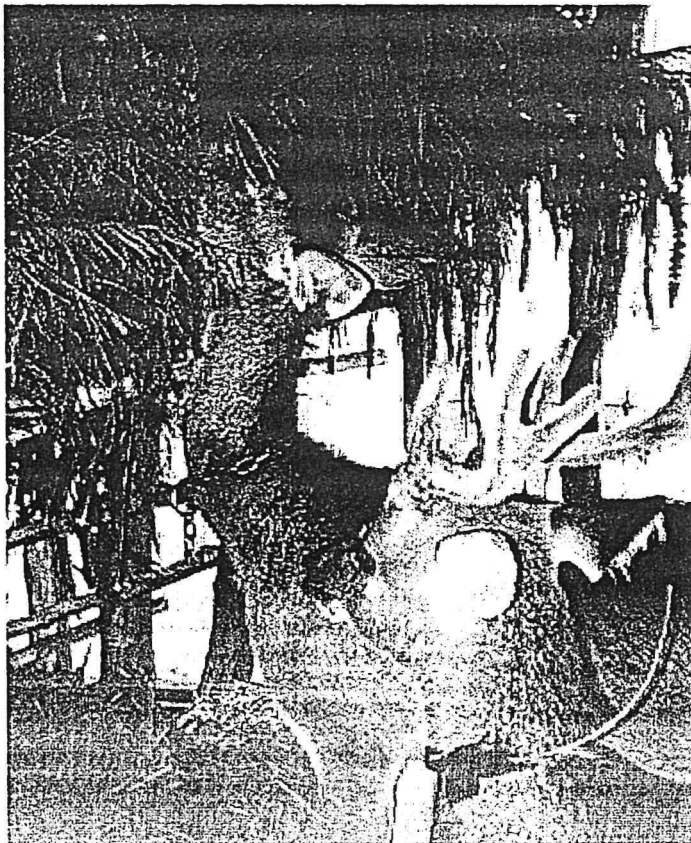
Face à une espèce d'une telle importance, les populations locales ont donc, contrairement à une opinion répandue, mis en place des modes de gestion. De plus, les Mélanésiens ont une forte tradition de chasse, de pêche et de cueillette. Ils sont très attachés à se réserver des espaces dans lesquels ils gèrent les ressources de la nature sous toutes leurs formes, aussi bien végétales qu'animales.

Ces systèmes de gestion sont cependant le plus souvent informels, hétérogènes en fonction des conditions écologiques, des situations ethniques et géographiques, des groupes socioprofessionnels concernés et par là-même souvent contradictoires (Le Bel *et al.*, 1999).

Cerfs rusa (*Cervus timorensis rusa*)



Cliché : S. Chalaye 1998



Cliché : T. Schwartz 1999

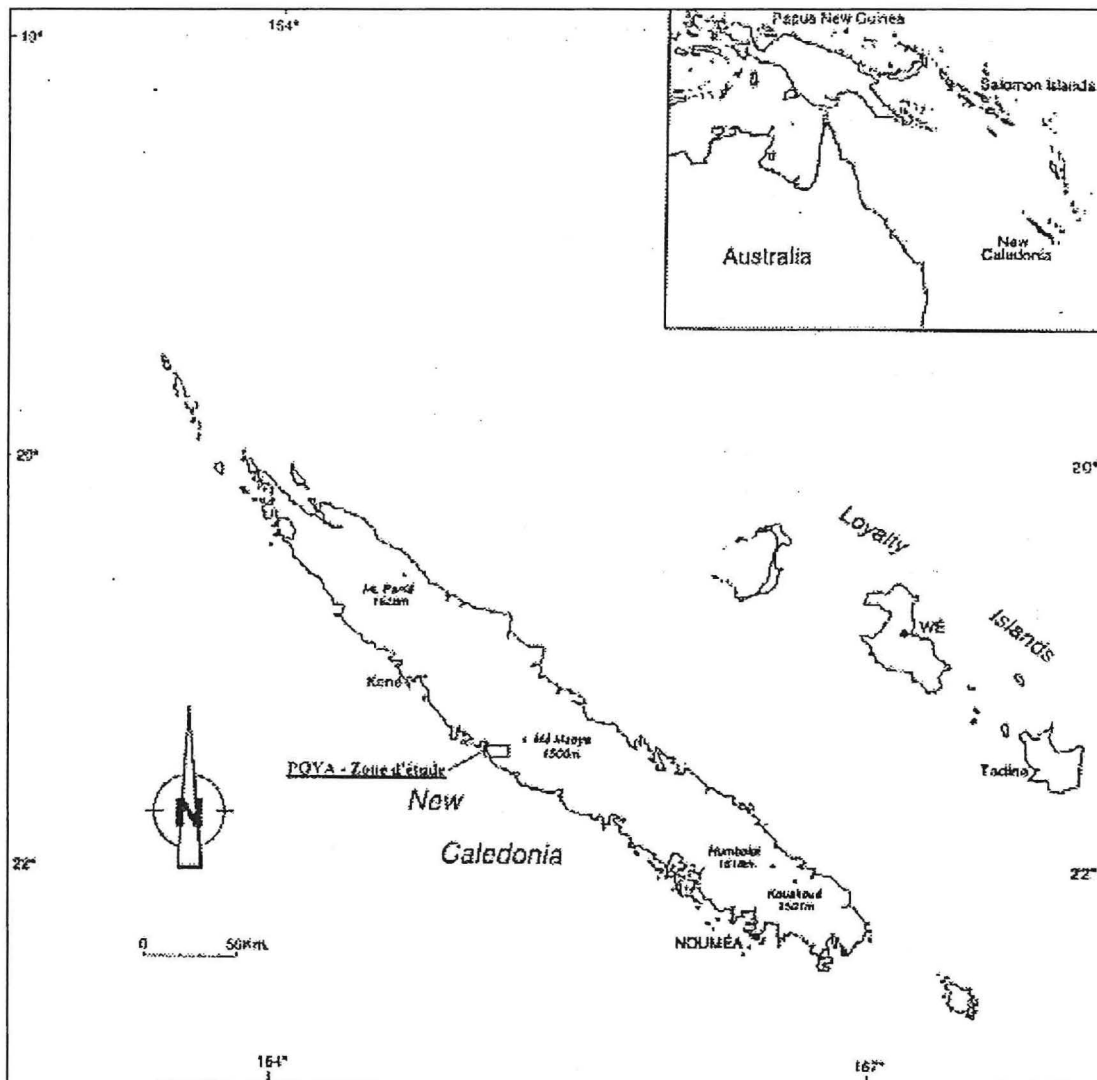
PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

1. Présentation et localisation

Ma problématique s'inscrit dans le cadre d'une étude portant sur la biologie du cerf rusa en milieu naturel et la gestion des populations de cervidés sauvages.

Le terrain sur lequel est effectué ce travail est une propriété privée de 3700 ha appartenant à un éleveur calédonien : Marcel Metzdorf. Celle-ci se situe à environ 200 km de Nouméa, sur la côte Ouest de la Province Sud, dans la commune de Poya, sur le site de Moindah (cf. carte 4). Elle est délimitée par la route Territoriale à l'est, par la mer de Corail à l'ouest, par le lit de la Moindah et du creek Amick au nord, et par une ligne de crête au sud.

La propriété est traversée par une piste de roulage qu'empruntent les camions transportant le nickel de la mine " Dent de Poya ", située dans les contreforts de la chaîne, jusqu'au bord de mer où se trouve un wharf.



Carte 4 : Emplacement de la zone d'étude

2. Caractéristiques climatiques

Le climat de la propriété s'apparente à un climat de type tropical sec semi-chaud.

La température annuelle moyenne, calculée à partir de mesures effectuées par Météo-France de 1979 à 1995 à la station de Népoui (à proximité de la propriété), est de 23,0°C. Les écarts entre températures nocturnes et diurnes sont parfois importants, surtout en saison fraîche où celles-ci peuvent descendre la nuit à moins de 10°C.

La propriété est située sur la côte sous le vent, ce qui limite l'importance des pluies. La pluviométrie affiche l'une des valeurs les plus faibles de la Nouvelle-Calédonie, avec seulement 853,3 mm d'eau par an (valeur moyenne de 1979 à 1995).

Le tableau ci-dessous regroupe quelques données relatives à la pluviométrie et aux températures de cette zone pour la période pendant laquelle a été effectué notre travail de terrain, ainsi que les précipitations moyennes pour la période 1971-1995.

Mois	Précipitations (fin 1998, début 1999) (mm)	Précipitations moyennes (de 1971 à 1995) (mm)	Températures (fin 1998, début 1999) (°C)
Juin	30,8	79,9	21,0
Juillet	67,2	51,1	20,0
Août	52,6	42,0	19,9
Septembre	46,4	29,2	20,6
Octobre	30,4	29,5	22,2
Novembre	127,0	55,3	23,9
Décembre	110,8	80,6	25,0
Janvier	333,0	140,3	26,1
Février	418,6	103,5	26,1
Mars	92,6	127,5	25,5
Avril	127,6	63,4	23,9
Mai	171,4	50,9	22,3
Juin	30,0	79,9	21,0

Données de Météo-France enregistrées à Népoui (région de Poya)

3. Caractéristiques géologiques, géomorphologiques et pédologiques (ORSTOM, 1981)

Sur le plan de la géologie, on constate que l'extrême Nord et le Sud-Ouest de la propriété sont composés de terrains sédimentaires datant de l'ère quaternaire. Il

s'agit d'alluvions et de dépôts détritiques continentaux. Le reste de la propriété est constitué de roches éruptives appartenant à des épanchements paléogènes sous-marins. On a à faire à un complexe basaltique composé de basaltes, dolérites et gabbros (crétacé, éocène moyen).

Sur le plan de la géomorphologie, l'extrême Sud et l'extrême Nord présentent des formes issues de processus d'accumulation : il s'agit de zones alluvionnaires. La majeure partie de la propriété présente par contre des modelés collinaires de roches profondément altérées et entaillées par un réseau hydrographique très dense. Les collines sont faiblement ondulées, issues de roches éruptives basiques.

En ce qui concerne les caractéristiques pédologiques de cette propriété, nous constatons que la moitié nord est composée surtout de sols bruns eutrophes (ceux-ci font partie de ce que l'on appelle les sols brunifiés tropicaux) sur roche basique, associés à des sols peu évolués d'érosion et à des sols bruns vertiques. La moitié sud présente plutôt des vertisols à drainage réduit et à structure anguleuse de type modaux associés à des sols hydromorphes.

4. Formations végétales (Chalaye, 1998)

Les travaux effectués par le CIRAD à partir de juin 1998 sur la propriété ont permis la mise en évidence de 19 types de formations végétales. Des regroupements en deux grandes catégories ont été effectués : on distingue les formations à dominante graminéenne et celles à dominante ligneuse.

Formations à dominante graminéenne

Formations à Heteropogon contortus

- Prairie à Heteropogon contortus
- Savane buissonnante à Acacia farnesiana et Heteropogon contortus
- Savane arbustive à Acacia farnesiana et Heteropogon contortus

Formations à Bothriochloa pertusa :

- Prairie à Bothriochloa pertusa et Eragrostis spp.
- Fourré à Vitex trifoliata
- Savane arborée à Melaleuca quinquenervia et Bothriochloa pertusa

Formations à Echinochloa colona :

- Formation de bas-fond à Acacia farnesiana et Echinochloa colona
- Fourré buissonnant littoral à Acacia farnesiana

Formations à Chrysopogon aciculatus :

- Formation de bas-fond à Melaleuca quinquenervia et Chrysopogon aciculatus
- Formation arborée à peuplement monospécifique de Melaleuca quinquenervia
- Formation arborée à peuplement monospécifique de Casuarina collina

Formations à dominante ligneuse

Formations à Casuarina collina :

- Formation forestière à peuplement dominant de *Casuarina collina* et *Syzygium* sp.
- Formation forestière dégradée à peuplement dominant de *Casuarina collina* et *Syzygium* sp.

Forêt sclérophylle et formations dérivées :

- Forêt sclérophylle mise en défens
- Forêt sclérophylle dégradée
- Formation secondaire de la forêt sclérophylle

Formations de zone humide et littorales :

- Mangrove
- Formation arborée dense à peuplement de *Melaleuca quinquenervia*
- Formation forestière à peuplement dominant de *Excoecaria agallocha* et *Hibiscus tiliaceus*

Ces différents faciès de végétation peuvent jouer pour les cerfs un rôle d'habitat ou un rôle alimentaire, voire les deux.

Le cerf rusa peut consommer aussi bien des espèces herbacées que ligneuses.

Les observations de terrain nous amènent à constater que la végétation est dégradée. L'état de la forêt sclérophylle en est un bon exemple. L'ORSTOM a même mis en défens celle-ci en 1992, afin de la rendre inaccessible aux animaux. L'existence d'un phénomène de dégradation se manifeste de la façon suivante :

- présence de sol nu dans les relevés effectués sur le tapis herbacé (jusqu'à 30 % dans un cas) ;
- présence de *Stachytarpheta urticifolia* et *Chrysopogon aciculatus*, plantes caractéristiques du surpâturage ;
- embuissonnement des zones de pâturage par *Vitex trifoliata* et, de façon générale, prolifération de ce qui est peu consommé, comme *Chrysopogon* ;
- départs d'érosion. Ils sont essentiellement répartis sur les flancs de colline, dans les zones qualifiées d'alimentaires.

Le milieu végétal ne fait pas l'objet d'une gestion particulière, si ce n'est le girobroyage régulier des zones de parcours afin d'éliminer les adventices et les buissons gênants.

5. Principales espèces animales

La propriété fait l'objet, depuis la fin du siècle dernier d'un élevage bovin extensif. L'effectif du bétail est estimé actuellement à environ 800 têtes. La propriété est cloisonnée par une barrière à bétail. Celle-ci délimite également les 6 unités qui la composent, appelés runs.

Sur l'ensemble de la propriété évoluent librement plusieurs milliers de cerfs dont le nombre précis n'est pas connu. Les barrières à bétail leur sont perméables, ceux-ci étant capables de se faufiler dessous. Ces cerfs font l'objet d'une exploitation cynégétique par l'éleveur, orientée principalement sur les mâles afin de favoriser la régénération de l'effectif. Le but de cette chasse est commercial. Des chasses au trophée sont parfois organisées également, le chasseur gardant le trophée et la venaison revenant à l'éleveur. À partir des années 1950, on observe une diminution de l'activité cynégétique, afin d'aider à la reconstitution de la population de cerfs, ceux-ci ayant été décimés par les éleveurs, en collaboration avec les soldats américains présents pendant la Seconde Guerre mondiale, afin de favoriser l'élevage bovin. Il aura fallu 20 ans, d'après les informations fournies par l'éleveur, pour revenir à l'effectif d'avant la guerre.

Outre la population libre, on compte environ 200 à 300 cerfs en élevage extensif, dans un parc dont les barrières sont bien sûr imperméables. Elles sont ouvertes de façon régulière afin de permettre à un certain nombre de cerfs de s'y introduire.

Les seules cultures pratiquées sur la propriété sont 4 hectares de cultures fourragères, dont le but est de fournir aux bovins et aux cerfs d'élevage un complément alimentaire afin d'assurer leur survie en saison sèche. Cette nourriture est essentiellement composée de rebus de squash et de pomme de terre, ainsi que de sorgho distribué en vert.

D'autres ongulés sont également présents, mais leur impact sur le milieu est nettement plus modéré. Ils s'agit des chevaux, utilisés par les éleveurs (on en compte une vingtaine) et des cochons sauvages, qui sont parfois chassés.

Outre les ongulés, se trouvent également sur la propriété un certain nombre de dindons sauvages, plus rarement chassés, de chats et de chiens ensauvagés. Ces derniers sont toutefois très peu nombreux.

Paysages de la propriété Metzdorf



Cliché : S. Chalaye 1998



Cliché : T. Schwartz 1999

ÉTUDE MISE EN PLACE

1. Problématique

1.1. Contexte

Les prélèvements effectués par action cynégétique dans la population de cervidés sauvages ne semblent pas pour l'instant compromettre le renouvellement de la population. Cependant, le cheptel bovin ne présente pas une très bonne performance sur le plan zootechnique et il en est de même pour les cerfs à certaines périodes. De plus, les travaux entrepris depuis juin 1998 par le CIRAD révèlent, comme nous l'avons signalé dans le paragraphe consacré aux espèces végétales présentes sur la propriété, une dégradation non négligeable des formations végétales (Chalaye, 1998).

Ces éléments semblent donc être de nature à compromettre la durabilité de l'exploitation de cette ressource, sans compter la menace que cela représente également pour un certain nombre d'espèces endémiques, dont la compétition interspécifique subit d'importantes modifications.

Une meilleure connaissance de la biologie du cerf rusa s'impose donc si l'on veut pouvoir proposer à l'éleveur un plan de gestion durable de son cheptel sauvage. Celui-ci devrait permettre de mettre en adéquation charge animale et ressource alimentaire afin d'optimiser la productivité et la rentabilité économique de la propriété. Les enseignements tirés de ce travail pourront également être applicables à d'autres propriétés.

L'étude réalisée par le CIRAD sur la propriété s'étale de juin 1998 à juin 1999. En un premier temps, une caractérisation de la végétation a été effectuée en termes de formations végétales, ainsi qu'une détermination de l'utilisation qu'en font les cerfs et leur impact sur la végétation. Cela a permis la mise en place d'une première base de données géographiques, celle-ci constituant la première étape de la construction d'un Système d'information géographique (SIG).

En un deuxième temps, une étude a été effectuée afin de déterminer la répartition des cerfs dans l'espace et leurs déplacements. C'est précisément à ce stade qu'intervient ma participation et qu'a été définie une problématique. Mon travail ne fait donc que compléter les recherches effectuées par d'autres membres de l'équipe : suivi des cerfs par radio-tracking, prélèvements de sang effectués sur les animaux au moment de la chasse et mesures de leur caractéristiques morphologiques, afin de mieux connaître l'espèce de façon générale, mais aussi l'état actuel du cheptel.

Précisons enfin que l'ensemble de ce travail est réalisé dans le cadre d'une convention signée entre les parties suivantes :

- la Province Sud ;
- le CIRAD-Mandat de gestion ;
- M. Marcel Metzdorf, éleveur à Poya et propriétaire de la zone d'étude ;
- M. Claude Metzdorf, président de l'EDEC (Établissement de l'élevage des cervidés de Nouvelle-Calédonie) ;
- M. Jean-Marc Solier, président de la FTC (Fédération territoriale de la chasse de Nouvelle-Calédonie).

1.2. Objectifs

L'écologie des herbivores est intimement liée à la végétation – une végétation qui représente la ressource primaire principale de la majeure partie des écosystèmes. La ressource végétale est une ressource dont l'abondance et la disponibilité sont souvent considérées comme des facteurs de régulation des populations de grands herbivores (Sinclair, 1975).

Les herbivores, quant à eux, sont des individus qui maximisent leur prise de nourriture, donc leur vitalité et leur reproduction, et ce à court terme (Gordon et Lindsay, 1990). Ce principe de consommation explique bien pourquoi on observe des processus de dégradation ou d'appauvrissement de la ressource végétale. Les herbivores tendent à surexploiter leur ressource, faisant passer le court terme avant le long terme. De plus, le piétinement est responsable d'une perte directe de biomasse ingérable, ainsi que d'un tassement du sol, dans certaines zones sensibles, qui crée un horizon compact asphyxiant.

Mieux connaître les interactions entre ongulés et végétation est un préalable nécessaire à une gestion efficace de ces populations. De plus, connaître son cheptel reste le premier souci de tout chasseur soucieux d'aménagement rationnel.

Ainsi, notre étude est-elle axée sur un travail de recensement des cervidés de la propriété Metzdorf.

On appelle recensement un ensemble d'opérations qui a pour but de connaître, avec un maximum de précision (O.N.C., 1985) :

- le nombre d'individus ;
- la structure de la population ;
- la répartition géographique de cette population.

Dans l'application, deux problèmes se posent :

- quelle est la méthode la mieux adaptée à l'espèce et au site ?
- la méthode a-t-elle été testée et validée ?

Le terme recensement présente certaines ambiguïtés que bon nombre d'auteurs ont soulevées :

- il ne faut pas confondre le dénombrement exact de tous les membres d'une population avec une simple estimation. De fait, en ce qui concerne notre travail, le terme recensement ne sera jamais qu'un abus de langage parce que ne représentant qu'une simple estimation assortie d'un calcul d'incertitude. Le terme recensement est donc admis, même lorsqu'il ne s'agit que d'une méthode par échantillonnage ;
- outre une estimation ou un dénombrement de la valeur absolue de l'effectif, il est possible de rechercher une estimation relative du cheptel. En effet, même si l'effectif total n'est pas connu, cela n'empêche pas l'observation de l'évolution d'une population en fonction du temps ;
- il faut veiller à ce que l'on obtienne une marge d'erreur compatible avec l'utilisation que l'on veut faire des résultats ;
- il est important de connaître, que le gibier soit abondant ou non, le nombre minimum d'animaux vivant sur le territoire. Ce nombre minimum d'animaux, qui n'indique que la limite inférieure de l'intervalle d'incertitude, représente souvent la seule base réelle d'aménagement d'un cheptel ;
- un recensement n'aura de sens que s'il est accompagné d'un calcul ou, au moins, d'une estimation d'incertitude.

L'intérêt de la plupart des méthodes de recensement réside dans le fait qu'il est possible de les mettre sur pied sans main-d'œuvre trop spécialisée. Les principales difficultés viennent en général du choix de la période, de celui des échantillons, de l'incertitude sur le résultat, de l'âge et du sexe des animaux, mais aussi des multiples petits détails qui se trouvent posés pour la mise en place de ce protocole sur le terrain.

Notre campagne a deux objectifs :

- effectuer une estimation de l'effectif global des cerfs présents sur la propriété ;
- mettre en évidence leur organisation spatiale à travers la mise en place d'une base de données associées à un SIG (Système d'information géographique) ;

Ces informations, recueillies à différentes périodes de l'année, devront permettre plusieurs applications, favorables au maintien de la biodiversité sur la propriété et à la durabilité de la ressource que constituent les cervidés :

- mieux localiser les zones menacées de surpâturage ;
- aider l'éleveur à déterminer les périodes les plus favorables à la pratique de la chasse et à localiser les endroits où il est préférable de concentrer cette activité ;
- déterminer la répartition des bovins lors des différentes saisons en fonction de celle des cerfs ;
- avoir une idée, en faisant une estimation de l'effectif global des cerfs présents sur la propriété, de la capacité d'accueil du milieu ;
- pouvoir, pour cette propriété comme pour d'autres, mieux connaître le type de végétation qu'il est souhaitable de favoriser selon que l'on veut réduire ou augmenter l'effectif des cervidés.

La campagne a été effectuée au rythme d'un dénombrement par mois en octobre et novembre 1998, ainsi qu'en janvier, mars, avril, mai et juin 1999. Les mois de décembre et février n'ont pu être traités pour des raisons pratiques. Malgré leur caractère partiel, ces relevés ont leur utilité en matière d'aménagement du territoire.

1.3. Intérêt de maintenir la biodiversité sur la propriété

Le plan de gestion des populations de cervidés dans lequel s'intègre notre recensement devrait, comme nous l'avons précisé ci-dessus, contribuer à limiter la perte en biodiversité d'une propriété soumise au surpâturage. Maintenir la biodiversité est un objectif important, car, outre le fait que celle-ci affecte le rendement d'un peuplement et le flux de CO₂, une perte de diversité biologique peut également entraîner un déséquilibre dans le cycle de l'eau et des nutriments (Hobbs, 1992). Une prairie riche en espèces semble récupérer plus rapidement sa production après une sécheresse (Tilman et Downing, 1994). Mc Naughton (1985) a montré que les savanes herbeuses, avec la plus grande diversité spécifique, étaient les plus constantes au niveau de la biomasse et avaient une plus grande résilience après pâturage.

1.4. Intérêt de maintenir un système mixte

Trouver un équilibre permettant d'assurer une coexistence durable des cervidés et des bovins présente un avantage non négligeable. En effet, un peuplement pluri-spécifique d'herbivores, du fait qu'il utilise de manières plus diverses le milieu, assure une plus grande « stabilité » de la production et une réaction plus rapide à d'éventuelles variations chaotiques de la ressource, quantitatives et qualitatives, liées aux aléas du climat. Cela est d'autant plus vrai dans les zones sur sols pauvres et à production primaire incertaine (Fritz, 1995). Western (1989) émet ainsi l'hypothèse que les systèmes mixtes où cohabitent ongulés sauvages et domestiques sont susceptibles d'avoir une plus forte production secondaire, en se basant sur l'utilisation complémentaire de la végétation faite par les deux catégories d'herbivores.

1.5. Choix de la méthode

Devant la profusion des techniques de dénombrement disponibles pour les grands mammifères, il devient de plus en plus difficile de choisir les plus adaptées à la situation que l'on étudie (Gaillard *et al.*, 1993). La littérature produite au sujet des recensements, essentiellement d'origine anglo-saxonne, propose en effet un nombre important de méthodes.

Voici quelles sont de façon schématique les principales méthodes de recensement :

1. Comptage par corps des animaux : il s'agit de toutes les méthodes où l'on cherche à voir les animaux eux-mêmes pour les recenser :

- méthode des battues-échantillons ;
- méthode de l'observateur mobile ;
- comptage par voie aérienne ;
- approche et affût combinés ;
- observation sur mangeoires en hiver.

2. Comptages s'appuyant sur des indices de présence des animaux :

- méthode des fumées ;
- méthode des traces ;
- observation à l'époque du brame du cerf ;
- observation sur secteurs échantillons.

3. Comptages s'appuyant sur des changements de rapports de données numériques :

- méthodes de marquage ;
- méthode de Skuncke ;
- méthode du catch-effort et dérivées.

La méthode que nous avons retenue fait partie des comptages par corps des animaux. Il s'agit de celle de l'observateur mobile, et plus précisément de la méthode « line transect » de nuit.

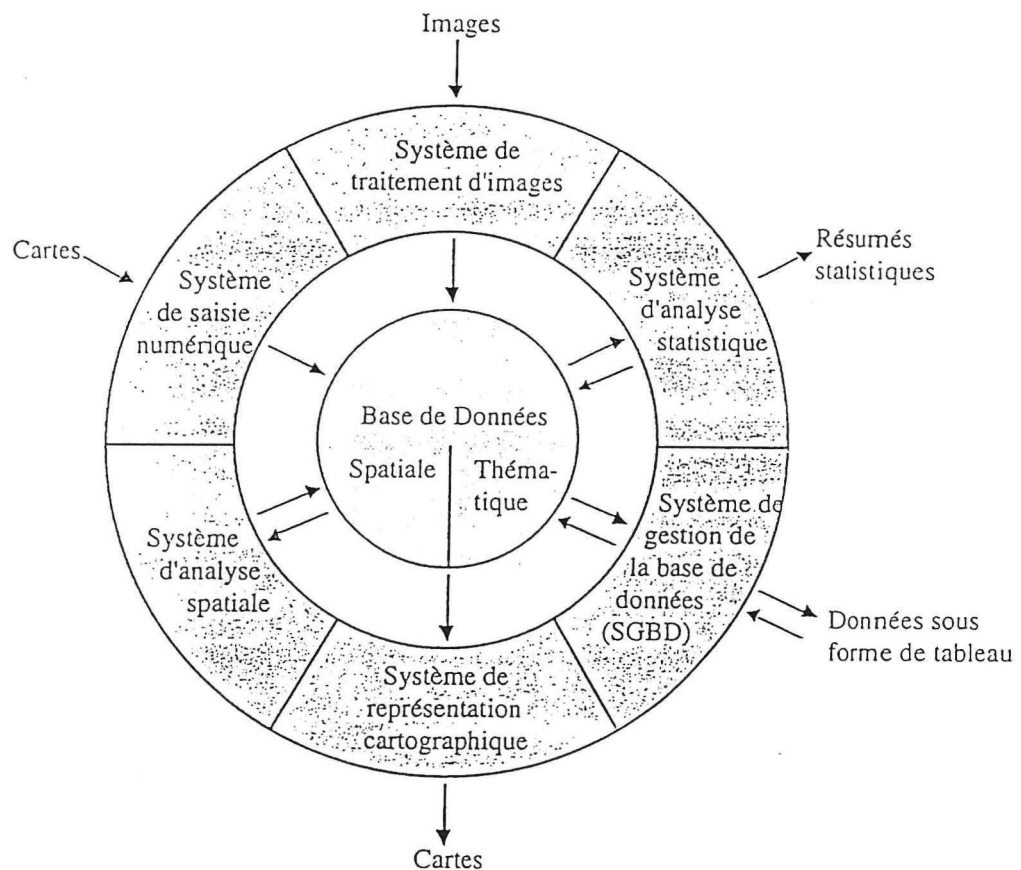
Notre méthode présente les avantages suivants :

- variabilité des observateurs faible (seulement deux), ce qui minimise le biais ;
- existence d'un réseau de pistes relativement dense ;
- au niveau de l'organisation, méthode peu lourde à mettre en place ;
- méthode peu coûteuse ;
- phénomène de fuite des animaux à la vue d'un observateur, limité, le projecteur « immobilisant » plutôt le cerf et le rendant facilement repérable à ses yeux, qui réfléchissent la lumière ;
- les animaux sont plus nombreux à se déplacer la nuit et la probabilité d'en observer est donc plus forte que le jour ;
- le projecteur « perçant » de façon efficace la végétation, cela permet d'avoir une meilleure visibilité qu'en période diurne.

2. Matériel et méthodes

2.1. Les SIG : principe

L'essentiel du stage ayant pour objectif la réalisation d'un SIG, nous allons, avant d'aborder la description de notre protocole, préciser ce qu'est un SIG. On appelle SIG (Système d'information géographique) un système informatisé d'acquisition, de gestion, d'analyse et de représentation de données à référence spatiale. Il est souvent présenté comme un seul logiciel mais il intègre en fait plusieurs composantes. La figure ci-après illustre les différentes composantes d'un SIG complet.



Les composantes d'un SIG (Eastman, 1995)

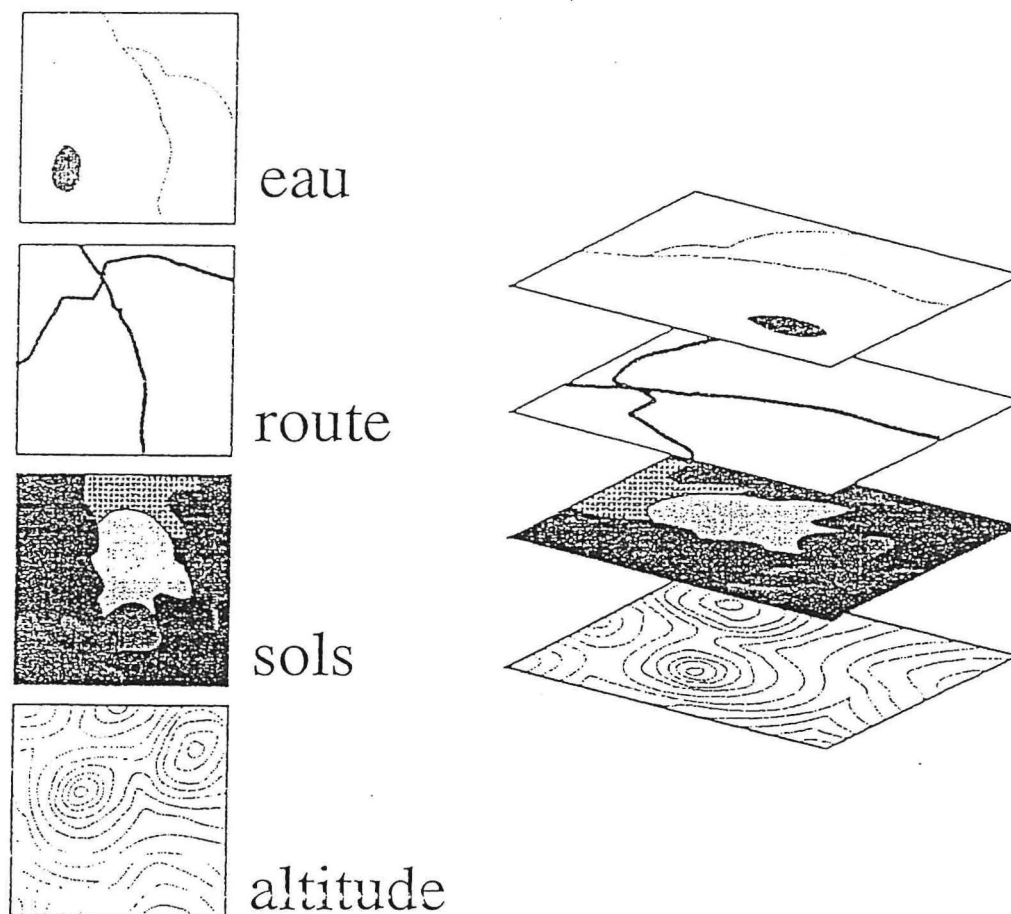
Le cœur du système est la base de données géographique constituée d'un ensemble de « cartes numériques » et d'informations associées. Comme cette base de données décrit des objets à la surface de la Terre, elle est composée de deux éléments : une base de données décrivant les objets spatiaux (localisation, forme) et une autre définissant les caractéristiques thématiques (attributs) de ces objets.

Le logiciel SIG peut donc permettre, outre le dessin de plans et de cartes à l'aide d'un ordinateur, d'établir des liens entre des données graphiques et non graphiques (Pornon, 1991).

On distingue deux types de représentation des objets (Eastman, 1995 ; Denegre et Salge, 1996) :

- *le mode image* (structure raster) : il est bien adapté à la représentation de variables continues. Les entités spatiales décrites sont alors les unités d'observation qui résultent de la subdivision de la zone d'étude en un maillage de cellules rectangulaires. L'unité de résolution est le pixel ;
- *le mode objet* (structure vecteur) : les limites ou bordures des objets sont décrites comme une séquence de points qui, joints par des lignes, forment la représentation graphique de cet objet. C'est un mode plus adapté à la représentation des variables discrètes.

L'information est organisée sous forme de couches qui sont en fait des « cartes » ayant chacune une thématique différente. Chaque couche contient donc les variations spatiales d'un seul phénomène – une seule variable. Ainsi, on aura, par exemple, une couche des types de sols, une autre pour les routes et une autre pour l'utilisation du sol (cf. figure ci-dessous). Ces couches sont superposables et se prêtent donc à de multiples combinaisons pour la réalisation d'une représentation cartographique.



Superposition de couches thématiques (Eastman, 1995)

Dans un SIG, tous les fichiers d'information spatiale doivent être géoréférencés. On appelle géoréférence la définition du lien qui existe entre une couche d'information et sa position à la surface de la terre définie par un système de référence (ellipsoïde et référentiel géodésique) et une projection cartographique. En Nouvelle Calédonie on utilise le Système international 1924 comme ellipsoïde, IGN 72 comme référentiel et UTM 58 Sud comme projection cartographique.

Le logiciel utilisé pour notre étude est MapInfo 4.5. Les objets que nous représentons sont en mode *vecteur*.

2.2. Le line transect : principe

Le line transect connaît aujourd'hui un essor spectaculaire pour le dénombrement des populations de grands mammifères (ongulés : Zejda, 1984, 1985 ; Alvarez Jimenez, 1988 ; Fandos *et al.*, 1988 ; marsupiaux : Coulson et Raines, 1985).

Alors que les premières applications du line transect sont anciennes (Leopold, 1933), ce n'est que récemment qu'une théorie complète de la méthode a été établie (Burnham *et al.*, 1980).

Le principe du line transect peut être résumé comme suit (Gaillard *et al.*, 1993) : un observateur parcourt une ligne de longueur L définie au préalable, en scrutant l'espace de part et d'autre de l'axe de marche pour détecter d'éventuels animaux. Dès qu'un individu est aperçu, 3 mesures sont relevées (cf. figure ci-dessous) :

- la distance de l'observateur à l'animal (r) ;
- l'angle entre la ligne de marche et la ligne imaginaire reliant l'observateur à l'animal (t) ;
- la distance perpendiculaire de l'animal à la ligne de marche de l'observateur (x).

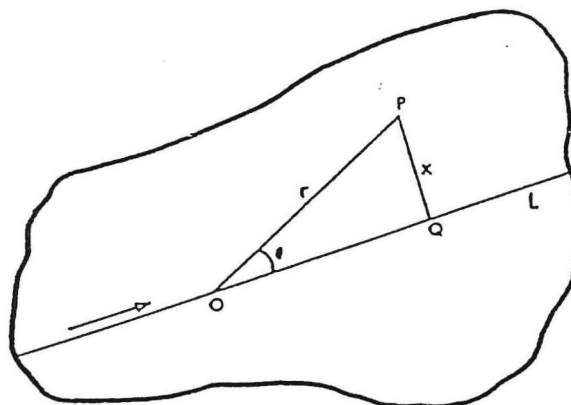


Schéma des mesures que l'on peut effectuer pour un objet détecté (Burnham *et al.*, 1980)

Pour des raisons pratiques, nous nous contenterons toutefois de n'effectuer que les deux premières mesures énumérées ci-dessus. Les distances mesurées vont permettre d'établir la largeur effective du transect (celle-ci étant au maximum de

600 m, c'est-à-dire 300 m de part et d'autre du véhicule). Les densités des cerfs dans les morceaux de faciès situés à l'intérieur du transect peuvent ainsi être déterminées.

Bien qu'il n'existe aujourd'hui pas moins d'une trentaine de modèles de line transects, tous reposent sur ce principe.

Pour l'application du line transect, 5 conditions générales sont requises (Gaillard *et al.*, 1993) :

- tout individu se trouvant sur l'axe de marche est détecté ;
- l'observateur n'influe pas sur la position des animaux ;
- les détections sont des événements indépendants ;
- les mesures sont précises ;
- aucun individu n'est échantillonné plus d'une fois.

Ceci confère deux avantages au line transect :

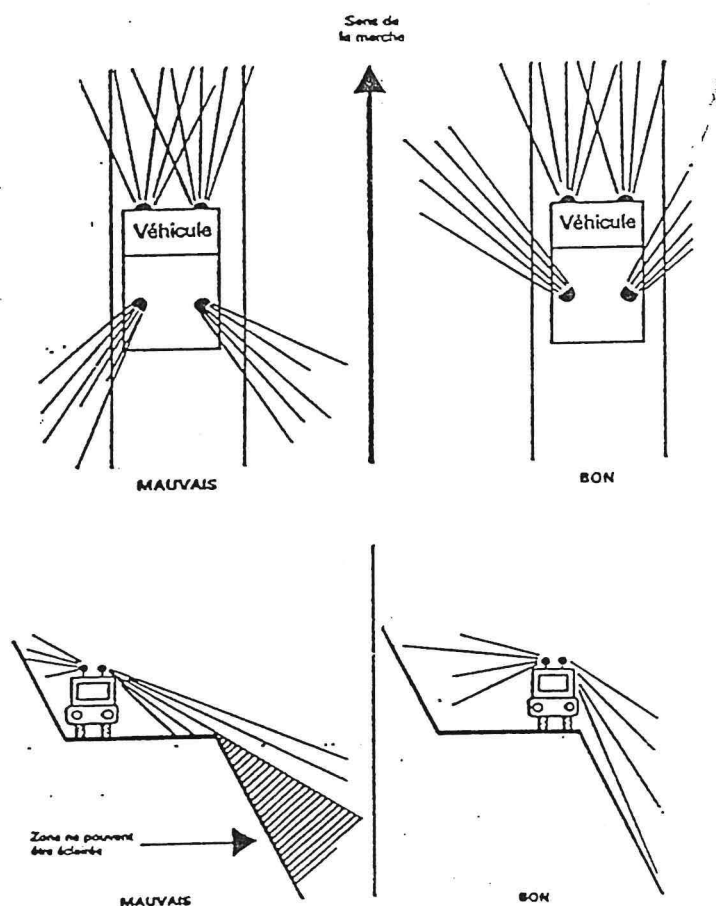
- contrairement à ce qui est souvent supposé (Seber, 1993), aucune condition sur la répartition spatiale des animaux n'est nécessaire. L'agrégativité des animaux augmente la variance de l'estimation, mais ne biaise pas les estimations ;
- un animal non compté n'introduit pas de sous-estimation systématique de la densité s'il se trouve en dehors de l'axe de marche de l'observateur (Burnham *et al.*, 1985). Ceci confère au line transect une meilleure efficacité et moins de biais.

2.3. Mise en place de la méthode sur le terrain

Pour que puisse se faire un comptage nocturne avec véhicule (O.N.C., 1982), une bonne couverture de la zone recensée est nécessaire, ce qui implique l'existence d'un réseau de voies carrossables. C'est une méthode relativement légère au niveau des moyens mis en œuvre. Le matériel utilisé est le suivant :

- un véhicule tout terrain, nécessaire étant donné le caractère très accidenté de l'itinéraire suivi. Cette voiture doit être de type pick-up ;
- un projecteur à iode blanc (100 Watts) éclairant sur une distance d'environ 300 mètres. La figure ci-dessous représente la façon d'utiliser le projecteur ;
- un télémètre, qui permet à l'aide d'un rayon de mesurer la distance entre le cerf et nous ;
- un récepteur du système GPS (cf. annexe 9).

Avant le début de la campagne de dénombrement, une saisie de points GPS est effectuée tout le long de l'itinéraire emprunté par la voiture afin de pouvoir représenter le trajet graphiquement à l'aide de MapInfo. La carte 5 présente ces points, ainsi que la propriété avec ses différents faciès et la zone couverte par les observations.



Représentation schématique de la méthode d'éclairage adéquate (O.N.C., 1982)

Le comptage nocturne est effectué à partir du moment où il fait nuit noire. Deux personnes se situent sur la benne du pick-up, l'une éclaire alternativement à droite et à gauche du véhicule à l'aide du projecteur. Lorsqu'un groupe de cerfs ou un individu isolé est repéré (souvent grâce à l'aspect brillant de ses yeux), le véhicule est immobilisé. La personne qui n'est pas chargée du projecteur effectue la mesure à l'aide du télémètre comme décrit ci-dessus. Cette information est notée, ainsi que le nombre d'individus et le type de végétation qu'ils occupent (formation herbacée, forêt ou buisson). Le kilométrage de la voiture par rapport au début de chaque section est noté également.

2.4. Traitement de l'information

Ces informations permettent ensuite de spatialiser les cerfs sous MapInfo, et de les situer ainsi par rapport à la couche des formations végétales, déjà réalisée. A chaque individu ou groupe représenté sur la carte est associé une information. Afin de montrer de quel type de données il s'agit, nous avons fait figurer en annexe 10 l'exemple du mois d'octobre : numéro de l'individu ou du groupe, coordonnées en projection UTM SI 1924 zone 58 sud, tronçon de piste utilisé (appelé section),

distance d'observation, kilométrage par rapport au début de la section, effectif du groupe et code du faciès qu'il occupe.

On admet que la probabilité de détection d'un animal dans notre zone de visibilité est égale à 1.

Un logiciel nommé Distance permet d'effectuer une extrapolation afin d'estimer l'effectif global de la propriété, en tenant compte des conditions dans lesquelles a été effectué notre échantillonnage. Nous n'entrerons pas dans la description de l'utilisation de ce logiciel, qui n'entre pas en compte dans mon stage (travaux de S. Le Bel).

Afin d'effectuer une comparaison des densités de cerfs présentes dans les différents faciès, un regroupement de ceux les plus semblables a été effectué. Nous passons ainsi de 19 faciès à 6 faciès différents (auxquels viennent s'ajouter d'autres types de milieux, plus rares, qui ne sont pas à mettre sur le même plan que les autres formations végétales, comme les cultures, les zones inondables, etc.) :

Prairie :

- *Prairie à Heteropogon contortus* ;
- *Prairie à Bothriochloa pertusa et Eragrostis spp.* ;

Savane :

- *Savane buissonnante à Acacia farnesiana et Heteropogon contortus* ;
- *Savane arbustive à Acacia farnesiana et Heteropogon contortus* ;
- *Savane arborée à Melaleuca quinquenervia et Bothriochloa pertusa* ;

Fourré :

- *Fourré à Vitex trifoliata* ;
- *Fourré buissonnant littoral à Acacia farnesiana* ;

Formation de bas-fond :

- *Formation de bas-fond à Acacia farnesiana et Echinochloa colona* ;
- *Formation de bas-fond à Melaleuca quinquenervia et Chrysopogon aciculatus* ;

Formation arborée :

- *Formation arborée à peuplement monospécifique de Melaleuca quinquenervia* ;
- *Formation arborée dense à peuplement de Melaleuca quinquenervia* ;
- *Formation arborée à peuplement monospécifique de Casuarina collina* ;

Formation forestière :

- *Formation forestière à peuplement dominant de Casuarina collina et Syzygium species ;*
- *Formation forestière dégradée à peuplement dominant de Casuarina collina et Syzygium species ;*
- *Forêt sclérophylle mise en défens ;*
- *Forêt sclérophylle dégradée ;*
- *Formation secondaire de la forêt sclérophylle ;*
- *Formation forestière à peuplement dominant de Excoecaria agallocha et Hibiscus tiliaceus ;*
- *Mangrove.*

3. Résultats

Le pourcentage de surface prospectée est de 21 %. Les estimations de l'effectif global sur l'ensemble de la propriété (3278 hectares) calculées avec le logiciel Distance, pour les différents mois, sont les suivants (travaux de Le Bel) :

Mois	Effectif	Coeff. var. (en %)	Int. conf. (95 %)	Taille moy. gr.
20 octobre	2702	25,51	1648-4431	5,52
17 novembre	2754	23,54	1744-4350	4,67
12 janvier	1892	11,72	1503-2382	4,27
22 mars	1190	15,55	877-1615	4,04
27 avril	1275	12,97	988-1646	3,99
19 mai	1870	11,68	1487-2353	3,91
23 juin	1815	14,47	1368-2409	4,20

Estimation de l'effectif des cervidés

Coeff. Var. : Coefficient de variation (en %)

Int. Conf. : Intervalle de confiance (95 %)

Taille moy. gr. : Taille moyenne des groupes

Les cartes 6 à 12 présentent la position des groupes de cerfs ou individus isolés qui ont été observés. Ils sont représentés par des symboles de tailles variables suivant le nombre d'animaux. À chaque carte correspond un mois (d'octobre 1998 à juin 1999, exception faite des deux mois qui n'ont pas été pris en compte).

En annexe 10, figure l'information associée à chacun de ces symboles : numéro de l'individu ou du groupe d'individus, coordonnées en latitude et longitude déterminées sur le SIG (en projection UTM 58 Sud, SI 1924), effectif, type de faciès occupé. Ces tableaux contiennent également les informations nécessaires au positionnement des cerfs sur MapInfo (distances cerf-observateur, côté de la route où a été effectué l'observation, etc.).

Nous constatons que l'organisation spatiale des cervidés n'est pas homogène et que la densité dans les différents faciès subit des modifications dans le temps.

Afin de mettre en évidence de façon plus synthétique les zones où apparaissent les plus fortes densités de cerfs, signalées par des cercles rouges et des hachures serrées, nous avons représenté pour la saison chaude (novembre-janvier, carte 13) et la saison fraîche (mai-juin, carte 14) les densités de cerfs dans les différents faciès inclus dans la zone de visibilité.

4. Discussion

4.1. Hypothèses relatives à l'interprétation des observations effectuées

Les effectifs, qui, en octobre et novembre se maintiennent à environ 2700 individus, chutent à partir de janvier à des valeurs plus de deux fois inférieures, proches de 1100, avant qu'une remontée ne s'amorce en mai. Nous pouvons émettre l'hypothèse d'une corrélation entre l'effectif et la pluviométrie. En janvier commence en effet la saison des pluies, qui provoque leur dispersion, alors qu'à partir d'avril revient la saison sèche, qui favorise, elle, leur regroupement. La raison pour laquelle les cerfs sont plus nombreux dans la propriété lors de la période pendant laquelle l'accès à l'eau est plus difficile serait liée à l'abondance des cours d'eau dans cette zone (cf. réseau hydrographique, carte 5). Toutefois, cette constatation s'applique à des précipitations moyennes (calculées de 1971 à 1995, cf. tableau page 16). Si l'on prend en considération la pluviométrie pour la seule période de notre étude, nous constatons quelques variations par rapport aux chiffres habituels, cela étant dû vraisemblablement au phénomène El Niño et à celui qui lui fait suite, la Niña. Il se pourrait donc que la migration saisonnière des cerfs soit un comportement au déterminisme génétique et se fasse donc à la même période chaque année, quels que soient les aléas climatiques. Précisons par ailleurs qu'il est peu probable que le rut ait un rapport avec ces migrations, celui-ci ayant lieu, en général, hors de la période de notre étude, de juillet à début septembre.

La sélection des habitats par les ongulés est rarement faite au hasard (Duncan, 1983). Plusieurs facteurs agissent en effet sur la structure des peuplements d'herbivores et sur la répartition spatio-temporelle des espèces (Fritz, 1995 ; Sinclair, 1975 ; Senft *et al.*, 1987). Il s'agit :

- de l'abondance de la nourriture et de la qualité de la ressource ;
- du coût d'obtention des ressources, qui n'est pas le même dans tous les habitats et qui doit être minimisé ;
- de la compétition intra- et interspécifique, en l'occurrence, ici, avec les bovins ;
- de la prédation, agissant sur la diversité des peuplements, mais aussi sur le comportement des proies et le choix des habitats. Ici, le seul prédateur est l'homme. Les chiens ensauvagés étant très peu nombreux, la prédation qu'ils exercent sur les cerfs est quasi négligeable.

Il est donc certain, de façon générale, que l'habitat, son hétérogénéité et sa fragmentation vont jouer un rôle important dans la répartition des individus, étant données leur influence sur la disponibilité des ressources et les conditions de la compétition. Nous allons à présent plus précisément effectuer à partir de nos données une interprétation des variations temporelles qui agissent sur la répartition des cerfs dans l'espace. Ces interprétations ne sont toutefois que des suppositions, elles sont à prendre avec beaucoup de prudence pour des raisons qui seront abordées dans le paragraphe 2 de ce chapitre. Nos interprétations sont les suivantes :

- Le cerf rusa est un animal grégaire. Quelle que soit la période de l'année, il est donc fréquent de le rencontrer en petits groupes d'une dizaine d'individus. La taille moyenne des troupeaux est toutefois nettement plus importante en octobre que lors des autres mois, ce qui correspond à un mois assez sec, en fin de saison sèche (cf. tableau page 32). Nous pouvons donc émettre l'hypothèse que ce comportement est en rapport avec le fait que les cerfs ont l'habitude de former de grands troupeaux en saison sèche.

- La carte 14 (densités des cerfs dans les différentes formations en saison chaude : novembre-janvier) semble montrer une répartition un peu plus homogène des cerfs sur l'ensemble des faciès que dans le cas de la carte 13 (densité des cerfs en saison fraîche : mai-juin). Nous pouvons émettre l'hypothèse que cela est en rapport avec le fait que la période chaude est une période où l'accès à la ressource est moins favorable (étant donné que l'on sort d'une période de sécheresse) qu'à la période fraîche (qui est la période de végétation intensive) et que la sélectivité pour les habitats y est donc plus forte. Cela est dû au fait que le nombre d'habitats capables de subvenir aux besoins des herbivores est alors plus limité. En saison des pluies, les ressources de bonne qualité sont, par contre, plus abondantes et réparties de manière plus régulière dans les habitats. La sélectivité est alors moins forte.

- Rappelons que la saison sèche implique une migration vers « l'eau », comme nous l'avons évoqué à propos de la variation saisonnière des effectifs. En ce qui concerne cette ressource, il serait toutefois risqué de faire une interprétation au sujet de son impact sur l'organisation spatiale à l'intérieur même de la propriété étant donné la densité de son réseau hydrographique (cf. carte 5).

- Le rut a lieu, en général, de juillet à début septembre en Nouvelle-Calédonie. Comme nous l'avons déjà évoqué, cela ne correspond pas à notre période d'étude. Précisons toutefois que les conditions climatiques existantes durant les mois précédant le rut peuvent influencer sur celui-ci. Il n'est pas rare d'observer des mâles en activité sexuelle hors de cette période « normale ». Les mâles adultes rassemblent des hardes de plusieurs dizaines de biches, l'espèce étant polygynique (un mâle féconde plusieurs femelles). À la fin du brame, le mâle épuisé se retire dans un lieu isolé où il va perdre ses bois. Il est certain que ce phénomène complique l'interprétation de l'organisation spatiale des cerfs pendant notre période d'étude, ce facteur faisant partie des aléas ayant pu avoir un impact sur la répartition et la taille moyenne des troupeaux.

- D'avril à juin, la taille moyenne des troupeaux est un peu moins importante que lors des autres mois. Cela peut être dû au fait que cette période est celle des naissances et que la femelle s'isole pour mettre bas (Chardonnet, 1988). Il ne faut cependant pas oublier que l'on observe parfois des naissances déphasées, en mars et juillet, voire même en février ou de septembre à novembre.

- Les deux types de formations les plus répandus sur la propriété sont les savanes et les prairies. Nous constatons qu'il y a plus de différences de densité entre la période chaude et la période fraîche au niveau des prairies qu'au niveau des savanes.

Cette différence relative aux prairies est peut-être liée au fait que les prairies ont un rôle purement alimentaire. Suivant les micro-climats présents sur la propriété, certaines parties de ce type de faciès seront donc plus exploitables que d'autres pour une saison donnée. Nous constatons également (cf. cartes 13 et 14) qu'à la saison chaude les zones de fortes densités de cerfs sont moins éparpillées sur l'ensemble de la propriété qu'à la saison fraîche, dans les prairies. Cela est peut être dû au fait qu'à la saison chaude, période où l'on sort de la saison sèche, la nourriture est moins abondante qu'à la saison fraîche, ce qui est favorable à un regroupement des individus.

En ce qui concerne les savanes, la différence saisonnière est beaucoup moins marquée. Cela peut être dû au fait que dans ce cas la plupart des écosystèmes de savane ne sont pas spécialisés dans la fonction alimentaire, mais jouent également un rôle d'habitat. Nous pouvons donc supposer que la pluviométrie a un impact moindre sur les différences temporelles de densité que présentent les cerfs dans ce type de végétation, les cerfs étant moins exigeants pour la qualité de celle-ci.

- Pour les autres types de faciès il est risqué de proposer une interprétation étant donné le faible échantillonnage qui les représente ainsi que la faible superficie qu'ils occupent.

- Il est certain que les observations effectuées par Chalaye (1998) qui ont permis de déterminer la fonction de chaque formation (vouée à l'alimentation ou à l'habitat) peuvent difficilement nous permettre de faire la part de l'impact des cerfs et de celui des bovins, animaux tous deux présents sur la propriété. Toutefois son classement est conforme aux observations de Le Chartier (1996), qui a effectué le même type d'étude dans une zone où le cerf était le seul animal à avoir accès à la ressource alimentaire.

4.2. Limites de la méthode

Les interprétations ci-dessus sont à considérer avec beaucoup de précaution. La méthode mise en œuvre ne donne en effet aucune garantie quant à la fiabilité des résultats et ce pour différentes raisons qui sont abordées ci-dessous :

- nos observations ne reflètent pas forcément l'organisation spatiale des cerfs en période diurne. En effet, l'activité des bovins étant restreinte durant la nuit, on peut émettre l'hypothèse d'une utilisation nocturne par les cerfs des habitats « monopolisés » par les bovins pendant le jour, une manière de contourner la

contrainte « bovins » dans l'accès à une ressource préférentielle. Par ailleurs, bien qu'il n'y ait pas de véritable prédation naturelle sur la propriété, la prédation est une force évolutive qui pourrait provoquer une utilisation accrue par les cerfs des habitats avec plus de visibilité durant la nuit (Fritz, 1995). Les cerfs auront ainsi tendance à migrer vers les zones de plaine en période nocturne et se cacheront plutôt sur les « hauteurs » le jour. Il y a toutefois peu de relief important sur la propriété, le point culminant étant d'environ 110 m, ce qui permet d'envisager aussi une migration de certains cerfs hors de la propriété, ceux-ci n'hésitant pas à parcourir quotidiennement parfois plusieurs kilomètres. Ce comportement est d'autant plus probable que nous sommes ici dans une zone à forte pression de chasse ;

- le comportement alimentaire des cerfs n'est pas non plus le même de jour et de nuit. Ils consacrent, en effet, plus de temps à se nourrir et à s'abreuver en période nocturne, ce qui peut entraîner une utilisation préférentielle des faciès à fonction alimentaire ;

- notre étude ne nous apporte pas d'informations sur la position des animaux dans la période du rut, celle-ci ayant lieu de juillet à début septembre. Il est pourtant susceptible d'avoir d'importantes conséquences sur l'organisation spatiale et la taille des troupeaux (le mâle rassemblant plusieurs femelles) et sur les migrations (le mâle parcourant souvent de grandes distances à la fin du rut pour rejoindre l'abri des hauteurs) ;

- les conditions météorologiques lors de nos différentes observations étaient variables ; or une simple augmentation de la force du vent suffit à modifier le positionnement des cerfs, ceux-ci étant alors beaucoup plus nombreux à se cacher dans une végétation de type buisson ou arbuste. Outre le fait que cela affecte leur organisation spatiale, cela a également un impact au niveau de la visibilité (Gaillard *et al.*, 1989). La température et la proximité de la dernière pluie seraient aussi à prendre en compte ;

- nous avons émis l'hypothèse que, dans la zone de visibilité, la probabilité de détection de l'animal est de 1. Or ce n'est pas exactement le cas dans la réalité, certaines formations étant plus fermées que d'autres ;

- il se pourrait également, bien que l'on n'en ait point tenu compte, qu'une variation saisonnière de densité de végétation dans certains faciès ait entraîné des modifications de la visibilité, d'une période à l'autre ;

- la lune est également un facteur qui peut avoir d'importantes conséquences sur la répartition spatiale. La méthode utilisée ne le prend pas en compte, certains dénombrements ont été effectués dans des périodes proches de la pleine lune et d'autres dans des périodes proches de la nouvelle lune ;

- il peut arriver que l'animal fuie avant d'être vu, ce qui entraîne une sous-estimation de la population. Contrairement à certains animaux peu chassés, la distance de fuite d'un cerf est supérieure à la visibilité moyenne (Barry *et al.*, 1998). Cela est particulièrement vrai pour les mâles, qui témoignent toujours d'une méfiance remarquable, créant une distorsion qui s'avère fautive dans la réalité, entre le nombre de mâles et de femelles, et ce d'autant plus que ce sont les plus chassés dans la propriété. On verra toujours plus de femelles et de jeunes que de mâles adultes. Cependant, même une connaissance du sex-ratio ne nous permettrait pas de contourner ce problème : une vieille biche se laisse moins facilement voir qu'une jeune biche, un faon moins qu'une biche, etc. Ceci dit, ces restrictions ne nous empêchent pas d'observer l'évolution du cheptel ;

- il est certain que la façon de collecter les données peut, elle aussi, induire certaines imprécisions. Il y a le risque qu'un même cerf soit compté deux fois. Par ailleurs, le télémètre ne marche pas toujours bien lorsque l'individu est relativement éloigné et donc peu éclairé. De plus, il serait intéressant de noter s'il s'agit de mâles, femelles ou faons, mais les animaux sont souvent trop loin pour que cela puisse être déterminé de façon fiable. Précisons également que les observateurs n'ont pas toujours été les mêmes, suivant les périodes de l'année, contrairement à ce qui est conseillé pour ce type d'observation ;

- Léonard *et al.* (1991) considèrent que les tendances dégagées ne peuvent apparaître qu'à l'issue de quatre années de suivi, ce qui n'est pas le cas de notre étude. Toutefois, cela ne nous empêche pas d'avoir un certain nombre de données sur la structure de la population observée ;

- l'échantillonnage n'a pas été effectué de façon aléatoire. Nous avons utilisé les pistes présentes sur la propriété pour déterminer notre zone d'étude, ce qui doit probablement biaiser le résultat. En relief tourmenté, comme c'est le cas sur la propriété, les possibilités d'accès sont liées à l'effet de versant (exposition nord ou sud) qui induit une différence de représentativité de la fraction échantillonnée. Cela peut être un biais important (Léonard *et al.*, 1991). D'autres facteurs ont aussi pu intervenir pour déterminer l'emplacement des pistes, comme les cours d'eau. Il est de plus certain que la fraction échantillonnée ne peut pas être la même pour chaque type de faciès. L'estimation de l'effectif global de la propriété est donc d'une imprécision extrême ;

- le circuit n'a été parcouru qu'une seule fois par mois. Une bonne précision dans nos résultats nécessiterait que celui-ci soit parcouru un nombre très important de fois, en veillant toutefois à ce que le nombre de dérangements successifs des animaux ne vienne pas fausser complètement les données ;

- enfin, il est difficile de dénombrer avec une bonne précision par ligne transect des populations à faible ou moyenne densité, comme c'est le cas ici.

5. Conclusion

Si l'utilisation du line transect comme indicateur de l'évolution numérique des populations apparaît prometteuse, il est certain que les nombreuses hétérogénéités de la population et de l'habitat, dans l'espace et dans le temps, font qu'un dénombrement ne peut jamais être une opération de haute précision (Gaillard *et al.*, 1993).

La méthode mise en œuvre au cours de cette étude présente tellement d'incertitudes qu'elle limite considérablement les possibilités d'interprétation de nos observations. Celles que nous avons formulées ne sont que des hypothèses et sont à manier avec une grande prudence. Les enseignements que nous en avons dégagés ne peuvent guère faire l'objet d'applications dans l'immédiat, celles-ci nécessitant l'achèvement des travaux mis en œuvre par les autres membres de l'équipe en rapport avec la propriété. On ne peut donc affirmer pour l'instant ce qu'est la capacité d'accueil du milieu, l'estimation de l'effectif global étant trop approximative. On ne peut pas non plus affirmer quels sont les faciès utilisés préférentiellement. Toutefois la localisation des grands troupeaux mise en évidence par le SIG dans certaines zones de la propriété nous donne une première idée de la façon dont pourrait être organisée la répartition des bovins au cours des différentes périodes de l'année, afin de mieux gérer la compétition interspécifique. Cela nous donne également quelques premières informations sur les zones et les périodes où il serait habile de concentrer l'activité cynégétique. Celle-ci serait préférable dans la période où l'effectif global estimé est le plus fort.

Bien que, parmi les méthodes de recensement, certaines soient plus appropriées que d'autres, aucune n'est vraiment satisfaisante, effectuée seule (Léonard *et al.*, 1991). Il est souhaitable d'en effectuer au moins deux différentes. Nous pensons donc que pour établir un plan de chasse valable, susceptible d'influer sur l'effectif d'une population animale et sur sa dynamique, il faut :

- recouper plusieurs méthodes. La valeur numérique du cheptel sera donnée alors par l'intersection des intervalles de confiance de chacune des méthodes. Si cet intersection n'est pas vide, la justesse de ces méthodes tend à être démontrée. Les méthodes donnant un minimum sont intéressantes car elles permettent de partir d'une base solide. Un comptage aérien par hélicoptère a été effectué début juillet sur la propriété. J'ai personnellement participé à la mise en place du protocole et notamment à la réalisation du plan de vol. Les résultats seront analysés prochainement. Ils paraissent indispensables pour tenter de valider notre méthode de dénombrement terrestre ;

- compléter les recensements proprement dits par un certain nombre d'observations quotidiennes faites par les gestionnaires de la propriété. Celles-ci sont indispensables

dans la mesure où elles peuvent nous renseigner sur les mouvements de population, les maladies, les décès, l'évolution du cheptel au fil des années, etc. ;

- chercher à mieux connaître le rapport des sexes et le taux d'accroissement. Recenser ne signifie pas seulement connaître l'effectif global d'une population. Il faut avoir au moins une idée sur les classes d'âge et sur le sex-ratio ;
- suivre l'évolution du cheptel ;
- compléter les dénombrements pour les périodes de l'année qui n'ont pas été traitées.

Un certain nombre de travaux sont actuellement en cours :

- un suivi des cerfs de la propriété par radio-tracking devrait permettre de mieux comprendre leurs déplacements, travail auquel mon stage m'a amené à contribuer ;
- un repérage des points de passage des cerfs sous les barrières à bétail (localisation effectuée au GPS) devrait venir s'ajouter à notre SIG, travail auquel j'ai également apporté mon aide. Ces zones de passage préférentielles sont repérables aux traces liées au piétinement que laissent les cerfs sur le sol ;
- la partie de la propriété qui n'avait pu faire l'objet d'une cartographie de la végétation a pu être survolée en juillet. Les photographies aériennes ainsi réalisées permettront de compléter la zone non couverte ;
- des prélèvements de sang au moment de la chasse et des mesures morphologiques sont effectués sur les animaux, ils permettent de mieux connaître l'état du cheptel.

Une fois réalisés, ces travaux devraient déboucher, en venant s'ajouter à notre dénombrement, sur la mise en place du système de gestion.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Pour dresser un bilan de notre étude, nous pouvons faire les constatations suivantes :

- notre méthode a pour principal intérêt le suivi de l'effectif présent sur la propriété mais est peu précise en informations relatives à la répartition des cerfs dans les différents types de végétation ;
- les points faibles de la méthode sont nombreux, toutefois aucune méthode de recensement n'est parfaite ni surtout universelle ;
- chaque méthode doit être adaptée aux caractéristiques locales et à l'espèce elle-même ;
- une méthode par échantillonnage n'est à utiliser que si l'on souhaite seulement avoir une « idée » de la population ;
- il faut recouper plusieurs méthodes ;
- il faudrait suivre le cheptel au fil des années pour en avoir une idée plus précise ;
- la connaissance du taux d'accroissement et du sex-ratio serait bien utile ;
- enfin, pour que notre étude soit utilisable, il faudra attendre que les travaux complémentaires réalisés par d'autres membres de l'équipe soient menés à terme.

Le système de gestion dans lequel s'intègre notre travail est fait pour favoriser la durabilité de l'exploitation de la ressource. Il sera intéressant ultérieurement de le transposer à d'autres zones du territoire au contexte quelque peu similaire. Ce type de système s'avère être d'une importance fondamentale à l'heure actuelle. Il nous faut à ce sujet souligner que les herbivores sont, en effet, des composantes essentielles de la dynamique des plantes, des habitats et des paysages, et que les écosystèmes de savane, écosystèmes relativement instables, ne peuvent absorber des changements et des perturbations qu'à condition qu'ils ne soient pas trop rapides, comme c'est souvent le cas avec l'homme, et qu'ils laissent le temps à l'évolution.

BIBLIOGRAPHIE

- Alvarez J., 1988. « Problemas asociados a la aplicacion del transecto lineal para el censo de las poblaciones de cervidos en un biotopo mediterraneo (Quintos de Mora, Montes de Toledo) », *Ecologia*, 2 : 233-249.
- Barrau J., Devambe L., 1957. « Quelques résultats inattendus de l'acclimatation en Nouvelle-Calédonie », *Terre et Vie*, 4 : 324-334.
- Barré N., Dutson G., Sirgouant S., 1999. Note de synthèse sur les oiseaux de Nouvelle-Calédonie, espèces présentes, statut et taxinomie, doc. multigr., à paraître.
- Barry I., Chardonnet B., 1998. Recensement aérien de la faune de l'unité de conservation d'Arly. Résultats et commentaires, Rapport AFD-FFEM, doc. multigr.
- Bauer A.M., Sadler, 1993. « Systematics, biogeography and conservation of the lizards of New-Caledonia », *Biodiversity letters*, 1 : 107-122.
- Bernard C., Freycon V., Gazull L., Lo Seen D., Trébuchon J.F., 1997. Le géoréférencement... ou comment maîtriser l'intégration de données multisources dans un SIG, CIRAD-Montpellier, doc. multigr.
- Bianchi M., 1992. Reproduction du cerf rusa (*Cervus timorensis rusa*) en Nouvelle-Calédonie, Nouméa, Rapport CORDET-MEDETOM, doc. multigr.
- Bianchi M., Hurlin J.C., Le Bel S., Chardonnet P., 1994. Rusa stags puberty (*Cervus timorensis rusa*) in New-Caledonia, CIRAD-EMVT, 3^{ème} congrès international sur la biologie des cerfs, Edinburgh, doc. multigr.
- Bianchi M., Le Bel S., Hurlin J.C., Humblot P., Chardonnet P., Thibier M., 1994. General reproduction of rusa deer (*Cervus timorensis rusa*) in New-Caledonia, CIRAD-EMVT, 3^{ème} congrès international sur la biologie des cerfs, Edinburgh, doc. multigr.
- Boisaubert B., Vassant J., Delorme D., 1979. « Contribution à l'étude la mise au point d'une méthode de recensement applicable à l'espèce chevreuil (*Capreolus capreolus*) vivant en milieu forestier », O.N.C., Bull. mens., n° Sp. *Scien. Tech.* Déc. 79 : 193-205.
- Bonnet G., *et al.*, 1980. *Image insolite du cerf*, Association des Auteurs auto-édités.
- Boudet, 1978. *Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères*, IEMVT, Paris, Ministère de la Coopération, 3^{ème} éd.

Brelurut A., Chardonnet P., Benoit M., 1997. « L'élevage des cervidés en France : Métropole et Outre-mer », *Renc. Rech. Ruminants*, **4** : 31-38.

Burnham K.P., Anderson D.R., Laake J.L., 1980. *Estimation of density from line transect sampling of biological populations*, Wildl. Monogr. n° 72.

Burnham K.P., Anderson D.R., Laake J.L., 1985. « Efficiency and bias in strip and line transect sampling », *J. Wildl. Manage.*, **49** : 1012-1018.

Chalaye S., 1998. Caractérisation et cartographie de la végétation pour la gestion du cerf rusa (*Cervus timorensis rusa*) à Poya (Nouvelle-Calédonie) : mise en place d'un Système d'Information Géographique, Mémoire du DESS « Productions animales en régions chaudes », CIRAD-Montpellier, doc. multigr.

Chardonnet P., 1988. Étude de faisabilité technique et économique de l'élevage de cerfs en Nouvelle-Calédonie, Nouméa, IEMVT/ADRAF, doc. multigr.

Chardonnet P., Lartiges A., 1992. Gestion de la faune sauvage terrestre vertébrée dans la Province Sud de Nouvelle-Calédonie, Maisons-Alfort, IEMVT et ONC, doc. multigr.

Chazeau J., *et al.*, 1995. « Biodiversité en Nouvelle-Calédonie, La richesse d'un milieu exceptionnel », *ORSTOM Actualités*, **46** : 15-22.

CIRAD, 1994. *Caractéristiques et valeurs alimentaires des fourrages de Nouvelle-Calédonie*, Nouméa, Éd. M. Salas.

Corniaux C., Le Bel S., Sarrailh J., 1997. *Shrub palatability to rusa deer (Cervus timorensis rusa) in New-Caledonia*, XVIIIth IGC, Canada.

Coulson G.M., Raines J.A., 1985. « Methods for small-scale surveys of grey kangaroo populations », *Aust. Wildl. Res.*, **12** : 119-125.

CTRDP et ORSTOM, 1989. *Atlas de la Nouvelle-Calédonie*, Éd. du Cagou, 2^{ème} éd., 1992.

DAF, 1997. *Mémento agricole du territoire*, Nouméa, Territoire de la Nouvelle-Calédonie.

Denegre J, Salge F., 1996. *Les Systèmes d'Information Géographique*, Paris, PUF, Que sais-je ? n° 3122.

Desvals M., Lambert C., Leroux H., 1992. « Bilan de quatre années de surveillance sanitaire de la population cervine en Nouvelle-Calédonie », *Revue d'Élevage et de Médecine Vétérinaire de Nouvelle-Calédonie*, **16** : 25-32.

De Wispelaere G., 1997. Glossaire des principaux termes de télédétection et SIG Version 1.0, Cours du DESS « Productions animales en régions chaudes », CIRAD-Montpellier, doc. multigr.

Dubois J.P., 1984. « L'élevage bovin en Nouvelle-Calédonie », *Revue d'Élevage et de Médecine Vétérinaire de Nouvelle-Calédonie*, **2** : 43-58.

Duncan P., 1983. « Determinants of the use of habitat by horses in a Mediterranean wetland », *Journal of Animal Ecology*, **52**, 93-109.

Eastman J.R., 1995. *IDRISI Version 4.0 et 4.1 : un SIG en mode image*, Traduction : Collet C., Fribourg, CRIF.

Fandos P., Fernandez A., Fernandez J.M., Palomero G., 1990. Censo de corzos en un sector de la reserva nacional de caza de Saja : Liebana. Informe por la diputacion regional de Cantabria, Universidad de Cantabria, doc. multigr.

Freycon V., Fauvet N., 1998. Les G.P.S. De l'acquisition des relevés à leur intégration dans un SIG, CIRAD-Forêt, Projet Forafri, doc. multigr.

Fritz H., 1995. Étude des systèmes mixtes d'herbivores sauvages et domestiques en savane africaine : structure des peuplements et partage de la ressource, Thèse de doctorat, Université Paris 6, doc. multigr.

Gaillard J.M., Gaudin J.C., Léonard P., Dubray D., 1989. « Un indice kilométrique d'abondance nocturne : une alternative au dénombrement des populations de cerfs (*Cervus elaphus*) en moyenne montagne », *Gibier Faune Sauvage*, juin 1989, **6** : 159-170.

Gaillard J.M., Boutin J.M., Laere G., 1993. « Dénombrer les populations de chevreuils par l'utilisation du line transect. Étude de faisabilité », *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, **48**.

Gargominy O., *et al.*, 1996. « Conséquences des introductions d'espèces animales et végétales sur la biodiversité en Nouvelle-Calédonie », *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, **51** : 375-401.

Gordon I.J., Lindsay W.K., 1990. « Could mammalian herbivores « manage » their resources ? », *Oikos*, **59** : 270-280.

Grimaud P., Chardonnet P., 1989. « Premiers résultats de l'élevage de cerf rusa en stabulation à la station IEMVT de Port Laguerre », *Le daguet*, bulletin de l'EDEC-NC, 7 : 8-10.

Grimaud P., 1992. Croissance et ingestion chez les bichettes et daguets, Nouméa, Études et Synthèses CIRAD Mandat de gestion Nouvelle-Calédonie, doc. multigr.

Groves C.P., Grubb P.G., 1987. « Relationships of living deer », in C.M. Wemmer, éd., *Biology and management of the Cervidae*, Washington, Smithsonian Institution Press.

Grundmann P., *et al.*, 1998. *Nouvelle-Calédonie*, Paris, Hachette.

Guichard P., 1997. Méthodologie d'étude de l'effectif et du comportement spatial des populations, Mémoire du DESS « Productions animales en régions chaudes », CIRAD, INA P-G, ENV Alfort, MNHN, doc. multigr.

Hannecart F., 1970. « Les oiseaux menacés de la Nouvelle-Calédonie et des îles proches » in J.C. Thibault and I. Guyot, Editors, *Livre rouge des Oiseaux menacés des régions françaises d'Outre-mer*, Cambridge, ICPB Monograph, 143-165.

Harrington R., 1985. « Evolution and distribution of the Cervidae », *R. Soc. N. Z. Bull.*, 22 : 3-11.

Hobbs R.J., 1992. « Is biodiversity important for ecosystem functioning ? Implications for research and management. Biodiversity of Mediterranean Ecosystems », in Ed. R.J. Hobbs, *Australia*, Sidney, Surrey Beatty and Sons, 211-229.

Hofmann R.R., 1985. « Digestive physiology of the deer. Their morphological specialisation and adaptation », in Ed. Fennessy P.R. and Drew K.R., *Biology of deer production*, The Royal Society of New Zealand, 22 : 393-407.

Hudson R., 1997. Approximate populations of farmed deer, Cybercervus ([http : //www.cybercervus.com/farmeddeer.html](http://www.cybercervus.com/farmeddeer.html)).

Jacob T.N., Wiryosuhanto S.D., 1994. *Perspectives d'Élevage du cerf*, Ed. Kanisius ed., Yogyakarta, Indonésie.

Kelly R.W., Moore G.M., 1977. « Reproductive performance in farmed red deer », *N.Z. Agric. Sci.*, 11 : 179-181.

Kohler J.M., 1991. « Identité canaque et intégration coloniale », *Journal de la Société des Océanistes*, 93, 1 et 2 : 47-51.

Le Bel S., 1993. Recherches menées sur les cervidés par le CIRAD-EMVT, INRA, Commission spécialisée recherches ovine et caprine, doc. multigr.

Le Bel S., Bianchi M., 1995. Note technique sur l'élevage pilote de cerfs rusa de Port Laguerre. Bilan des campagnes de reproduction de 1991 à 1995, Nouméa, Études et synthèses CIRAD Mandat de Gestion Nouvelle-Calédonie, doc. multigr.

Le Bel S., Chardonnet P., Dulieu D., Salas M., 1995. « Impact de la castration du dague rusa sur les performances de croissance, d'abattage et sur la qualité biologique de la viande à 24 et 30 mois », *Revue Élev. Méd. Vét. Pays Trop.*, **48** (1) : 85-93.

Le Bel S., et al., 1997. *Qualité des carcasses de cerf rusa (Cervus timorensis rusa) en Nouvelle-Calédonie : influence de la préparation des animaux et des conditions d'abattage*, Paris, ISVEE (Convergence).

Le Bel S., Salas M., Dulieu D., 1998. « Typologie des élevages de cerfs en Nouvelle-Calédonie et évaluation de l'effet d'un suivi d'abattage », *Rev. Élev. Méd. Vét. Pays Trop.*, n°6.

Le Bel S., 1999. Impact du cerf rusa (*Cervus timorensis rusa*) sur le kaori (*Agathis morei*), destruction des jeunes plants en milieu forestier, Communication personnelle, doc. multigr.

Le Bel S., et al., 1999. Ongulés sauvages ou ensauvagés et milieux naturels en Nouvelle-Calédonie, Pour gérer une cohabitation durable des espèces introduites et des espèces endémiques en milieu insulaire, Réponse à Appel à Propositions de Recherches « Programme Écosystèmes Tropicaux 1999-2002 », CIRAD/Mandat de Gestion, Païta, Nouvelle-Calédonie, doc. multigr.

Leenhardt M., 1930. *Notes d'ethnologie néo-calédonienne*, Travaux et mémoires de l'Institut d'ethnologie, Université de Paris.

Leenhardt M., 1947. *Do kamo. La personne et le mythe dans le monde mélanésien*, Paris, Éditions Gallimard. Réédition de 1971 avec préface de Maria Isaura Pereira Queiroz.

Léonard Y., Cugnasse J.M., Gaudin J.C., Maillard D., 1991. « Méthodes de recensement et de suivi des populations de cervidés en région méditerranéenne française : bilan, perspectives », *B.M. O.N.C.*, **163**, décembre 1991.

Leopold A., 1933. *Game management*, New-York, Chas. Scribner's Sons.

Leroux H., 1991. L'élevage du cerf (*Cervus timorensis russa*) en Nouvelle-Calédonie. Pathologie, Thèse (Dr Vétérinaire), École Nationale Vétérinaire de Lyon, doc. multigr.

Letourneur J., Pascal M., 1994. Modalités susceptibles de permettre une réhabilitation écologique de l'îlot Leprédour et une restauration de sa flore par des mesures de gestion de sa faune sauvage, Nouméa, Études et synthèses CIRAD Mandat de gestion Nouvelle-Calédonie, doc. multigr.

Lincoln G.A., 1985. « Seasonal breeding in deer », *Biology of deer production* Ed. Fennessy P.F. and DREW K.R., Royal society of New Zealand, **22** : 165-179.

Mackenzie A.R., 1985. « Reproduction of farmed rusa deer (*Cervus timorensis*) in South East Queensland, Australia, *Biology of deer production* » in Fennessy P.F. and Drew K.R. Ed., *Royal society of New-Zealand*, **22** : 213-215.

Maudet F., 1998. Caractérisation génétique des populations de cerfs rusa (*Cervus timorensis russa*) en élevage à l'île Maurice, Mémoire du DEA « Biologie et Productions animales », Université de Rennes I, doc. multigr.

Mauritius Chamber of Agriculture, 1996. Annual Report 1995-1996, Port-Louis, Ile Maurice, doc. multigr.

McNaughton S.J., 1985. « Ecology of a grazing ecosystem : the Serengeti », *Ecological Monographs*, **55**(3), 259-294.

Mittermeier R.A., Werner T.B., Lees A., 1996. « New-Caledonia – a conservation imperative for an ancient land », *Oryx*, **30**(2) : 104-112.

Montulet J.P., 1984. *Les cervidés du monde entier*, Paris, Ed. Lechevalier.

Morat P., Jaffré T., Veillon J.M., 1994. « La flore : caractéristiques et composition floristique des principales formations végétales », Dossier Nouvelle-Calédonie, *Bois et forêt des Tropiques*, **242** : 7-30.

Morat P., Jaffré T., Veillon J.M., 1995. *Grande Terre (New Caledonia)*, In *Centres of Plant Diversity : A guide and strategy for its conservation*, Vol. 2 : Asia, Australasia and the Pacific. S.

O.N.C. (Office National de la Chasse), 1982. « Méthodes de recensement des populations de cerfs », Note technique n° 9, *Bull. mens. O.N.C.*, n° 88, fiche n° 22.

O.N.C. (Office National de la Chasse), 1985. « Recensement des populations d'ongulés sauvages en montagne. Méthode d'estimation des effectifs », *Bull. mens. O.N.C.*, n° 88, fiche n° 22.

ORSTOM, 1981. *Atlas de la Nouvelle-Calédonie et dépendances*, Paris, Éd. de l'ORSTOM.

Pornon H., 1991. *Les SIG, mise en œuvre et application*, Paris, Ed. Hermès et STU.

Robinet O., Barré N., Salas M., 1996. « Population estimate for the Ouvea Parakeet *Eunymphicus cornatus uveaensis*: its present range and implications for conservation », *EMU*, **96** : 151-157.

Schaal A., 1987. Le polymorphisme du comportement reproducteur chez le daim d'Europe (*Dama d. dama*). Contribution à la socio-écologie des Cervidae, Thèse de Doctorat, Université Louis Pasteur, Strasbourg, doc. multigr.

Schmid, 1987. *Fleurs et plantes de Nouvelle-Calédonie*, Singapour, Éd. du Pacifique, 2^{ème} éd.

Schwartz T., 1998. La culture mélanésienne : réalité et devenir de l'univers mythique, Compte-rendu de lecture, DEA « Environnement : Temps, Espaces, Sociétés », Muséum National d'Histoire Naturelle, doc. multigr.

Seber G.A.F., 1973. *The estimation of animal abundance and related parameters*, London, Griffin.

Senft R.L., Coughenour M.B., Bailey D.W., Rittenhouse L.R., Sala L.R., Swift D.M., 1987. « Large herbivore foraging and ecological hierarchies », *BioScience*, **37** : 789-799.

Sigogne E.T., 1987. La reproduction du cerf, Th. doc. vét. Toulouse, doc. multigr.

Sinclair A.R.E., 1975. « The resource limitation of trophic levels in tropical grassland ecosystems », *Journal of Animal Ecology*, **44**, 497-520.

Thériez M., 1988. « Élevage et alimentation du cerf », *INRA Prod. Anim.*, **1** : 319-330.

Thimonier J., Sempéré A., 1989. « La reproduction chez les cervidés », *INRA, Prod. anim.*, **2** : 5-21.

Tilman D., Downing J.A., 1994. « Biodiversity and stability in grassland », *Nature*, **367** : 363-365.

Toutain B., 1984. « Principales caractéristiques des pâturages de Nouvelle-Calédonie », *Revue d'Élevage et de Médecine Vétérinaire de Nouvelle-Calédonie*, **1** : 44-50.

Toutain B., Dulieu D., 1991. *Pâturages et parcours en Nouvelle-Calédonie, Situation et perspectives*, Montpellier, IVth International Rangeland Congress.

Toutain B., 1998. Utilisation et avenir des ressources renouvelables dans la Province Nord de Nouvelle-Calédonie, CIRAD-EMVT, CIRAD-TERA, doc. multigr.

Van Mourik S., 1986. « Reproductive performance and maternal behaviour in farmed rusa deer », *Applied Behaviour Science*, **15** : 213-215.

Western D., 1989. « Conservation without Parks : wildlife in rural landscape », Oxford University Press, *Conservation for the 21st Century*, 158-165.

Whitehead G.K., 1993. *The Encyclopedia of Deer*, Shrewsbury, Swann-Hill.

Whitesides G.H., Oates J.F., Green S.M., Kluberanz R.P., 1988. « Estimating primate densities from transects in a west african rain forest : a comparison of techniques », *J. Anim. Ecol.*, **57** : 345-367.

Young J.Z., 1962. « The life of vertebrates », *Oxford University Press*, **6** : 741-760.

Zejda J., 1984. « Road strip transects for estimating field roe deer density », *Folia Zoologica*, **33** : 109-124.

Zejda J., 1985. « Field transects for roe deer census », *Folia Zoologica*, **34** : 209-215.

ANNEXES



ANNEXE 1. Relief de la Nouvelle-Calédonie

La Nouvelle-Calédonie présente plusieurs types de relief (ORSTOM, 1981 ; CTRDP et ORSTOM, 1989) :

-*relief montagnard* : il occupe tout le centre de la Grande Terre, la chaîne montagneuse courant du Nord au Sud ;

-*collines* : elles sont présentes sur la côte Ouest et au nord de la Grande Terre. Elles sont de deux types. Dans l'extrême Nord et dans le Sud, on trouve des collines formées dans des schistes ou des calcaires ; elles peuvent atteindre 500 m. Ailleurs, il s'agit de collines sur roches basaltiques, peu élevées et parcourues par un dense réseau hydrographique intermittent ;

-*plateaux* : résultants de l'érosion, on les trouve dans la chaîne centrale ;

-*modèle de type karstique* : on le retrouve de façon éparse dans la chaîne, au nord et au sud (plaine des Lacs), ainsi qu'aux îles Loyauté. Ce sont des dépressions qui résultent d'une altération de type karstique ;

-*zones alluviales* : ce sont essentiellement des falaises et des côtes basses. Si les premières sont plus fréquentes sur la côte Est, les secondes le sont sur la côte Ouest. Les plaines sédimentaires de cette dernière sont bordées de lagunes et de deltas souvent colonisés par la mangrove ;

-*atolls et récifs coralliens* : le littoral de la Grande Terre et des îles est bordé de deux types de récifs, les récifs frangeants et les récifs barrières. Les atolls sont des récifs annulaires, et les îles Loyauté sont l'exemple d'atolls coralliens ayant évolué en îles.

ANNEXE 2. Principaux types de sols présents en Nouvelle-Calédonie

En raison de la multiplicité des roches mères et d'une dynamique de l'eau variable, les sols de Nouvelle-Calédonie sont très diversifiés.

On peut distinguer les grands types de sols suivants (ORSTOM, 1981 ; CTRDP et ORSTOM, 1989) :

-sols sur *péridotites* : que l'on retrouve sur les massifs miniers du Sud. Ce sont des sols oxydiques. Ils sont très pauvres chimiquement et sont sensibles à l'érosion. Avec l'aide d'apports, ils peuvent faire l'objet de cultures maraîchères ;

-sols sur *schistes volcano-sédimentaires* : ce sont des sols fersiallitiques. Ils recouvrent une grande partie de la côte Ouest et de la chaîne centrale. Ces sols sont généralement très acides et pauvres en éléments nutritifs. Ils peuvent être aménagés en pâturages par l'apport d'engrais ;

-sols bruns sur *basalte et flyschs* : ce sont des sols que l'on retrouve surtout sur la côte Ouest. Ils sont caractérisés par une fertilité moyenne (carence en azote et phosphore) ;

-sols sur *alluvions* : on distingue les alluvions anciennes et celles récentes. Les premières, limitées à la côte Ouest, sont généralement des vertisols pouvant être favorables aux pâturages artificiels. Les secondes, mieux réparties, de compositions chimiques différentes, constituent les sols les plus fertiles.

ANNEXE 3. Végétation de la Nouvelle-Calédonie

1. Une zone de fort endémisme

La Grande Terre est l'une des plus grandes et des plus anciennes terres émergées du Pacifique tropical. Ce fragment de continent détaché de l'Australie tire son originalité d'un très long isolement et des propriétés d'une grande partie de ses sols, issus d'un substrat ultramafique (Chazeau *et al.*, 1995). L'importante diversité de la flore néo-calédonienne fait de ce territoire l'un des hauts lieux écologiques de l'Océanie. Ses biotopes terrestres sont caractérisés par une composition inhabituelle et un haut degré d'endémisme (Morat, 1995). On compte environ 3000 espèces indigènes de végétaux supérieurs, dont 76 % sont endémiques, avec 250 espèces de cryptogames vasculaires et 2750 espèces de phanérogames (Schmid, 1981). Ces chiffres sont énormes compte tenu de la dimension du Territoire. À titre comparatif, il n'y a que 1800 espèces à Fidji et 1460 en Nouvelle-Zélande. La composition de la flore est si particulière que la Nouvelle-Calédonie est traditionnellement considérée comme une région floristique à elle seule (Morat *et al.*, 1994).

2. Principaux types de formations

Les principaux types de formations végétales rencontrés sont les suivants (ORSTOM, 1981 ; Schmid, 1987 ; Atlas de la Nouvelle-Calédonie, 1989) :

-*mangrove* : il s'agit d'une formation arborescente, à palétuviers, de la zone intertidale, que l'on rencontre surtout sur la côte Ouest. Elle couvre environ 2000 km². La nature salée du sol et la submersion périodique expliquent le caractère hautement spécialisé des palétuviers. La flore de la mangrove n'est pas très riche et les principales espèces rencontrées appartiennent aux genres *Rhizophora*, *Bruguiera*, *Avicennia* et *Lumnitzera* ;

-*forêts humides sempervirentes* : on les rencontre dans les zones les plus arrosées, communément au-dessus de 500 mètres d'altitude, mais elles se développent également dans les fonds de vallée (talwegs) et le long des berges des rivières. Elles couvrent encore 3800 km² mais leur étendue a considérablement régressé sous l'effet des feux de brousse, au profit des maquis, savanes et fourrés. Leur désignation et composition varient suivant l'altitude ;

-*forêt sclérophylle* : on l'appelle aussi forêt sèche. Elle occupait, avant l'arrivée des Mélanésiens (1500 avant J.C.), de grands espaces sur la côte Ouest. Elle est actuellement réduite à des îlots forestiers plus ou moins dégradés associés à des fourrés secondaires dominés par le gaïac (*Acacia spirorbis*) ou le faux mimosa (*Leucaena leucocephala*), et ne couvre plus que 340 ha. Son homogénéité tient essentiellement à son sous-bois dense et riche en espèces buissonnantes. Parmi les espèces arborescentes figurent de nombreuses espèces endémiques, dont le santal (*Santalum austrocaledonicum*) et des espèces de familles diverses ;

-*maquis sur roches ultrabasiques* : appelés aussi maquis minier, ils couvrent environ 4500 km². Bien qu'ils puissent se développer sur différents types de sols, ils sont

caractérisés par une unité floristique. Ils regroupent des formations sempervirentes, arbustives ou ligno-herbacées. On y retrouve un grand nombre d'espèces endémiques ;

-maquis sur roches acides : il s'agit d'une formation floristiquement pauvre et très ouverte. La strate arbustive est dominée par le niaouli (*Melaleuca quinquenervia*). On la retrouve de façon éparse dans le Nord de la Grande Terre ;

-savanes : elles résultent de la destruction de la forêt par les défrichements et les feux répétés. Il s'agit donc de formations secondaires. Elles couvrent 6 000 km², du bord de mer à 600 mètres d'altitude, mais sont totalement absentes des massifs miniers et des substrats calcaires. Elles sont formées d'une strate graminéenne continue, parsemée de niaoulis arborescents (cette espèce s'étant très bien répandue en raison de sa capacité à résister au feu) ou d'arbustes : goyavier (*Psidium guajava*), gaïacs (*Acacia spirorbis*), cassis (*Acacia farnesiana*)... La flore reste cependant relativement pauvre. Boudet (1978) distingue, suivant la hauteur, l'abondance et l'absence de ligneux, cinq types de savanes : herbeuse, buissonnante, arborée, arbustive et boisée.

Si les forêts et la mangrove constituent ce que l'on peut appeler la végétation autochtone, les maquis et savanes sont le résultat d'interventions et d'actions d'origine anthropique et ne sont pas, à ce titre, caractérisées comme flore primitive.

3. De nombreuses espèces exogènes

Avant même l'arrivée des Européens, des introductions d'espèces végétales ont été effectuées par les Mélanésiens à des fins médicinales, alimentaires ou tout simplement décoratives. Les espèces introduites par les Européens n'ont pas toutes réussi à s'implanter en raison du climat. D'autres se sont par contre échappées des jardins et figurent désormais dans la végétation naturelle. Certaines espèces sont devenues très problématiques, se multipliant sans qu'il existe de facteurs de contrôle suffisants dans l'écosystème. D'autres composent les végétations secondaires ouvertes de type savane, utilisées comme pâturages par les éleveurs (Toutain, 1998).

4. Typologie des pâturages

En terme d'écologie, un pâturage appartient à un écosystème (CIRAD, 1994). Il est ainsi conditionné à la fois par des facteurs physiques (roche, sol, relief, climat), des facteurs biologiques (associations végétales, consommateurs secondaires) et des facteurs humains (entretien, mode d'exploitation), dont l'interaction confère à l'écosystème considéré un état donné à un instant donné.

Les pâturages néo-calédoniens sont chroniquement menacés par la sécheresse. Ils présentent une grande variété aussi bien géographique qu'édaphique (Toutain, 1984). Ils peuvent ainsi être classés en six types (Toutain et Dulieu, 1991) :

- savanes arbustives sur sols riches en cations dans les régions à saison sèche marquée ;
- savanes arborées sur alluvions héritées des massifs miniers, dont les réserves cationiques sont très déséquilibrées ;
- savanes arborées sur sols ferrugineux lessivés, dont la fertilité est médiocre ;
- savanes et prairies sur alluvions fluviales récentes, caractérisées par une bonne fertilité et une bonne alimentation en eau ;
- végétation des dépôts sableux côtiers coralliens ;
- végétation herbacée, après défriche de forêt des sols ferrallitiques sur calcaire corallien ancien (îles Loyauté).

Les pâturages naturels ont une tendance spontanée à s'embroussailler et à retourner vers des formations ligneuses à niaouli. Le surpâturage et la baisse de fertilité des sols ne font que renforcer cette tendance (Toutain, 1984).

5. Une flore riche mais vulnérable

Malgré la faible densité de la population humaine, les écosystèmes néo-calédoniens ont subi d'importants dégâts, comme c'est d'ailleurs le cas pour beaucoup d'autres milieux insulaires. Le Territoire est même cité par Myers comme l'un des dix points chauds de la déforestation tropicale (1988). Ainsi, la végétation primaire qui couvrait autrefois la totalité du territoire a-t-elle été divisée par deux. Les animaux ont une part de responsabilité importante dans la dégradation des écosystèmes.

ANNEXE 4. Faune de Nouvelle-Calédonie

1. Espèces animales indigènes

La diversité de la faune vertébrée, exception faite des mammifères, est relativement élevée pour un territoire de cette étendue. La faune mammalienne est marquée par le phénomène d'insularité ; seules 9 espèces de mammifères, dont 6 endémiques, sont indigènes de Nouvelle-Calédonie, et celles-ci sont toutes membres de l'ordre des Chiroptères (Chardonnet et Lartiges, 1992 ; Mittermeier *et al.*, 1996).

L'avifaune néo-calédonienne est diversifiée ; 22 espèces parmi les 152 taxa d'oiseaux présents sur le territoire sont endémiques et 4 de ceux-ci appartiennent à des familles ou des genres monotypiques (Barré *et al.*, 1999 ; Hannecart, 1988 ; Gargominy *et al.*, 1996 ; Mittermeier *et al.*, 1996).

Il est certain que les espèces endémiques sont particulièrement sensibles aux changements du milieu, notamment à la concurrence d'espèces nouvelles introduites ou à la prédation par celles-ci. C'est le cas en particulier du cagou (*Rhynocetos jubatus*), emblème de la Nouvelle-Calédonie et seul représentant vivant de la famille endémique des *Rhynochetidae*, du notou (*Ducula goliath*), le plus gros pigeon arboricole, et de la perruche d'Ouvéa (*Eunymphicus cornutus uveaensis*), sous-espèce limitée à l'île d'Ouvéa (Robinet *et al.*, 1996).

L'herpétofaune est particulièrement riche compte tenu de la surface du territoire. Le peuplement de reptiles terrestres comprend en effet 48 espèces (de 9 genres) de Squamates autochtones, dont 41 sont endémiques, incluant un groupe très ancien de geckos de forêts tropicales, *Rhacodactylus sp.* (Bauer et Sadlier, 1993 ; Gargominy *et al.*, 1996 ; Mittermeier *et al.*, 1996).

2. Espèces animales introduites

Il est cependant certain qu'une grande partie des animaux de Nouvelle-Calédonie a été introduite par l'homme, volontairement pour la ressource qu'ils représentent, ou involontairement. C'est le cas notamment de l'essentiel de la faune mammalienne, parmi laquelle beaucoup d'herbivores domestiques se sont ensauvagés.

Certaines de ces espèces, notamment parmi les ongulés, ont manifesté de grandes capacités d'adaptation et un fort dynamisme, qui se sont traduits par la colonisation, sauf exception, de tous les milieux naturels (Le Bel *et al.*, 1999 ; Toutain, 1998).

Des transformations et des dégradations de certaines biocénoses originelles ont été constatées suite à l'établissement et au développement de ces populations, ces

modifications étant bien sûr variables suivant la densité des ongulés et la capacité des milieux. Au niveau des pâturages, où les charges sont parfois élevées (en moyenne 0,5 à 1 tête/ha), les herbivores ont un impact, qui n'a pas été estimé précisément mais qui n'est pas négligeable, sur la régénération de certaines espèces végétales indigènes, sur les rapports de compétitivité entre les formations naturelles et les formations secondaires, et sur la dynamique des plantes fortement colonisatrices. Des espèces végétales et des faciès particulièrement remarquables ont ainsi disparu, notamment lors d'envahissements par des espèces végétales exotiques à partir des espaces pastoraux voisins où elles prolifèrent.

Parmi ces animaux, les herbivores sauvages ou domestiques, introduits directement ou par le biais des pratiques des éleveurs qui exploitent les espaces secondarisés, ont une part de responsabilité non négligeable dans le recul des végétations primaires. Ils représentent notamment une menace pour les forêts sèches, dites sclérophylles, qui se trouvent sur la côte Ouest de la Grande Terre et occupent le plus souvent des plaines et des pentes dans des propriétés privées d'élevage. Cette menace est d'autant plus forte que seules quelques mesures de sauvegarde, sans garantie de durée, ont été engagées (Toutain, 1998).

De nombreux reptiles, oiseaux et arthropodes ont également été acclimatés, mais nous nous intéressons surtout dans cette étude au cas des mammifères (Gargominy *et al.*, 1996).

Le cheptel bovin s'est constitué dès 1853 à partir d'arrivages successifs qui ont accompagné la colonisation européenne (Dubois, 1984). Ce sont les premiers éleveurs, d'origine anglo-saxonne, qui introduisirent les premiers effectifs importants, en provenance d'Australie. On compte environ 120 000 têtes. Il y a également 11 000 chevaux. Ce bétail est élevé sur des propriétés dans lesquelles ont été aménagées des surfaces de pâturage, soit à partir de formations boisées défrichées, soit sur savanes « naturelles ». On compte aussi un certain nombre de caprins, dont beaucoup se sont ensauvagés. Ceux-ci exploitent les végétations secondaires proches des habitations. Leur présence pourrait à terme poser des problèmes de dégradation de végétation, notamment au niveau des îles Loyauté. Les cochons sauvages (*Sus scrofa domestica*), descendants d'animaux probablement introduits par James Cook à la fin du 18^{ème} siècle, ont colonisé tous les milieux en Grande Terre et aux îles Loyauté. Leurs dégâts sont nombreux, non seulement au niveau des cultures vivrières, mais aussi au niveau des plantes indigènes et de certaines espèces animales. Ils menacent, en effet, les pontes d'oiseaux comme le cagou et des espèces de la microfaune endémique (gastéropodes, reptiles...). On compte également 4 espèces de rongeurs, dont le rat du Pacifique (*Rattus esculans*), 2 espèces de lagomorphes (*Sylvilagus* et *Oryctolagus*), sans oublier le chat et le chien (dont un certain nombre se sont ensauvagés), introduits généralement aux 18^{ème} et 19^{ème} siècles. Le cas des cervidés, qui ont eux aussi envahi tout le territoire, est abordé dans la partie consacrée à l'introduction du cerf rusa et à ses conséquences.

Nous faisons également allusion à ces espèces dans la partie consacrée au contexte économique de la Nouvelle-Calédonie.

ANNEXE 5 . Contexte socio-économique de la Nouvelle-Calédonie

1. Historique de la Nouvelle-Calédonie : des Austronésiens à nos jours

La Nouvelle-Calédonie est peuplée par l'homme depuis plusieurs milliers d'années, les premiers peuples, appelés Austronésiens, étant venus d'Asie du Sud-Est. La plus ancienne datation de poterie remonte à 1400 avant J.C. Il est vraisemblable qu'aient commencé dès cette époque les premières introductions d'espèces exogènes (Grundmann *et al.*, 1998).

En 1774, James Cook découvre la Grande Terre, établissant ainsi le premier contact des Européens avec l'île. Les introductions d'espèces se font très nombreuses à partir de cette époque mais ce n'est que 80 ans plus tard que commence une véritable colonisation avec la prise de possession du territoire par la France. Dans la même période s'effectue progressivement une évangélisation des populations mélanésiennes par les missionnaires catholiques et protestants.

En 1863, Garnier découvre le nickel.

De 1864 à 1895, l'île abrite une population pénale : 12 000 personnes environ sont déportées pendant cette période.

À partir de 1898, les Canaques sont astreints à la résidence en tribus (Canaque peut aussi s'orthographier avec le mot invariable Kanak). On compte officiellement 333 réserves de cantonnement. Elles seront abolies en 1907. Pendant la période 1939-45, la colonie se rallie à la France libre et devient la principale base américaine du Pacifique.

En 1945, le franc CFP (Pacifique) est institué, les Canaques obtiennent la citoyenneté française ainsi que le droit de vote et, un an plus tard, la Nouvelle-Calédonie devient un TOM.

La revendication nationaliste, lancée dans les années 70, est d'abord morale et culturelle, son objectif étant de « faire reconnaître l'existence d'une identité mélanésienne, la dignité du monde colonisé, et son droit à se libérer de la domination blanche » (Kohler, 1991, p. 127). Cette revendication a été accentuée par la crise que connaît l'économie minière à la même époque, laquelle a poussé plusieurs Mélanésiens privés de travail à tenter une reconquête de l'espace foncier, essentiellement aux mains des Blancs. Des périodes de violence suivirent et une proposition d'indépendance-association fut formulée en 1984 par le délégué du gouvernement national. Grâce aux accords de Matignon en 1988 et aux accords de Nouméa en 1998, une politique de collaboration entre la métropole et la Nouvelle-Calédonie a finalement pris le relais de la lutte des années passées. Un référendum

dans 15 ans déterminera l'indépendance de l'archipel ou son maintien dans le cadre de la République.

2. Situation démographique

La Nouvelle-Calédonie comptait, lors du recensement général de la population en avril 1989, près de 165 000 habitants. Ce chiffre doit actuellement avoisiner les 200 000, dont environ la moitié vivent à Nouméa. Cela représente globalement environ 10 habitants/km², et 5 habitants/km² en dehors de Nouméa. De nombreux milieux naturels ne sont donc soumis qu'à une faible anthropisation.

Les Canaques représentent environ 44% de la population et leur nombre augmente aujourd'hui plus vite que celui des Blancs. La colonisation par les Européens avait entraîné, dans un premier temps, un effondrement démographique de cette population en raison des guerres, des épidémies et de la confiscation des terres claniques et agricoles. Il aura fallu attendre les années 70 pour revenir à l'effectif d'avant la colonisation. Cette communauté est majoritaire sur la côte Est et aux îles Loyauté.

Les Européens représentent 34% de la population. Ils sont divisés en deux groupes : les métropolitains appelés aussi « métro » ou « zoreilles », et les Néo-Calédoniens blancs, appelés « Caldoches » ou « Calédoniens », deux fois plus nombreux, et qui descendent de colons arrivés à la fin du siècle dernier de France principalement, mais aussi de pays comme la Grande-Bretagne, l'Allemagne ou l'Italie. Ils sont prédominants à Nouméa.

Les autres communautés représentent 22% de la population. Il y a, parmi celles-ci, les Vietnamiens, les Javanais, les Chinois et les Japonais, venus dès le début de la colonisation pour travailler dans les mines. L'immigration de la plupart des Polynésiens est plus récente : Wallisiens, Futuniens et Tahitiens arrivent à partir des années 50 pour former une main-d'œuvre bon marché. Des Polynésiens sont cependant arrivés dans certaines régions de l'archipel et se sont mêlés aux populations locales bien avant l'arrivée des Européens. Les Wallisiens et les Futuniens, plus nombreux ici qu'à Wallis et Futuna, constituent encore une couche sociale assez défavorisée. Ils représentent le troisième groupe ethnique, avec 9% de la population totale. Un certain nombre de Vanuatais, Antillais et Réunionnais, ainsi qu'une petite communauté nord-africaine, principalement berbère, issue de la déportation politique de 1871, ont également leur place dans cette mosaïque ethnique.

Étant donné l'importance du métissage, il n'y a pas de clivage vraiment net entre ces différentes communautés, et notamment entre Canaques et Caldoches.

C'est une population jeune, dont la moitié à moins de 20 ans. La pyramide des âges s'apparente donc à celle d'un pays en voie de développement.

3. Situation économique

Ces 25 dernières années, le développement du territoire a été considérable : reconstruction ou modernisation d'écoles, d'hôpitaux et autres bâtiments publics, amélioration considérable du réseau routier et construction de ponts. L'électricité parvient même dans les villages les plus isolés, la télévision et le téléphone sont distribués à peu près partout. Une grande partie de ces équipements ont été réalisés dans le cadre de la politique de « rééquilibrage » économique régional décidée en 1988 par les accords de Matignon. Depuis cette date, le Nord et les îles font l'objet d'aides massives. La domination économique et politique de la province Sud continue toutefois à s'exercer sur les deux autres provinces. L'agglomération nouméenne, qui occupe 9 % de la superficie du territoire, retient, en effet, 75 % de ses entreprises.

L'économie repose sur un secteur secondaire actif, mais peu diversifié, dont le chiffre d'affaires, en grande partie lié à l'artisanat et aux PMI, connaît un développement spectaculaire, et un secteur tertiaire gonflé par l'administration. L'économie locale est dominée par l'exploitation du nickel. Celui-ci représente près de 90 % de la valeur des exportations et la Nouvelle-Calédonie détient entre 20 et 40 % des réserves mondiales de nickel. Il faut cependant souligner que les salaires versés aux fonctionnaires représentent plus du quart du PIB, le commerce et les services plus de la moitié, alors que les mines et la métallurgie n'en représentent qu'à peine un dixième (Grundmann *et al.*, 1998). Il est certain que l'impact de ces mines à ciel ouvert sur l'environnement est important.

L'agriculture ne couvre pas totalement les besoins locaux. Elle ne représente, avec la pêche, que 2 % du PIB et 10 % seulement du territoire sont cultivés. Sa place dans la société est pourtant importante, avec une production vivrière suffisante dans les tribus (igname, tarot, manioc, patate douce, banane...). Par ailleurs, 14 % de la population active travaillent dans le secteur agricole, chiffre qui atteint même 60 % dans la province Nord. Les systèmes agraires traditionnels ont subi de profondes transformations durant la période coloniale, du fait de la sédentarisation d'une horticulture itinérante, de l'abandon des tarodières irriguées, de la perte de variétés d'igname au profit de clones plus rustiques et de l'introduction de cultures de rente. Aujourd'hui, le secteur agricole bénéficie d'une aide volontariste des pouvoirs publics. Depuis 1989, le développement de certaines filières (riz, fruits, café) est soutenu par l'ADRAF (Agence de développement rural et d'aménagement foncier). L'agriculture est, en effet, soumise à d'importantes contraintes (montagnes, sécheresse, cyclones, inondations, pauvreté des sols) et le prix de revient élevé des produits en rend l'exportation difficile. Le marché intérieur est, de plus, très vite saturé. Certaines cultures ont été abandonnées faute de débouchés (canne à sucre,

coton, cocotier), mais d'autres sont en progression (mangue, banane, litchi, avocat) pour répondre à la demande croissante des Nouméens. Les cultures maraîchères et fruitières sont suffisantes durant la saison fraîche, de mai à décembre, mais la production locale s'efface le reste de l'année devant les importations. Le marché local des céréales, quant à lui, n'est qu'en petite partie couvert par la production intérieure. Les activités de cueillette sont non négligeables.

La forêt est également exploitée. Les essences concernées sont surtout le hêtre, le houpe, le tamanou, le kaori, l'araucarya, l'acacia, le santal, le kohu et le chêne-gomme. Les plantations de pins caraïbes réalisées depuis 1975 trouvent un débouché dans les clôtures à cervidés, qui nécessitent des arbres de cette qualité, à la fois hauts et rectilignes.

Le domaine maritime est encore sous-exploité et la pêche ne couvre pas totalement les besoins locaux. Le sous-équipement en matériel et la ciguatera ou « gratte », maladie transmise par les coraux qui rend la consommation de certains poissons impossible, sont parmi les principaux facteurs qui limitent le développement de la pêche. Seules la pêche de plaisance et la pêche vivrière dans les tribus sont relativement développées, mais ces dernières sont surtout intéressées par l'autoconsommation. Cependant, les îles Loyauté mettent en place une filière de pêche hauturière et l'aquaculture, avec la production de crevettes « royales », de crevettes d'eau douce et de moules vertes, est en pleine expansion. Cette dernière est devenue la seconde activité exportatrice du territoire. La zone économique autour de la Nouvelle-Calédonie est fréquentée également par des navires étrangers, japonais essentiellement, pêchant sous licence.

L'élevage, qui couvre 93 % de la surface agricole, demeure la principale activité des « colons » néo-calédoniens. Certains d'entre eux, sur la côte Ouest, rappellent les terres australiennes d'où venaient les premiers éleveurs. La ferme est une exploitation extensive que l'on appelle « station ». Sa surface a diminué de façon importante au fur et à mesure des réformes foncières visant à redistribuer la terre aux Canaques. Les productions animales sont dominées par l'élevage bovin, qui fournit la majeure partie des besoins locaux en viande. Il s'agit de la principale source de revenu agricole du Territoire (28 %) (DAF, 1997). Celle-ci est commercialisée par l'OCEF (Office de commercialisation et d'entreposage frigorifique). On dénombrait environ 113 000 têtes en 1993. Un quart de ce cheptel est concentré sur 35 exploitations de plus de 500 têtes chacune. L'élevage porcin, dont la production est également commercialisée par l'OCEF, se fait principalement en milieu tribal et a atteint un niveau d'autosuffisance. L'élevage ovin n'est que peu développé. Celui des caprins est mieux représenté, mais les parts d'autoconsommation et de commercialisation directe sont difficiles à estimer. Les élevages de volaille se concentrent surtout dans la région du Grand Nouméa. La production d'œufs satisfait la demande locale. Il existe également quelques petits élevages,

comme ceux de lapins ou d'abeilles. Nous aborderons plus loin l'élevage des cervidés.

Le tourisme est une industrie fortement créatrice d'emplois. On compte, pour l'année 1995, 86 000 visiteurs, principalement métropolitains et japonais, mais aussi australiens et néo-zélandais. Les prix encore élevés et les équipements encore limités empêchent le développement d'un tourisme de masse. La faune sauvage, et tout particulièrement les cervidés, constitue une part importante des attraits touristiques de l'archipel. Des chasses au cerf et des safaris photo sont ainsi organisés et contribuent à faire du tourisme l'une des ressources d'avenir de la Nouvelle-Calédonie.

Précisons enfin que les transferts financiers de l'État français sous forme de dotations, subventions, traitements et pensions, représentent un quart des ressources du territoire. Cet apport est indispensable à l'économie locale, mais pèse lourd sur les structures économiques et sociales : les traitements très élevés, notamment des fonctionnaires, gonflent les prix sans contrepartie productive. Le coût de la main-d'œuvre et des matières premières constitue un handicap face à la concurrence de pays comme le Vanuatu, l'Indonésie, et même l'Australie et la Nouvelle-Zélande. Par ailleurs, les disparités restent importantes entre certains privilégiés et l'ensemble de la population.

ANNEXE 6. Les cervidés : généralités (Montulet, 1984 ; Bonnet *et al.*, 1980 ; Schaal, 1987)

1. Morphologie et anatomie des Cervidés

Les mensurations et le poids

La taille varie entre 0,30 m de hauteur au garrot pour le poudou chilien (*Pudu pudu*), et 2,10 m pour l'élan (*Alces alces*). La longueur totale (tête + corps) va de 0,75 à 2,90 m.

En ce qui concerne le poids, les extrêmes vont de 10 kg pour *Pudu* et jusqu'à 800 kg pour *Alces*.

Il est certain que des différences importantes peuvent aussi exister au sein d'une même espèce, en fonction des facteurs de l'environnement. Cela peut entraîner l'apparition de plusieurs variétés.

En général, les femelles sont plus petites que les mâles et leur cou est moins puissant.

La tête

De forme allongée, elle se termine par un museau nu. Au-dessus des yeux, s'ouvre un larmier qui, chez le mâle, sécrète un liquide huileux et odoriférant.

Les bois

Les Cervidés sont caractérisés par le fait qu'en général seuls les mâles sont pourvus d'appendices frontaux. Ces appendices ne doivent pas être appelés cornes mais bois, car aucune substance cornée n'entre dans leur constitution. Les bois sont en os, après avoir été en conjonctif au début de leur formation. Ce sont des productions mésodermiques, insérées sur des pivots, appendices pérennes des os frontaux (Thériez, 1988). Leur section est circulaire, sans cavité médullaire. Ils sont recouverts d'une peau, appelée velours, qui joue le rôle de périoste (membrane richement vascularisée) dans leur formation. Tous les genres en portent, sauf *Hydropotes* représentés par *Hydropotes inermis* (chevreuil des marais ou de Chine). Ceux-ci ont en revanche des « défenses » bien développées, longues et courbes, qui font saillie hors de la bouche. Le genre Muntjac possède les deux types de formations à la fois. Par ailleurs, chez le genre Rangifer (renne), mâle et femelle portent des bois.

Deux points essentiels caractérisent les bois : d'une part, ils sont ramifiés, plus ou moins comme des branches d'arbre, d'autre part, ils tombent et repoussent chaque année, suivant une évolution de croissance au cours de la vie de l'animal. En climat chaud, cette chute a lieu à n'importe quel moment de l'année, contrairement à ce qui se passe en climat tempéré où les saisons interviennent pour la déterminer.

La croissance se fait en longueur par un bourgeon émanant du pivot et en épaisseur par le périoste. Lorsque les bois sont constitués et ossifiés, cette peau s'effiloche et tombe progressivement quand le développement de l'appendice est totalement achevé. L'animal s'en débarrasse en frottant ses bois contre un tronc d'arbre et, généralement, la mange. La formation d'un bois est due à l'activité sécrétoire de la face interne de la peau.

Les bois sont des attributs sexuels. Il est supposé que leur croissance est en relation avec les sécrétions hormonales des organes génitaux. S'il arrive que les femelles en soient pourvues, ils sont alors petits et difformes.

Les dents

La denture des Cervidés leur permet de couper et de broyer les végétaux. Elle ressemble un peu à celle des Bovidés, à la seule différence que les canines supérieures sont en général bien développées chez les mâles, qui ont ainsi 34 dents au lieu de 32. Inversement, les premières prémolaires sont petites et de forme assez ronde. Les prémolaires forment toutefois un appareil broyeur puissant. Les incisives sont très coupantes et font fonction de sécateur. La formule dentaire est : I 0/3 – C 0-1/1 – Pm 3/3 – M 3/3.

Grâce à des modifications complexes de l'articulation tempora-maxillaire et des muscles masticateurs survenues au cours de l'évolution, les Cervidés sont, comme tout Ruminant, à même d'exécuter des mouvements masticateurs complexes (vertical-latéral, avant-arrière) qui, comme la meule d'un moulin, perfectionnent le travail de broyage des végétaux.

Les pattes

Elles possèdent quatre doigts, dont deux très forts posant sur le sol et deux plus petits ne posant pas ou très peu (lorsque l'animal évolue en courant sur un sol meuble). Cette évolution, qui leur a « donné » un nombre utile pair de doigts, leur confère d'excellentes possibilités de déplacement. Le sabot est formé de deux onglons. L'espace entre eux est le filet. Leur pointe est la pince, leur face inférieure est la sole, avec côté coupant. En arrière de celles-ci, on trouve deux renflements mous, les éponges, dont l'intervalle s'appelle la fourchette. Plus haut, apparaissent les os ou onglons rudimentaires des doigts latéraux. Les membres portent des glandes odoriférantes.

Le pelage

Il se situe le plus souvent dans la gamme des bruns. Des taches claires ou mouchetures peuvent être présentes également, notamment chez les jeunes ou faons. Elles sont, en général, blanches ou jaunâtres. Le pelage est souvent cryptique : il aide l'animal à se confondre avec le milieu dans lequel il vit. La couleur peut donc, pour cette raison être un peu variable selon la saison dans les climats froids. Le

pelage peut aussi avoir une fonction phanérique : il peut porter des marques très visibles permettant à l'individu de se faire reconnaître de ses congénères, afin de se tenir groupés (membres d'une harde) ou éloignés (mâles rivaux territoriaux).

Les mâles ont une sorte de crinière inversée sous la gorge, le fanon.

La queue

Elle est de taille courte ou moyenne.

Le squelette

Il a la particularité de présenter 13 paires de côtes, le genre Rangifer en a cependant 14.

L'appareil digestif

Chez les Cervidés comme chez les autres Ruminants, ce système est particulier. Les individus étant toujours menacés par des prédateurs, ils doivent absorber un maximum de nourriture en un minimum de temps. Pour ce faire, la digestion s'opère en deux phases principales : l'absorption rapide proprement dite, et la véritable digestion, débutant par une « re-mastication » sérieuse des aliments, la rumination (terme désignant aussi l'ensemble de l'opération digestive). L'assimilation de la cellulose se fait à l'aide de microorganismes symbiotiques.

Les quantités de végétaux consommées sont très grandes étant donné leur faible valeur nutritive. Les Ruminants ont de ce fait évolué vers un appareil digestif dilaté et modifié de façon remarquable. Leur estomac présente 4 poches successives : la panse (ou rumen), le bonnet, le feuillet et la caillette.

Les étapes sont les suivantes : l'animal broute de l'herbe ou coupe des rameaux d'arbres feuillus qui s'emmagasinent dans sa panse. Ensuite, lorsque celle-ci est pleine, il régurgite (retour des aliments dans la bouche) et mastique les végétaux (rumination). Les aliments finement broyés se dirigent vers le feuillet, puis la digestion se poursuit dans la caillette et les intestins.

2. Évolution des Cervidés

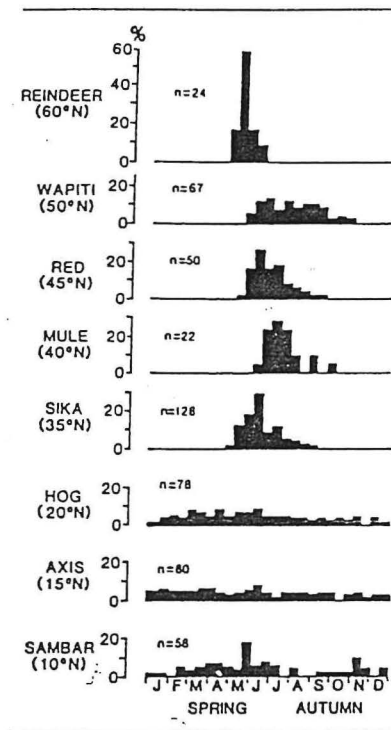
Les espèces ne sont pas toutes au même stade d'évolution. Les espèces les plus « primitives » accentuent plus le développement des canines que celui des bois, et ceux-ci sont portés sur des pivots relativement plus grands. C'est le cas du genre *Hydropotes* (pas de bois), du genre *Elaphodus* (bois à peine ébauchés), du genre *Muntiacus* (bois sur supports permanents).

Les espèces les plus « évoluées » ont par contre une ramure présentant plus ou moins de complications. C'est seulement à l'époque diluviale qu'apparaissent des Cervidés avec de grandes ramures aux extrémités nombreuses, et déjà s'y trouve

atteint le point culminant dans la ramure puissante du cerf géant, appelé aussi daim des tourbières (*Megaceros giganteus*). Aucun cerf de l'époque actuelle n'a jamais égalé la grandeur de ses bois (envergure : 2,70 m, poids : 45 kg).

3. Reproduction des Cervidés

Dans les climats chauds, la période du rut ne correspond pas à une saison précise. En région froide, il s'agit d'une période de l'année fixe. La figure ci-dessous montre la saison des naissances de 8 espèces de cerfs suivant leur latitude d'origine.



Saison des naissances de 8 espèces de cerf suivant leur latitude d'origine (Lincoln, 1985)

Le type le plus fréquent de stratégie de reproduction développé par les mâles est la polygynie par défense directe d'une ou de plusieurs femelles. C'est le cas notamment des représentants du genre *Cervus*, dont les mâles entrent en compétition pour la priorité d'accès à des femelles réunies en harem.

Dans la plupart des espèces, les femelles sont pubères dès l'âge de 15-16 mois (Thimonier et Sempéré, 1989), âge auquel elles ont atteint un poids suffisamment élevé pour être fertiles (Kelly et Moore, 1977). Le nombre de petits par portée est de un ou deux.

4. Comportement social et alimentaire des Cervidés

Les Cervidés forment, pour la plupart, des groupes ou hardes plus ou moins cohérents. Cependant, quelques uns, comme l'élan (*Alces alces*), ont des mœurs solitaires en dehors de la période de reproduction.

Tous sont phytophages : ils se nourrissent d'herbe, de pousses et de feuilles, mais aussi, parfois, de lichens et d'écorces (Hofmann, 1985).

5. Répartition des Cervidés

On les rencontre sous la plupart des latitudes, de la forêt tropicale à la toundra, en passant par la savane, le maquis méditerranéen, la forêt caducifoliée ou la taïga.

L'hémisphère Nord, et plus particulièrement l'Asie, regroupe le plus grand nombre d'espèces. Les genres *Hydropotes*, *Elaphodus* et *Muntiacus* y sont autochtones et voisinent avec des genres très développés : *Axis*, *Rusa*, *Sika*, *Cervus*. L'Asie apparaît comme le berceau de la famille.

L'Amérique du Sud possède les plus petits, et, en règle générale, les espèces à bois simplifiés, intermédiaires entre les espèces « primitives » d'Asie et les plus évoluées des autres continents.

C'est en Europe que se trouvent les espèces les plus évoluées et les plus robustes, comme l'élan (*Alces alces*). La plus petite espèce d'Europe est le chevreuil (*Capreolus capreolus*).

En Afrique, il n'y a que des espèces introduites (exception faite d'une variété des montagnes de l'Atlas : *Cervus elaphus hippelaphus barbarus*).

C'est également le cas en Océanie.

Le tableau ci-dessous présente les principaux élevages de cerfs dans le monde.

Pays	Effectifs	Espèces principales
URSS	2 300 000	renne, élaphe
Nouvelle-Zélande	850 000	élaphe, daim
Chine	300 000	sika, élaphe
Finlande	260 000	renne
Norvège	200 000	renne
Australie	65 000	daim
RFA	40 000	daim
Danemark	25 000	élaphe, daim
Alaska	20 000	renne
Suède	20 000	daim
Taiwan	20 000	sika
Grande-Bretagne	15 000	élaphe
France	14 000	élaphe, daim, rusa
dont		
.métropole	<10 000	élaphe, daim
.Nlle-Calédonie	3 000	rusa
.Réunion	1 000	rusa
Ile Maurice	5 000	rusa

Les élevages de cerfs dans le monde (Brelerut et al., 1990)

ANNEXE 7. Le cerf rusa : généralités

1. Systématique de l'espèce (Montulet, 1984 ; Whitehead, 1972)

La classification des Cervidés est souvent l'objet de controverses (Harrington, 1985 ; Groves et Grubb, 1987). La systématique du cerf rusa est la suivante :

Embranchement : Cordés (*Chordata*)
Sous-embranchement : Vertébrés (*Vertebrata*)
Classe : Mammifères (*Mammalia*)
Sous-classe : Thériens (*Theria*)
Infra-classe : Euthériens (*Eutheria*)
Super-ordre : Ongulés (*Ongulata ou Ungulata*)
Ordre : Artiodactyles (*Artiodactyla*)
Sous-ordre : Ruminants vrais (*Ruminantia sensu stricto*)
Super-famille : Élaphoïdés (*Elaphoidea*)
Famille : Cervidés (*Cervidae*)
Sous-famille : Cervinés (*Cervinae*)
Genre : *Cervus*
Sous-genre : *Rusa*
Espèce : *timorensis*
Sous-espèce : *rusa*

Ses noms communs sont les suivants : cerf rusa, rusa, cerf de Java.

Les Cervidés appartiennent donc, comme nous l'avons indiqué ci-dessus, au super-ordre des Ongulés : leur marche se fait sur des « ongles » ou sabots.

Ils appartiennent également à l'ordre des Artiodactyles. Ce terme vient du grec *artios*, qui veut dire pair, et *dactylos*, qui veut dire doigt. Il s'agit donc de Mammifères ongulés dont les doigts munis de sabot sont en nombre pair. L'axe des membres passe par les deux doigts médians, qui constituent généralement les seuls supports de l'animal, les autres étant le plus souvent réduits ou inexistantes. Les Artiodactyles se subdivisent en trois sous-ordres : les Suiformes (sanglier, hippopotame), les Tylopodes (chameau) et les Ruminants vrais.

Les Ruminants vrais ont pour particularité d'avoir un estomac présentant quatre cavités. Ils sont divisés en deux super-familles : les Élaphoïdés et les Tauroïdés. Ces derniers regroupent les Giraffidés (girafe, okapi), les Antilocapridés (antilopâtre) et les Bovidés (antilope, gnou).

Les Élaphoïdés regroupent les Tragulidés (chevrotain), les Moschidés (portemusc) et les Cervidés.

Les Cervidés, appelés aussi Ruminants à bois ou Cervicornes, ont fait leur apparition à l'ère tertiaire, à la période du miocène, à la suite des Tragulidés. Le terme Cervidé désigne les animaux porteurs de bois (sauf cas particulier). Il regroupe 42 espèces récentes réunies en 16 genres regroupés en 4 sous-familles : Hydropotinae, Odocoileinae, Muntiacinae et Cervinae (Whitehead, 1993).

Les Cervinés sont les cerfs proprement dit. Ils font partie du groupe des Plésiométacarpiniens, car ils présentent des vestiges des deux premières phalanges des doigts latéraux (Young, 1962). Ils regroupent 16 espèces.

Les données issues d'études caryotypiques et mitochondriales montrent que le genre Cervus, auquel appartient le cerf rusa, est diphylétiq, avec un groupe contenant le sambar et le rusa distinct d'un groupe formé par le cerf rouge, le sika et le cerf du père David. Cela a été confirmé par l'étude d'Emerson et Tate basée sur le polymorphisme des protéines sanguines (Emerson et Tate, 1993).

2. Origine du rusa

Le cerf rusa (*Cervus timorensis*) est originaire d'Indonésie, comme 11 autres espèces de Cervidés (Jacoeb et Wiryosuhanto, 1994). On en distingue 6 sous-espèces, dont les noms sont les suivants :

- C. t. timorensis* (Blainville, 1822)
- C. t. moluciencis* (Quoy et Gaimard, 1830)
- C. t. russa* (Müller et Schlegel, 1840)
- C. t. narassarius* (Hende, 1896)
- C. t. floresiensis* (Hende, 1896)
- C. t. djonga* (Van Bemmél, 1949)

La sous-espèce *russa* est originaire de Java et de Bali (les 5 autres sont issues de Timor, de Molucca, des Célèbes, de Lombok et de Muna).

Elle a été introduite dans de nombreuses régions du monde : en Australie, à Bornéo, aux Comores, aux îles Hermit, à Madagascar, à l'île Maurice, à la Réunion, aux îles Niningo, en Nouvelle-Bretagne, en Nouvelle-Angleterre, en Nouvelle-Guinée, en Nouvelle-Zélande et en Nouvelle-Calédonie.

3. Description physique du rusa

Le cerf rusa est un animal de taille moyenne, son format est intermédiaire entre celui du daim (*Dama dama*) et celui du cerf rouge (*Cervus elaphus*). À l'âge adulte, le mâle pèse 90 à 120 kg. Sa hauteur au garrot (à l'épaule) est d'environ 100 cm et sa longueur (du museau à la queue) d'environ 170 cm. La biche pèse 50 à 60 kg, pour une hauteur au garrot de 85 cm et une longueur moyenne de 145 cm

(Chardonnet, 1988 ; Grimaud, 1992). Lorsqu'elle est inquiète, elle émet un jappement qui ressemble à celui du chien. Pour appeler son petit, le faon, elle produit un bruit qui évoque une sorte de sifflement.

Une crinière est observable chez le mâle pendant la période de rut. Le pelage est composé de poils peu denses, à section forte et aplatie. Sous ceux-ci, la peau est à nu, dépourvue de sous-poils. Cela rend ces animaux particulièrement sensibles au stress climatique. Le pelage a une couleur brun rouge, brillante quand les animaux sont bien nourris, plus terne lorsque les conditions sont défavorables (Leroux, 1991). En période de rut, il devient noirâtre. La tête a une couleur chocolat. Les parties déclives de l'animal, du poitrail aux faces internes des membres, présentent un éclaircissement important, ainsi que le menton et l'intérieur des oreilles.

Seul le mâle porte des bois. Le trophée comprend 6 dagues, c'est-à-dire 3 pointes par bois. Lorsque les appendices apparaissent, en général à l'âge d'un ou deux ans, ils sont non ramifiés. Cette première pousse s'appelle la dague. Leur complexité s'accroît ensuite jusqu'à ce que l'animal atteigne sa maturité. D'une longueur moyenne de 70 à 80 cm, le trophée peut parfois dépasser 1 m. Ces attributs augmentent en poids et en taille jusqu'à leur cinquième ou sixième chute, puis cette taille ne varie que très peu, alors que, le diamètre augmentant, le poids continue à s'accroître. Au-delà de l'âge de 10 ans, les formes des ramures sont moins régulières qu'auparavant.

Suivant le niveau de développement des bois, différentes appellations cynégétiques existent. Voici quelles sont ces différents stades, ainsi que les âges et poids qui correspondent le plus souvent :

- pompon : 10 mois (35 kg) ;
- daguet : 16 mois (45 kg) ;
- metis jeune : 2 ans (60 kg) ;
- metis âgé : 3 ans (80 kg) ;
- 3 branches jeune : 4-5 ans (120 kg) ;
- 3 branches âgé : 6 ans et plus (150 kg).

4. Reproduction du rusa

Le rut s'étend, en général, de juillet à début septembre en Nouvelle-Calédonie. Les conditions climatiques existantes durant les mois précédant le rut peuvent influencer sur celui-ci. Il n'est pas rare d'observer des mâles en activité sexuelle hors de cette période « normale ».

Les mâles adultes brament et rassemblent des hardes de plusieurs dizaines de biches. L'espèce est donc polygynique (un mâle féconde plusieurs femelles). À la fin du brame, le mâle épuisé se retire dans un lieu isolé où il va perdre ses bois. À la

repousse, ils sont couverts de poils fins (le velours). C'est le stade cornes molles. Le cerf est alors très gras.

Les chaleurs sont très furtives et d'expression frustrée, repérables uniquement au comportement des mâles (Bianchi, 1992). L'intervalle entre deux périodes de chaleur est d'environ 17 jours.

Le taux de fertilité du cerf rusa est supérieur à 90 % (Le Bel et Bianchi, 1995). La gestation dure environ 250 jours (Van Mourik, 1986) à 255 jours (Grimaud et Chardonnet, 1989). Ce sont des animaux oligo-cotylédonnaires : il n'y a dans l'utérus qu'un petit nombre de caroncules par corne (Sigogne, 1987). Du point de vue histologique, le placenta est de type mésochorial. La délivrance s'effectue sans hémorragie (placenta indécidué). On compte, en général, un seul individu par portée. L'espèce est poly-oestrale, mono-ovulatoire.

La femelle s'isole pour mettre bas (Chardonnet, 1988). La naissance a lieu en fin de saison des pluies, d'avril à juin pour la Nouvelle-Calédonie. On observe parfois, cependant, des naissances déphasées, en mars et en juillet, voire même en février ou de septembre à novembre. Le faon pèse à la naissance 3,5 à 4 kg. Au moment du sevrage, 4 mois plus tard, il pèse déjà 20 kg. Le taux de sevrage varie entre 80 et 85 % (Bianchi *et al.*, 1994 ; Van Mourik, 1986 ; Woodford, 1991). À 1 an, le faon atteint 40 à 50 kg (Le Bel *et al.*, 1997 ; Woodford et Dunning, 1990). On distingue plusieurs phases dans le comportement du faon :

- la phase nidicole « stricte », pendant laquelle le faon reste dissimulé à l'écart des autres animaux. Elle dure 4 à 5 jours ;
- la phase nidicole « suiveur », pendant laquelle le faon et sa mère se tiennent à la périphérie de la harde quand ils sont ensemble. Elle dure 1 à 2 semaines ;
- la phase collective, pendant laquelle les faons d'un même âge ont tendance à se rassembler. Quelques biches gardent le groupe de faons pendant que les autres femelles sont au pâturage (phénomène de nursery). Ces groupes sont composés de 5 à 20 faons, avec 1 à 3 biches gardiennes en périphérie. Le faon reste avec sa mère 6 à 12 mois.

Les mâles sont adultes vers 2 ans, alors que la bichette peut être saillie dès sa première année si elle pèse plus d'une quarantaine de kilogrammes. Son âge pubère se situe donc à environ 7 mois et demi (Leroux, 1991).

5. Comportement social et spatial du rusa

Le cerf rusa est un animal grégaire. Il vit en petits groupes d'une dizaine d'individus. En saison sèche, des groupes de plusieurs centaines d'individus peuvent être rencontrés.

Il préfère les habitats ouverts, comme ceux de la côte Ouest de la Nouvelle-Calédonie, où il dispose de taillis pour se cacher et de plaines herbeuses pour pâturer.

En liberté, l'espèce est plutôt sédentaire, mais l'on observe des phénomènes de transhumances, quotidienne et saisonnière :

- transhumance quotidienne : dans une zone à forte pression de chasse, les animaux descendent dans les plaines la nuit, pour se nourrir et s'abreuver, et retournent à l'abri sur les hauteurs le jour. Ce parcours représente parfois plusieurs kilomètres. Dans une zone à faible pression de chasse, ce comportement de « mise à l'abri » subsiste, mais il consiste simplement à trouver une cache sur place ou dans les environs ;

- transhumance saisonnière : elle concerne les mâles. Ceux-ci, à la fin du rut, peuvent parcourir de grandes distances afin de rejoindre l'abri des hauteurs.

Les individus ont tendance, à l'état sauvage, à suivre des itinéraires fixes dans leurs déplacements, et ce au point de former de véritables sentiers profonds de plusieurs centimètres. En élevage, ce comportement disparaît, par contre un certain piétinement peut apparaître le long des clôtures lors d'une situation anormale, telle qu'un changement climatique ou un manque de nourriture.

6. Alimentation du rusa

Le cerf rusa se nourrit d'herbes, feuilles et fruits. Son comportement de paisseur mixte lui permet de valoriser aussi bien les zones de parcours embuissonnées que les pâturages améliorés (Corniaux *et al.*, 1997). Opportuniste, il choisit ce qui est le meilleur pour lui en consommant surtout les parties les plus tendres de la plante. Il apprécie donc les jeunes pousses de certaines espèces.

À partir d'un certain stade (40 kg environ), les besoins du mâle s'accroissent plus vite que ceux de la femelle. Cela s'explique par une croissance pondérale nettement supérieure. À partir de ce moment-là, la courbe de croissance des mâles se détache de celle des femelles.

En conditions climatiques anormales, cause de stress chez l'animal, ses besoins énergétiques augmentent.

Chez la femelle, les besoins de fin de gestation sont couverts par la pousse d'herbe importante qui coïncide avec le moment de la naissance et de la lactation. Il arrive toutefois, lors des années plus sèches, que ces besoins ne soient pas intégralement couverts. Des problèmes alimentaires peuvent alors se présenter.

Chez le mâle, la repousse des bois a lieu pendant la période de végétation intensive. On constate que le rut est abordé dans de bonnes conditions. Une

diminution de la production herbeuse est par contre observée lors de la période de sortie du rut.

Chez le faon, le début de la croissance est assuré par la lactation de la mère. Celle-ci trouve facilement les ressources nécessaires, puisque c'est la période de végétation intensive. Par contre, dès 3 mois et lors du sevrage, le jeune est confronté à un pâturage pauvre. Il ne retrouvera des conditions favorables qu'entre 8 et 10 mois. Cela peut nuire à la fertilité des femelles, qui doivent atteindre un poids minimal pour être fécondables.

7. L'élevage du rusa dans le monde

Ces aspects sont à prendre en compte dans le développement de l'élevage, car outre le fait que le cerf rusa est la première espèce animale terrestre chassée, c'est également un animal intéressant pour les éleveurs. Il présente, en effet, plusieurs qualités pour l'élevage : d'une part, c'est une espèce grégaire et, d'autre part, le fait qu'elle soit polygynique permet de déséquilibrer le sex-ratio en faveur des femelles. Celui adopté est souvent d'un mâle pour vingt biches et donne de bons résultats en matière de reproduction. Une tentative pour porter ce ratio à un mâle pour quarante biches a par contre entraîné une forte baisse du taux de sevrage.

Le cerf rusa représente moins de 1 % des cerfs en élevage dans le monde. Il est toutefois, si l'on s'attache à l'écologie et à la géographie de l'espèce, le cerf dominant dans tout l'archipel indo-pacifique (Maudet, 1998).

Le rusa se retrouve à l'île Maurice, à l'île de la Réunion et en Australie, mais c'est en Nouvelle-Calédonie qu'est implanté le cheptel le plus important.

ANNEXE 8. L'introduction du cerf rusa en Nouvelle-Calédonie

1. Historique

En 1862 eut lieu la première tentative d'introduction d'un couple de cervidés. Il s'agissait de cerfs Axis (*Axis axis*) de la Réunion. Ce fut un échec.

Le cerf rusa est arrivé le 6 février 1870 avec l'introduction de 12 individus (4 mâles et 8 femelles). Ils furent offerts à la ferme École-Jardin de Yahoué (à Dumbéa) du gouverneur Guillain. Il s'agissait d'un présent du gouverneur de Java à l'épouse de celui de Nouvelle-Calédonie, afin de rehausser de sa présence le décor champêtre de son parc (Barrau et Devambe, 1957). L'agronome Boutan libéra ultérieurement les cerfs en raison des dégâts qu'ils occasionnaient sur les collections du jardin.

Chardonnet (1988) estime la vitesse de propagation des populations de cerfs à 14 km par an. La longueur de l'île étant de 400 km, celle-ci fut donc entièrement envahie en quelques dizaines d'années. Ces animaux ont proliféré de façon importante en raison de la faculté d'adaptation de l'espèce, de la faible pression de chasse, de l'absence de prédateurs naturels, du contexte écologique favorable, de l'absence d'obstacles naturels et des conditions sanitaires très bonnes (Desvals *et al.*, 1992). Une comparaison avec d'autres pays nous montre les circonstances exceptionnelles dont bénéficie le cerf sur la Grande Terre : en Nouvelle-Zélande, par exemple, la propagation n'est, en effet, que de 0,6 à 0,8 km par an (Canghley, 1963).

Le calcul théorique de l'évolution du cheptel sauvage donne les résultats contenus dans le tableau ci-dessous.

Année	1870	1875	1880	1885	1890	1895
Cheptel	12	56	180	580	1810	5700
Année	1900	1902	1904	1906	1908	1910
Cheptel	18100	28500	45100	71200	112000	176000

Calcul théorique de l'évolution du cheptel sauvage (Leroux, 1991).

Ces calculs ont été effectués à partir des hypothèses suivantes :

- taux de sevrage : 0,9 ;
- sex-ratio à la naissance : un mâle pour une femelle ;
- taux naturel de réforme : 10 %.

Nous constatons ainsi qu'avec un effectif de 12 animaux au départ, la population a pu devenir très nuisible en seulement 30 ans, d'autant plus que l'accroissement réel fut encore plus important que l'accroissement théorique du tableau ci-dessus.

En 1882 apparurent les premiers dégâts et une prime de trois cartouches par cerf abattu fut instituée. Dès 1900, les cervidés, dont la population était estimée, d'après le commerce des peaux, à 300 000 têtes, furent considérés comme un véritable fléau (Chardonnet, 1988). Des milliers de cartouches furent alors distribuées aux chasseurs et des primes à l'abattage furent attribuées.

Une boucherie de cerf fut ouverte de 1920 à 1932. Celle-ci écoulait une tonne de viande par semaine. La population était, en 1937, d'environ 220 000 têtes (Chardonnet, 1988). De 1929 à 1948, on assista à une exportation des bois et des peaux (8000 peaux en 1940). La présence américaine, au moment de la Deuxième Guerre mondiale, fit chuter la population de façon importante. En 1950, la population fut toutefois estimée à 200 000 têtes par le service forestier.

Par ailleurs, des cerfs rouges (*Cervus elaphus*) et des daims (*Dama dama*) ont également été importés, mais ne sont plus présents à l'heure actuelle.

2. Population actuelle

Une estimation empirique de la population de cerfs sauvages a été effectuée par Chardonnet (1988) à l'aide de sondages réalisés dans différents sites-échantillons du Territoire. Cette estimation, étayée par des hypothèses prudentes, donne un cheptel de 100 000 à 120 000 têtes environ. Si une légère diminution s'est produite depuis, un effectif de 105 000 têtes peut être retenu (Chardonnet, 1992). Aucune opération de dénombrement n'a cependant été effectuée depuis 1987 et l'effectif actuel n'est pas connu avec précision.

Cet effectif constitue probablement le plus important au monde en ce qui concerne l'espèce rusa. Sa répartition en Nouvelle-Calédonie est inégale, mais pratiquement aucun milieu naturel de la Grande Terre n'a échappé à l'expansion de sa population (Chardonnet, 1988), avec une densité moyenne de 7 individus par km².

Dans certaines zones, qu'il occupe préférentiellement, sa densité dépasse même 350 individus par km². Celle-ci est considérée comme forte à partir de 20 têtes par km².

3. Développement de l'élevage du cerf rusa

La filière cerf est née dans le cadre d'un programme général de développement de l'intérieur du Territoire dont les motivations multiples sont les suivantes (Leroux, 1991) :

- conjoncturelle : cela permet une diversification des productions animales, dans une période où les autres élevages sont soumis à des problèmes de surproduction et à la concurrence des autres pays producteurs ;
- économique : cet élevage répond à une demande de la part de pays comme la Nouvelle-Zélande, l'Australie, la France ou la Malaisie, intéressés par la venaison et par les reproducteurs. Il y a, par ailleurs, peu de concurrence sur ce marché. Cette activité devrait donc, grâce aux exportations, redresser la balance commerciale agricole ;
- sociale : cet élevage est favorable au dynamisme du monde rural et permet de fixer des exploitants à la terre ;
- commerciale : le marché mondial de la venaison est en déficit chronique. Par ailleurs, reproducteurs, bois en velours et sous-produits sont également commercialisables sur ce marché ;
- technique : l'espèce est bien adaptée aux conditions locales et l'existence d'un cheptel sauvage est un atout à la création d'un élevage.

Ainsi, en 1985, la législation a-t-elle subi des modifications afin de permettre la création d'une filière cervidés en Nouvelle-Calédonie.

L'Assemblée Territoriale a mis alors en place la délibération n°133 du 22 août 1985, qui régleme la mise en vente, l'achat, le transport, le colportage et l'exportation du gibier et des animaux de même espèce que les différents gibiers nés et élevés en captivité.

Par ailleurs, le Gouvernement du Territoire a instauré l'arrêté n°85-637/CM du 23 août 1985, qui régleme les conditions d'élevage des cervidés en vue de leur commercialisation hors du Territoire.

L'élevage du cerf est donc très policé, contrairement à la réglementation relativement frustrée de la chasse. Des contrôles sont imposés à différents niveaux : infrastructures, capture, élevage, commercialisation, abattage. Cette réglementation pourrait être allégée, d'autant plus que l'Établissement de l'élevage de cervidés de Nouvelle-Calédonie (EDEC-NC), créé en 1987, est à même d'imposer des normes techniques spécifiques.

Les années 1987 et 1988 verront le lancement de l'Opération Cerf avec la mise en place de plusieurs élevages pilotes sur la côte Est et sur la côte Ouest, et

l'exportation de plusieurs tonnes de viande vers le Japon. En 1993, la filière cerf écoule ses produits au rythme d'environ 1000 carcasses dans l'année (Le Bel, 1993).

On compte actuellement 12 000 individus répartis dans une trentaine de fermes (Le Bel *et al.*, 1998). L'exploitation standard est de type extensif (environ 3 cerfs/ha) et sommaire : manipulation occasionnelle des animaux, peu ou pas d'interventions pendant le rut, sevrage et embouche exceptionnels, exploitation des parcours en rotation lente ou en pâturage continu (Toutain, 1984 ; Toutain et Dulieu, 1991).

Le schéma classique de la ferme comprend une clôture périphérique, des barrières de cloisonnement, un couloir de distribution menant à un bâtiment de triage dans lequel se trouvent des moyens de contention et de pesée. En général, les éleveurs ne clôturent qu'une partie de leur propriété. Ils possèdent donc souvent de vastes surfaces peuplées de cerfs sauvages non utilisés en élevage. Ceux-ci font souvent l'objet d'une activité cynégétique. Sur la côte Est, les fermes sont plus petites (8 à 40 ha) et plus intensives (avec une densité pouvant atteindre 10 têtes/ha) que sur la côte Ouest (45 à 320 ha avec une densité moyenne de 3 têtes/ha). Les élevages sont classés en quatre catégories, du système le plus intensif au plus extensif (Le Bel *et al.*, 1998).

Afin de pouvoir bénéficier de subventions et d'une assistance technique et vétérinaire, l'élevage doit subir une analyse technico-économique, qui prend en compte les aspects suivants :

- la situation de l'exploitation (sols, végétation et pâturage, morphologie du terrain) ;
- les équipements (clôtures, bâtiment de triage et de contention, abreuvement, matériel d'élevage non spécifique) ;
- le potentiel d'alimentation (pâturages et cultures) ;
- l'approvisionnement en animaux (possibilités de capture) ;
- la qualification de l'exploitant.

En ce qui concerne les infections parasitaires, il faut souligner que le cerf rusa est relativement sain, comme c'est en général le cas des cerfs d'élevage dans tous les pays (Leroux, 1991 ; Desvals *et al.*, 1992). Il y a très peu de pathologie et très peu de mortalité. Le facteur limitant de l'élevage est donc avant tout l'alimentation, lorsque celle-ci est mal gérée (Mac Kenzie, 1985).

4. Utilisation des produits du cerf rusa

Les différents produits du cerf rusa sont les suivants : la venaison, le velours, les trophées, le cuir et la queue.

La venaison (Le Bel *et al.*, 1995) : il s'agit de la viande du cerf. Celle-ci est valorisée tant par le circuit formel (commercialisation de la viande, exportation de

reproducteurs) que par le circuit informel (production de viande chassée autoconsommée). Un individu ayant un poids vif de 50 kg donne une carcasse d'environ 29 kg. Une fois désossée, elle produira 21 kg de viande. Des analyses de variances conduites sur les variables poids vif, poids carcasse et rendement, montrent l'importance des facteurs type d'élevage, âge et saison d'abattage au niveau des performances. En effet, les élevages extensifs sont pénalisés par le manque de finition de leurs animaux. Par ailleurs, de 1 à 2 ans, le poids carcasse augmente de 6 kg mais le rendement chute de 2 %. En ce qui concerne la saison d'abattage, la meilleure est la saison fraîche. On estime à 630 tonnes par an la consommation dans le Grand Nouméa, soit 21 000 cerfs abattus. C'est une viande riche en protéines, tendre et pauvre en lipides, qui constitue une bonne source de protéines animales.

La corne molle ou velours : le mâle en produit environ 1,2 kg par an (Le Bel *et al.*, 1998). Il s'agit du jeune bois en velours qui est récolté après 2 mois de croissance. Son poids oscille alors de 314 à 1225 g pour un poids moyen de 707 g. Les facteurs âge et poids du cerf ont un effet significatif sur la production de velours. Celle-ci, corrélée au poids du cerf, double de 3 à 5 ans. Au stade de récolte choisi, le velours a la forme d'un V asymétrique dont la taille moyenne des branches est de 15 à 24 cm. Des analyses biochimiques ont montré que le velours contient après dessiccation en moyenne 39 % de cendres, 57 % de matière protéique et 1 % de lipides. En Asie, la production de cornes molles est utilisée pour la médecine traditionnelle.

Les bois durs ou trophées : le record du plus grand trophée de cerf rusa est détenu par la Nouvelle-Calédonie, avec plus d'un mètre de long. La période durant laquelle les bois sont les plus développés est celle du rut (juillet à septembre). Les trophées, dont les plus beaux sont accrochés en bonne place, sont la fierté du chasseur. Les bois durs peuvent aussi servir à constituer des manches de couteau ou des objets de décoration.

Le cuir : il est de bonne qualité. Son commerce vers l'Australie a été florissant jusqu'à l'arrivée de la tique du bétail. Actuellement, c'est un sous-produit qui n'est que faiblement utilisé et à une échelle locale. Il ne fait pas l'objet d'exportations.

La queue : elle a un usage ornemental et est considérée comme porte bonheur en Asie. Les glandes de la queue de certains cervidés sont utilisées dans la pharmacopée asiatique, mais cela ne concerne pas le cerf rusa car celles-ci sont de taille trop réduite.

5. Intérêt touristique

Le loisir de la chasse est partagé par tous les Néo-Calédoniens de brousse et de nombreux Nouméens. Il existe aussi un tourisme de chasse essentiellement ciblé

sur le cerf et destiné aux étrangers, en provenance notamment des États-Unis, d'Australie et de Nouvelle-Zélande

La réglementation de la chasse contribue en principe à contrôler la pression de chasse et la pression animale, mais elle n'est pas très bien respectée. L'effectif prélevé par an est estimé à 30 000 têtes. L'espèce n'est cependant pas en danger.

6. Milieux naturels et élevage

Les sols de ce territoire présentent d'importants déficits en cuivre et en manganèse. Les pâturages sont également pauvres en phosphore, calcium, et, en certains points localisés, en cobalt. Les graminées sont donc souvent déficitaires en calcium et phosphore, et les légumineuses sont également carencées en phosphore. Les prairies mixtes et le pâturage arbustif contribuent à temporiser les effets de ces carences minérales et azotées. Les apports minéraux et énergétiques peuvent toutefois s'avérer insuffisants chez les animaux devant faire face à des besoins importants (croissance, lactation...). La croissance des daguets destinés à l'abattage peut, par exemple, être ralentie par une carence au moment du sevrage.

On peut donc globalement considérer les pâturages comme étant de qualité moyenne à médiocre (Toutain, 1984).

ANNEXE 9. Le système GPS (Freycon et Fauvet, 1998)

Le système NAVSTAR (Navigation System by Timing And Rancing) GPS (Global Positioning System), appelé plus communément système GPS, a été conçu par le Département de la Défense des USA afin de pouvoir déterminer la position de tout point de la terre avec une bonne précision.

Le système GPS est composé de trois secteurs :

- le secteur spatial : comprenant 24 satellites, en révolution sur des orbites situées à 20 200 km de la terre. Les orbites ont été choisis de telle façon qu'en théorie tout point du globe terrestre soit couvert à tout moment par au moins 4 satellites ;
- le secteur de contrôle : constitué de 5 stations au sol dont l'objectif est de contrôler la bonne marche des satellites (éphémérides...) ;
- le secteur utilisateur : regroupant toutes les personnes possédant un GPS (sens strict : matériel) que nous nommerons récepteur-GPS.

Plusieurs facteurs peuvent influencer la précision des mesures : différence entre l'orbite programmée du satellite et celle réellement suivie, influence de la ionosphère et de la troposphère sur la propagation des ondes, obstacles tels un mur ou un arbre qui peuvent réfléchir le signal, dégradation volontaire du signal...

Le degré de précision est également variable avec le type de GPS utilisé (de 1 m à 100 m).

ANNEXE 10. Exemple de base de données

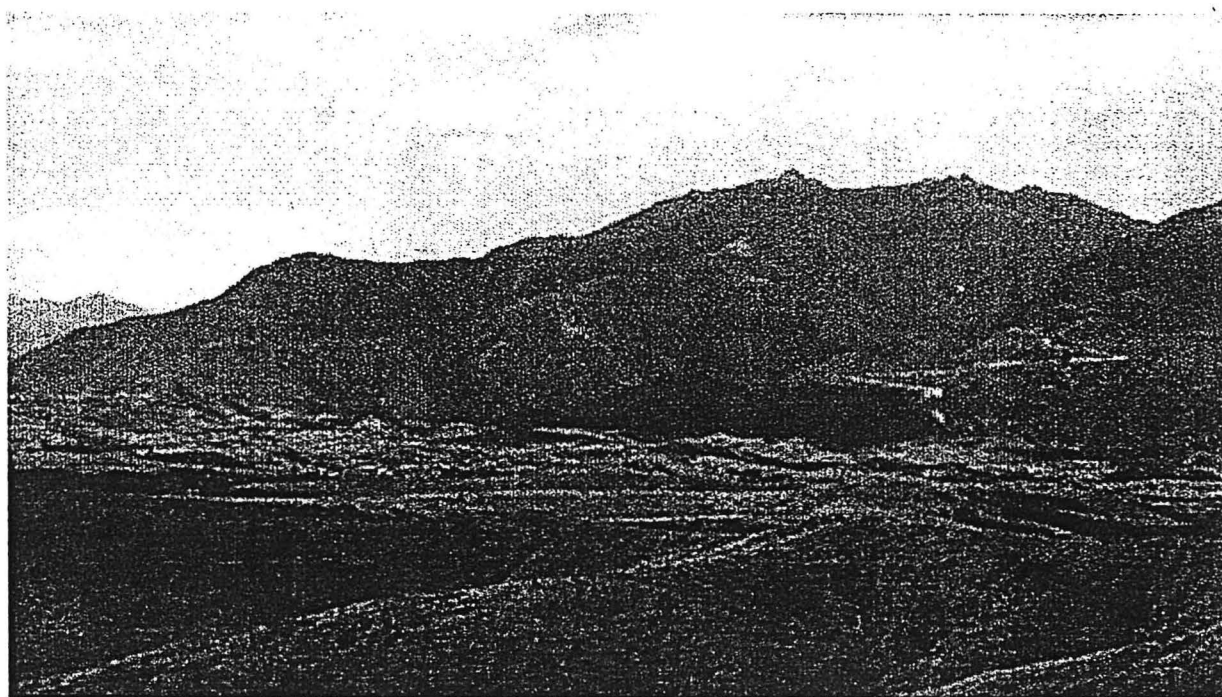
DENOMBREMENT D'OCTOBRE

ID	X	Y	Section	Coté	Distance	position secti	distanceCor	Effectif	n°faciès
1	512397	7633814		1 droit	63	11	63	1	SbC
2	512739	7634087		1 droit	40	15	40	1	SbC
3	512770	7634352		1 gauche	125	16,5	125	2	bfc
4	513079	7634322		1 droit	20	20	20	1	BFSII
5	513253	7633962		1 droit	145	27	145	2	SbC
6	513349	7633869		1 droit	50	28	50	1	SbC
7	513296	7633844		1 droit	110	28	110	2	SbC
8	513332	7633764		2 droit	135	0,5	135	5	SaC
9	513633	7633548		2 droit	120	3,5	120	2	bfc
10	513693	7633530		2 droit	125	4	125	2	bfc
11	513803	7633754		2 gauche	100	5	100	3	SbC
12	513857	7633468		2 droit	180	5,5	180	21	SbC
13	513964	7633809		2 gauche	150	6,5	150	2	SbC
14	513963	7633835		2 gauche	180	6,5	180	3	SbC
15	513962	7633821		2 gauche	160	6,5	160	2	SbC
16	513973	7633811		2 gauche	158	6,5	158	4	SbC
17	514164	7633697		2 gauche	90	8,5	90	1	SbC
18	514164	7633697		2 gauche	90	8,5	90	1	SbC
19	514186	7633794		2 gauche	200	8,5	200	3	bfc
20	514186	7633807		2 gauche	210	8,5	210	1	bfc
21	514232	7633424		2 droit	150	10	150	2	SbC
22	514464	7633621		2 gauche	60	12	60	1	SbC
23	514453	7633676		2 gauche	115	12	115	3	SbC
24	514681	7633356		2 droit	160	14,5	160	7	bfc
25	514728	7633528		2 gauche	20	15	20	1	SbC
26	514790	7633340		2 droit	170	15	170	8	SbC
27	514745	7633798	3a	droit	200	1	200	16	SbC
28	514602	7633920	3a	droit	110	5	110	2	SbC
29	514655	7633989	3a	droit	200	6	200	7	Vitex
30	514284	7634133	3a	gauche	200	7	200	6	SbC
31	514639	7634295	3a	droit	40	10	40	8	SbC
32	514704	7634360	3a	gauche	5	11	5	1	bfn
33	514907	7634309	3a	droit	50	13	50	4	SbC
34	514944	7634397	3a	gauche	35	13,5	35	1	SbC
35	515096	7634329	3a	droit	60	15	60	1	SbC
36	515364	7634515	3a	gauche	160	18	160	2	SbC
37	515361	7634526	3a	gauche	170	18	170	2	SbC
38	515436	7634332	3a	droit	30	18,5	30	3	SbC
39	515518	7634260	3a	droit	83	19,5	83	1	SbC
40	515580	7634447	3a	gauche	90	20	90	3	SbC
41	515776	7634241	3a	gauche	85	22	85	3	SbC
42	515873	7634271	3a	gauche	175	22	175	5	SbC
43	515616	7634199	3a	droit	90	22	90	1	SbC
44	515633	7634083	3a	droit	125	22,5	125	4	SbC
45	515794	7634318	3a	gauche	168	24	168	17	SbC
46	515938	7634315	3a	gauche	117	25,5	117	5	SbC
47	515881	7634436	3a	gauche	240	25,5	240	2	SbC
48	516140	7634247	3a	droit	80	27	80	3	Vitex
49	516194	7634127	3a	droit	200	27	200	2	SbC
50	516343	7634473	3a	droit	65	29,5	65	2	Vitex
51	516373	7634712	3a	droit	22	32	22	1	SbC
52	516413	7635167	3a	gauche	170	36	170	1	Silver
53	516434	7635182	3a	gauche	178	37	178	2	Silver
54	515862	7634112	3b	gauche	60	0	60	2	SbC
55	515840	7634066	3b	gauche	75	0,5	75	8	SbC
56	515786	7634044	3b	gauche	40	1	40	2	SbC
57	515492	7633906	3b	droit	160	3	160	7	Vitex
58	515449	7633906	3b	droit	203	3	203	1	Vitex
59	515899	7633851	3b	gauche	230	5	230	1	Hetero
60	515882	7633839	3b	gauche	217	5	217	2	Hetero
61	515780	7633771	3b	gauche	95	5	95	4	Hetero
62	515693	7633453		4 droit	170	1,5	170	9	Hetero
63	516041	7633573		4 droit	130	3,5	130	3	Hetero
64	516074	7633695		4 droit	65	4,5	65	2	Hetero
65	516157	7633610		4 droit	180	4,5	180	2	Vitex
66	516109	7633956		4 gauche	150	6	150	1	Vitex
67	516170	7633754		4 droit	60	6	60	2	Hetero
68	516347	7634046		4 gauche	175	8,5	175	3	Hetero
69	516484	7633755		4 droit	126	9,5	126	1	Hetero
70	516484	7633734		4 droit	155	9,5	155	1	Hetero
71	516655	7633806		4 droit	120	12	120	2	Hetero
72	516952	7633946		4 gauche	220	12,5	220	5	Hetero
73	516974	7633795		4 gauche	200	14	173,205081	10	ZI
74	516882	7633769		4 gauche	90	13,95	77,9422863	1	ZI
75	516789	7633724		4 droit	23	14	23	3	bfn
76	516905	7633324		4 gauche	97	22	97	2	Vitex

77	516961	7633310	4	gauche	150	22	150	13	Vitex
78	516700	7633408	4	droit	133	22,5	133	2	Hetero
79	516689	7633088	4	gauche	150	24,75	129,903811	7	Hetero
80	516427	7633316	4	droit	215	25	215	5	Hetero
81	516577	7633046	4	gauche	56	26	56	4	Hetero
82	516483	7632947	4	gauche	150	28,25	129,903811	28	Hetero
83	516599	7632811	4	gauche	250	31	250	11	Hetero
84	516413	7632866	4	gauche	55	31	55	1	Vitex
85	516569	7632790	5	gauche	72	2	72	2	Hetero
86	516669	7632828	5	gauche	180	2	180	7	Hetero
87	516340	7632588	5	droit	216	3	216	41	Hetero
88	516636	7632784	5	gauche	175	4	175	5	Hetero
89	516580	7632521	5	droit	175	5,5	175	37	Hetero
90	517019	7632658	5	gauche	150	7,5	150	41	Hetero
91	517024	7632587	5	gauche	110	8	110	11	Hetero
92	516873	7632363	5	droit	160	8,5	160	8	Hetero
93	517052	7632541	5	gauche	90	9	90	5	Hetero
94	517214	7632259	5	droit	180	10,5	180	19	Vitex
95	517290	7632813	5	gauche	140	15,2	121,243557	3	Hetero
96	517529	7632779	5	droit	115	16,5	115	3	Hetero
97	517507	7632783	5	droit	90	16,5	90	2	Hetero
98	517481	7632786	5	droit	65	16,5	65	1	Hetero
99	517533	7632871	5	droit	80	17,5	80	18	Vitex
100	517603	7633179	5	gauche	70	21	70	8	Vitex
101	517948	7633208	5	droit	230	23,15	199,185843	6	Hetero
102	517661	7633436	5	gauche	170	23	170	2	Vitex
103	517800	7633424	5	gauche	70	24	70	5	Hetero
104	517866	7633487	5	gauche	80	25	80	3	Hetero
105	518033	7633357	5	droit	150	25	150	12	Hetero
106	518066	7633506	5	droit	80	26	80	2	Vitex
107	518116	7633484	5	droit	121	27,5	121	6	ZI
108	518283	7633690	5	gauche	100	29	100	4	BFS
109	518669	7633493	5	droit	100	33	100	3	BFS
110	518788	7633632	5	gauche	20	34,5	20	1	Silver
111	518942	7633501	5	droit	150	35,5	150	12	BFS
112	519058	7633625	5	droit	60	37	60	2	Silver
113	519315	7633897	5	droit	50	40,5	50	4	BFS
114	519389	7634029	5	droit	40	42	40	2	Silver
115	519316	7634123	5	gauche	70	42,5	70	4	Silver
116	519424	7634072	5	droit	50	42,5	50	2	Silver
117	519438	7634117	5	gauche	70	44	70	1	Silver
118	519438	7634117	5	gauche	70	44	70	3	Silver
119	518916	7634245	6	gauche	166	3,83	143,760217	4	Silver
120	518916	7634245	6	gauche	166	3,83	143,760217	19	Silver
121	519122	7634327	6	droit	75	4,5	75	3	FBF
122	519209	7634459	6	droit	170	6	170	6	Z.dégradée
123	518830	7634609	6	gauche	200	7,5	200	7	Z.dégradée
124	519156	7634815	6	droit	165	9,5	165	4	Silver
125	518932	7635069	6	droit	200	11	200	2	Hetero
126	518542	7635023	6	gauche	20	14,5	20	1	Silver
127	517559	7634910	6	gauche	50	25	50	2	FN
128	519095	7633645	7	gauche	20	0,5	20	3	BFS
129	519084	7633576	7	droit	30	1	30	1	Silver
130	519219	7633401	7	droit	25	3,5	25	4	CRY
131	519202	7633075	7	gauche	200	6	173,205081	2	SV
132	519202	7633075	7	gauche	200	6	173,205081	3	SV
133	519085	7633342	7	droit	118	6	118	4	SV
134	519163	7632899	7	gauche	100	10,5	100	3	SV
135	519273	7632847	7	gauche	200	13	173,205081	5	S
136	519087	7632645	7	droit	100	12,5	100	3	SV
137	519073	7632491	7	droit	150	14,75	129,903811	9	SV
138	519271	7632521	7	gauche	70	14,5	70	1	S
139	519199	7632333	7	gauche	50	16	50	5	S
140	519167	7632221	7	gauche	170	17,85	147,224319	13	VFORET
141	518940	7632277	7	droit	90	18	90	3	V
142	518905	7632280	7	droit	126	18	126	1	V
143	519166	7632118	7	gauche	200	19,5	173,205081	10	VW
144	518919	7632049	7	droit	85	20	85	2	NIAOU
145	518814	7632036	7	droit	190	20	190	5	NIAOU
146	518895	7632044	7	droit	110	20	110	3	NIAOU
147	519087	7631718	7	gauche	200	22	200	6	S
148	518902	7631953	7	droit	100	22	100	5	NIAOU
149	518866	7631909	7	droit	115	23,575	99,5929214	2	V
150	518666	7631742	7	gauche	170	24,35	147,224319	8	S
151	518423	7632174	7	gauche	70	29	70	2	SV
152	518621	7632458	7	droit	86	32	86	2	SV
153	518425	7632629	7	gauche	135	33,5	135	3	SV
154	518555	7632769	7	droit	36	35	36	1	V
155	518617	7632896	7	droit	110	37	110	7	S
156	518573	7632883	7	droit	66	37	66	2	S

157	518389	7632859	7	gauche	120	38	120	15	S
158	516690	7632492	8	gauche	130	0,65	112,583302	1	bfN
159	516617	7632402	8	gauche	40	3	40	5	Hetero
160	516450	7632398	8	droit	106	4	106	2	Vitex
161	516266	7632352	8	droit	200	6	200	25	Hetero
162	516050	7632130	8	droit	125	8,5	125	14	bfN
163	516134	7631976	8	droit	67	10	67	3	Hetero
164	515994	7631971	8	droit	200	10	200	5	Vitex
165	516233	7631668	8	gauche	180	13,9	155,884573	4	Hetero
166	516025	7631567	8	droit	75	15	75	3	Vitex
167	515982	7631354	8	gauche	70	17	70	6	Sbc
168	515850	7631595	8	droit	200	17	200	2	bfC
169	515813	7631233	8	gauche	140	19,2	121,243557	25	bfC
170	515598	7631393	8	droit	150	19,5	150	5	Sbc
171	515686	7631328	8	droit	40	19,5	40	2	Sbc
172	515724	7631239	8	gauche	40	20	40	5	Sbc
173	515527	7631182	8	droit	95	21,5	95	2	Sbc
174	515734	7630953	8	gauche	210	22	210	18	Sbc
175	515512	7630849	8	gauche	112	24	112	21	Sbc
176	515536	7630775	8	gauche	200	24	200	9	bfC
177	515310	7631042	8	droit	165	24,5	165	6	Sbc
178	515185	7630957	8	droit	180	27	180	6	Sbc
179	514994	7630820	8	gauche	100	28,5	86,6025404	31	Sbc
180	514764	7630829	9	gauche	20	5	20	4	Sbc
181	514566	7630696	9	gauche	200	6	200	4	Sbc
182	514511	7630990	9	gauche	10	8	10	2	SaC
183	514472	7631198	9	droit	70	10	70	4	Sbc
184	514250	7631207	9	gauche	120	11	120	18	Sbc
185	514362	7631490	9	droit	50	13,5	50	10	Sbc
186	514190	7632138	9	droit	30	22	30	3	FSII
187	514077	7632090	9	gauche	40	23	40	3	FSII
188	514033	7632133	9	gauche	35	23,5	35	2	FSII
189	513915	7632185	9	gauche	5	25	5	1	Sbc
190	513915	7632185	9	gauche	5	25	5	2	Sbc
191	513960	7632467	9	droit	50	28,5	50	4	Sbc
192	514060	7632476	9	droit	150	28,5	150	5	Sbc
193	513786	7632457	9	gauche	25	30	25	2	Sbc
194	513786	7632392	9	gauche	85	30	85	4	Sbc
195	513783	7632276	9	gauche	200	30	200	4	bfC
196	513644	7632424	9	gauche	80	31,4	69,2820323	1	SbC
197	513627	7632288	9	gauche	200	31	200	3	bfC
198	513574	7632528	9	droit	50	32	50	4	Sbc
199	513416	7632634	9	droit	200	33,5	200	9	bfC
200	513270	7632336	9	gauche	120	35	120	5	Sbc
201	513319	7632643	9	droit	170	36	170	10	Sbc
202	513057	7632495	9	gauche	120	37	120	16	Sbc
203	513164	7632850	9	droit	200	38,5	200	3	bfC
204	512890	7632685	9	gauche	60	40,3	51,9615242	6	Sbc
205	512897	7632545	9	gauche	200	40	200	3	Sbc
206	512561	7632751	9	gauche	120	43	120	29	BE
207	512714	7632910	9	droit	45	45	45	4	Sbc
208	512698	7633046	9	gauche	70	46	70	1	ZI
209	512818	7633240	9	droit	75	49	75	1	Sbc
210	512790	7633362	9	droit	10	50	10	1	Sbc
211	512786	7633462	9	gauche	20	51	20	1	Sbc
212	512745	7633464	9	gauche	65	51	65	2	Sbc
213	512857	7633523	9	droit	44	54,5	44	3	Sbc
214	512673	7633521	9	gauche	120	55,5	120	8	Sbc
215	512606	7633519	9	gauche	200	56	200	11	Sbc
216	512776	7633511	9	gauche	35	56	35	2	Sbc

Paysages de la zone d'étude (commune de Poya)



Cliché : T. Schwartz 1999

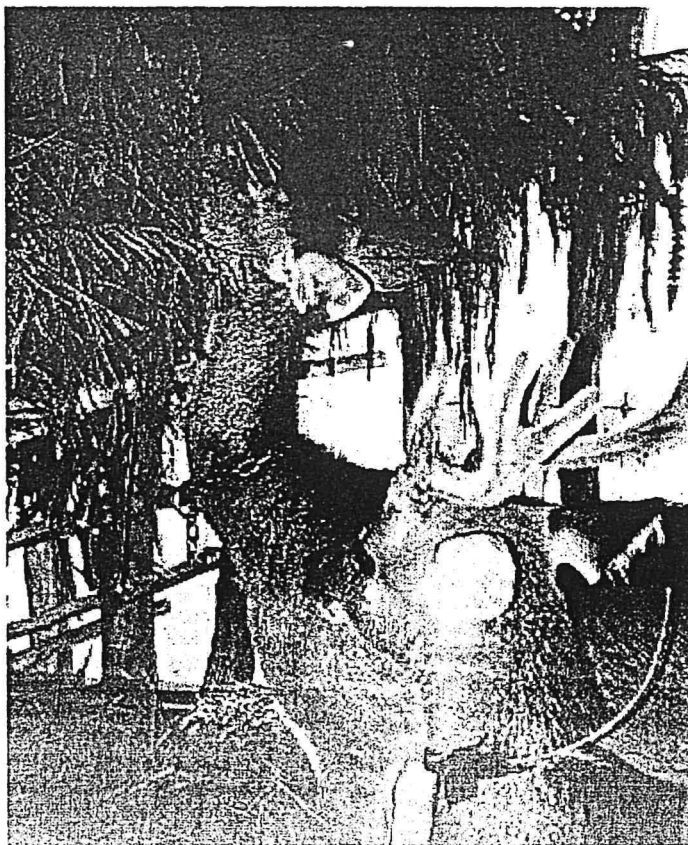


Cliché : T. Schwartz 1999

Cerfs rusa (Cervus timorensis rusa)

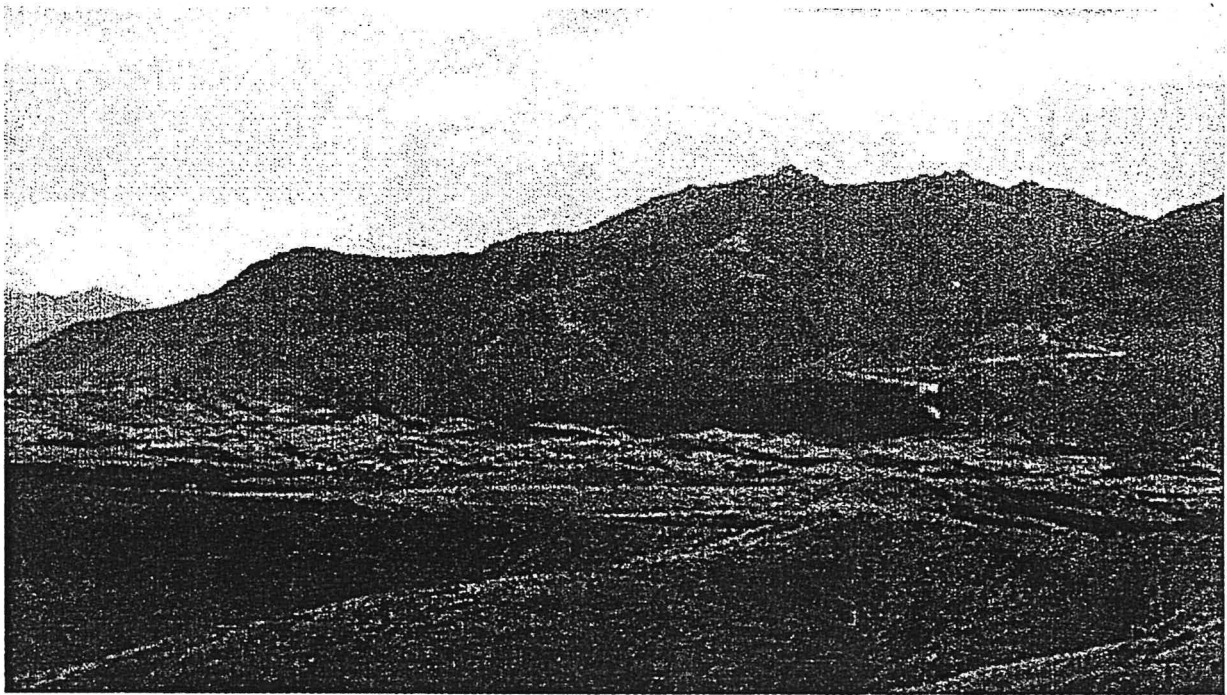


Cliché : S. Chalaye 1998



Cliché : T. Schwartz 1999

Paysages de la zone d'étude (commune de Poya)

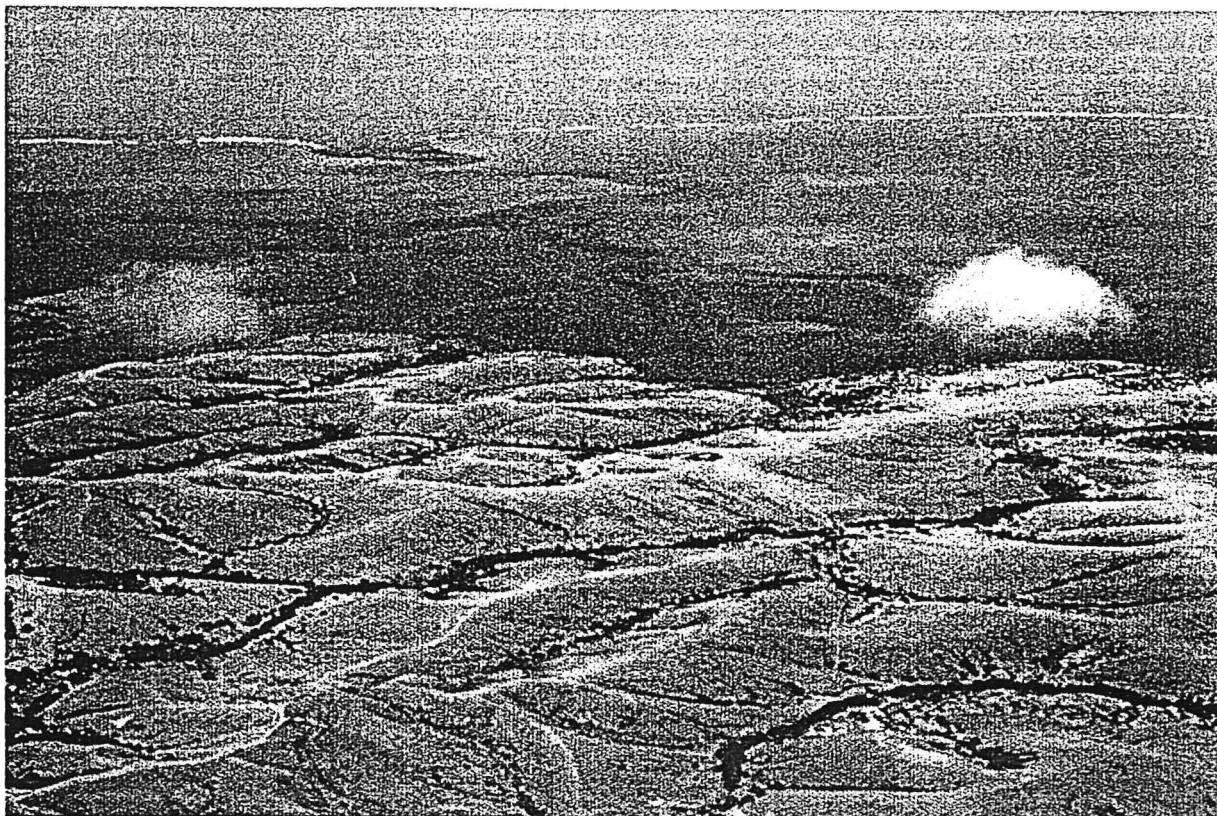


Cliché : T. Schwartz 1999



Cliché : T. Schwartz 1999

Paysages de la propriété Metzdorf

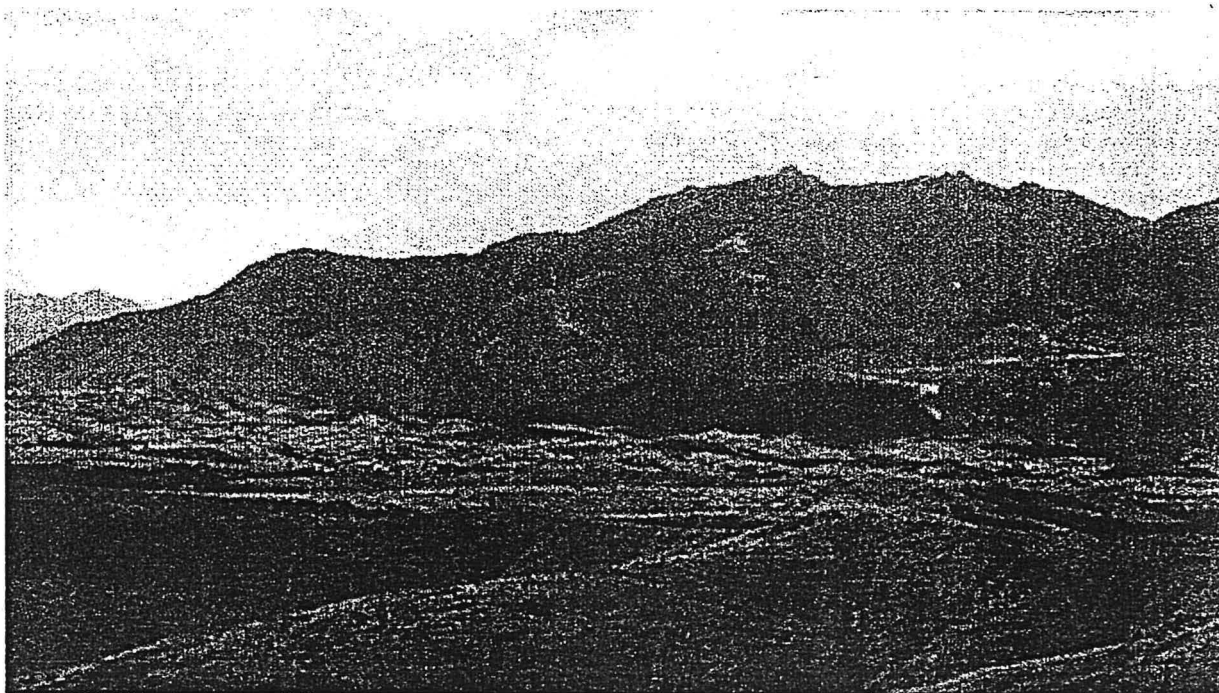


Cliché : S. Chalaye 1998



Cliché : T. Schwartz 1999

Paysages de la zone d'étude (commune de Poya)



Cliché : T. Schwartz 1999

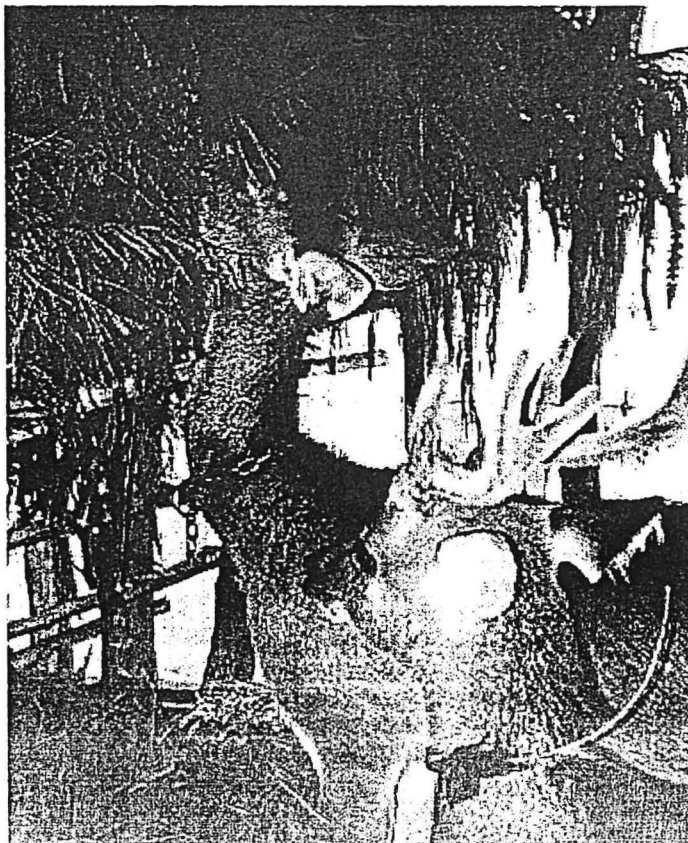


Cliché : T. Schwartz 1999

Cerfs rusa (Cervus timorensis rusa)

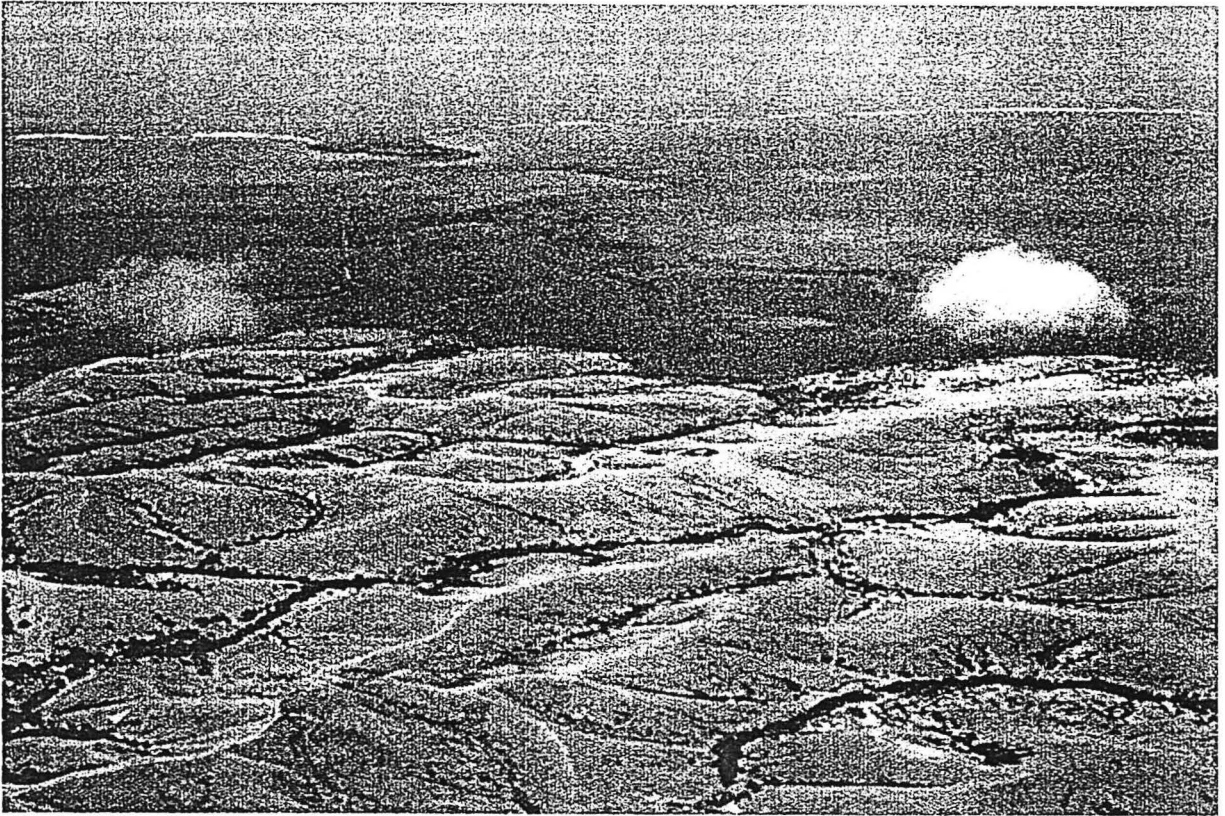


Cliché : S. Chalaye 1998



Cliché : T. Schwartz 1999

Paysages de la propriété Metzdorf



Cliché : S. Chalaye 1998



Cliché : T. Schwartz 1999

Paysages de la propriété Metzdorf



Cliché : S. Chalaye 1998

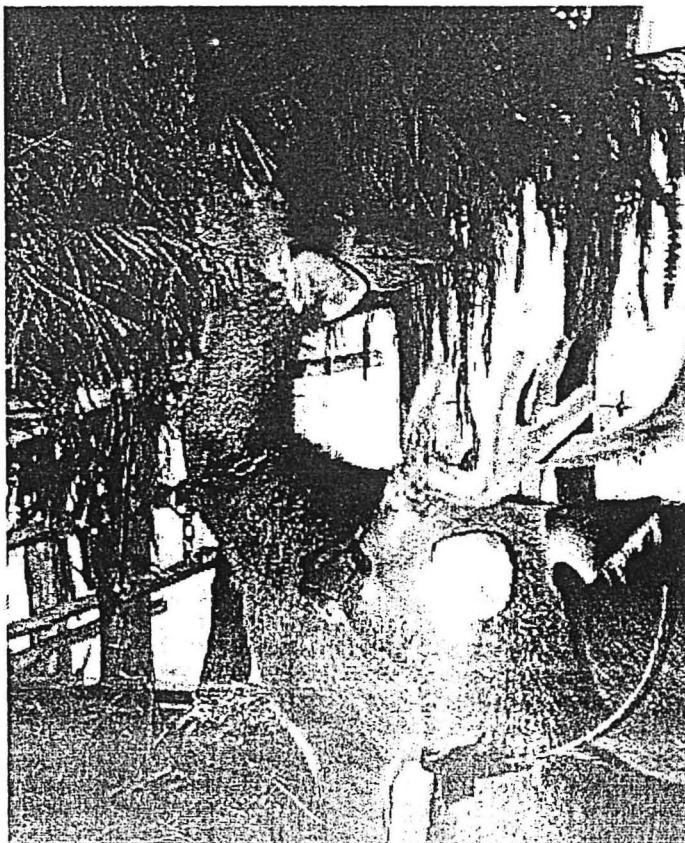


Cliché : T. Schwartz 1999

Cerfs rusa (*Cervus timorensis rusa*)



Cliché : S. Chalaye 1998



Cliché : T. Schwartz 1999

Paysages de la propriété Metzdorf

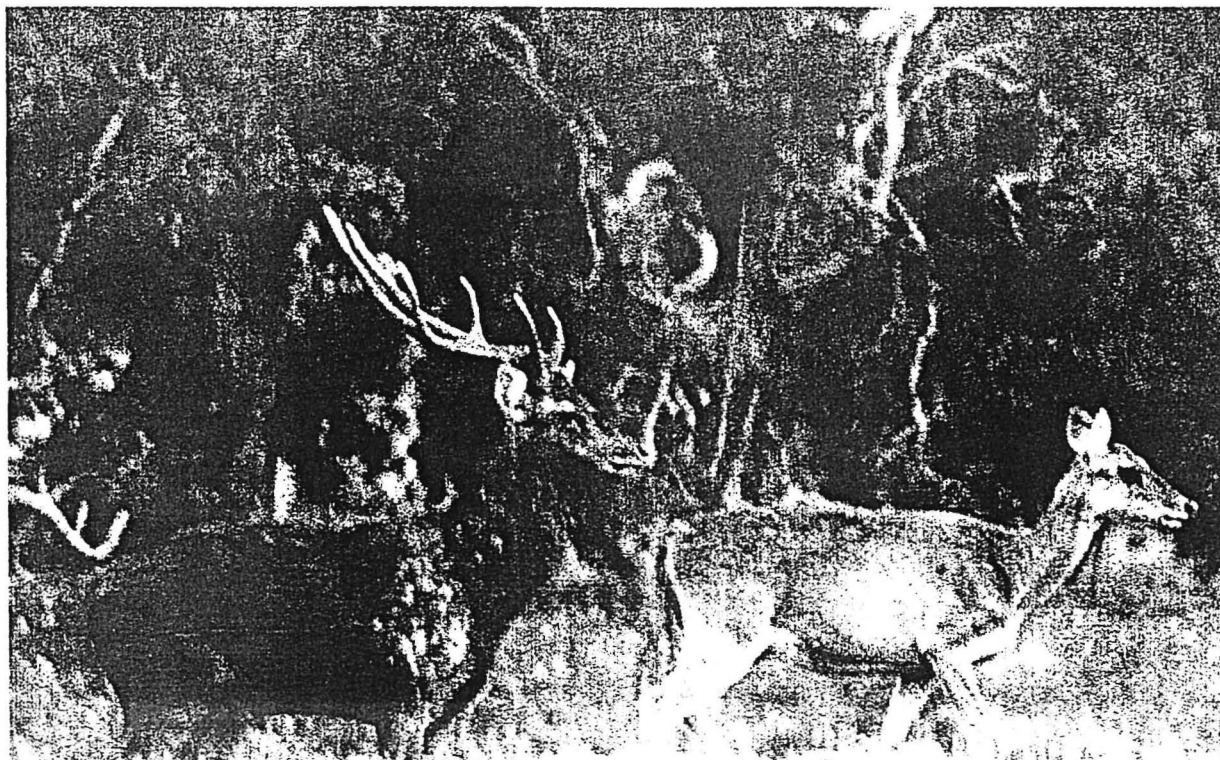


Cliché : S. Chalaye 1998

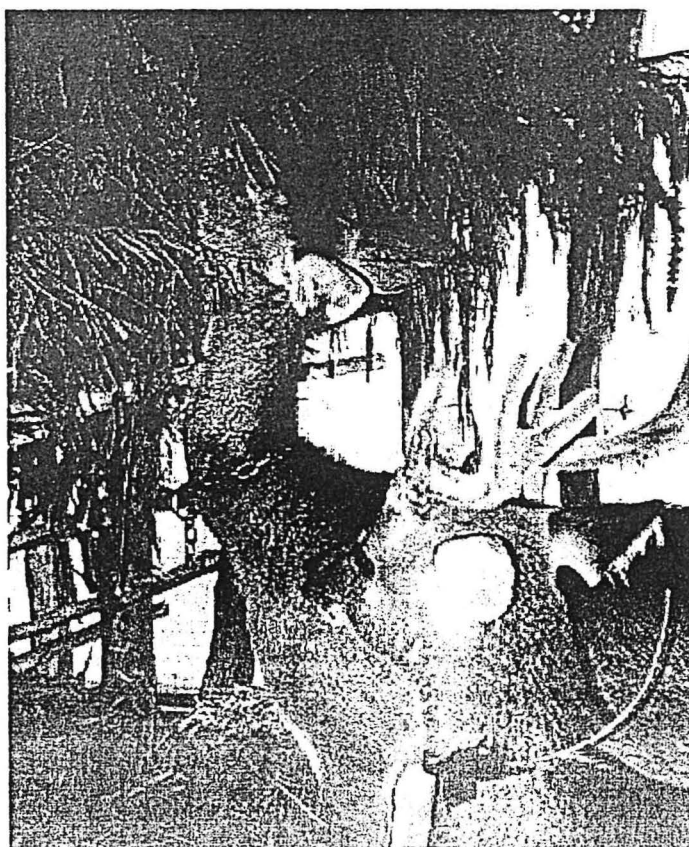


Cliché : T. Schwartz 1999

Cerfs rusa (Cervus timorensis rusa)



Cliché : S. Chalaye 1998



Cliché : T. Schwartz 1999

Paysages de la zone d'étude (commune de Poya)

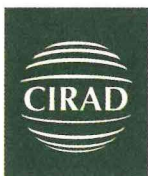
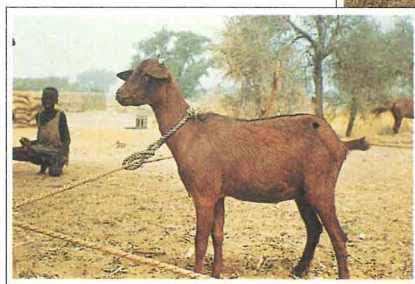
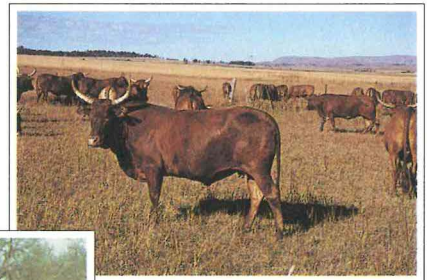
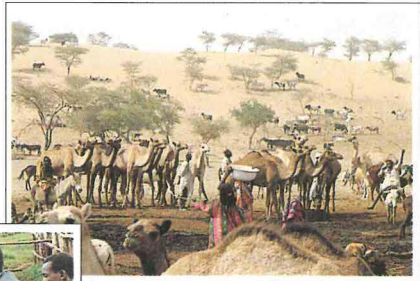


Cliché : T. Schwartz 1999



Cliché : T. Schwartz 1999

CIRAD-Dist
UNITÉ BIBLIOTHÈQUE
Saillarguet



CIRAD-EMVT
**Département d'élevage
et de médecine vétérinaire**
2477, avenue du Val de Montferrand
BP 5035
34 032 Montpellier Cedex 1, France