CIRAD-EMVT
Campus International de Baillarguet
B.P. 5035
34032 MONTPELLIER Cedex 1

Ecole Nationale Vétérinaire
D'Alfort
7, avenue du Général de Gaulle
94704 MAISONS-ALFORT Cedex

Institut National Agronomique
Paris-Grignon
16, rue Claude Bernard
75005 PARIS

Muséum National d'Histoire Naturelle
57, rue Cuvier
75005 PARIS

DIPLOME D'ETUDES SUPERIEURES SPECIALISEES
PRODUCTIONS ANIMALES EN REGIONS CHAUDES

MEMOIRE DE STAGE

REGIME ALIMENTAIRE ET GESTION DU CERF RUSA (*CERVUS TIMORENSIS RUSSA*) EN MILIEU NATUREL EN NOUVELLE-CALEDONIE : VERS LA MISE AU POINT DE BIO-INDICATEURS

par

Alice LABBE

CIRAD-Dist
UNITÉ BIBLIOTHÈQUE
Baillarguet

Année universitaire 1999-2000

CIRAD
000008563

DIPLOME D'ETUDES SUPERIEURES SPECIALISEES
PRODUCTIONS ANIMALES EN REGIONS CHAUDES

REGIME ALIMENTAIRE ET GESTION DU CERF RUSA (*CERVUS TIMORENSIS RUSSA*) EN MILIEU NATUREL EN NOUVELLE-CALEDONIE : VERS LA MISE AU POINT DE BIO-INDICATEURS

par

Alice LABBE

Lieu de stage : Nouvelle-Calédonie

Organisme d'accueil : CIRAD/IAC

Période de stage : 17 mai-24 novembre 2000

Rapport présenté oralement le : 13 décembre 2000

REMERCIEMENTS

L'ensemble de cette formation a été très enrichissant, surtout au niveau relationnel. Je tiens donc à remercier les personnes qui ont contribué tout au long de l'année au succès de ce stage.

Je remercie en premier lieu mon maître de stage, Michel de Garine-Wichatitsky, pour son implication totale dans ce projet et l'aide précieuse qu'il m'a apportée, au cours de ces six mois de stage.

Je remercie aussi l'ensemble du personnel de l'IAC pour m'avoir accueilli dans leur département élevage et faune sauvage, la direction, le personnel administratif, mais aussi tous les techniciens de la station.
De plus, je tiens à remercier les joyeux Port-Laguériens qui se sont associés à cette aventure, Fabrice, Marie et Nico, David, Fafarou, et tant d'autre...

Enfin, je tiens à souligner l'aide que m'ont apportée les personnes suivantes dans l'élaboration de ce rapport : Yann-Eric Boyeau pour l'exploitation des données en SIG, M. Toutain pour sa gentillesse et sa disponibilité, Sophie et Tom, Céline et Sandrine pour les corrections portées à ce rapport, Marie-Caroline, Brigitte, Christine et l'ensemble de l'équipe enseignement du CIRAD de Montpellier pour leur patience.

Et bien sur, je remercie la promotion du DESS PARC 1999-2000 pour la merveilleuse année que nous avons passée ensemble.

RESUME

Pour travailler sur la gestion d'une population d'ongulés sauvages, il faut avoir des outils de suivis. Or, l'élaboration d'une partie de ces indicateurs suppose certaines connaissances sur l'alimentation de l'espèce considérée. Dans le cas présent, on s'est intéressé à l'étude du régime alimentaire du cerf rusa (*Cervus timorensis russa*) en milieu naturel en Nouvelle-Calédonie. Cette recherche a été menée de différentes façons. Ainsi, on a procédé à une revue bibliographique des travaux existants sur cette problématique. Ensuite, nous avons interrogé des personnes spécialisées dans ce domaine afin de connaître le point de vue des habitants. L'ensemble des informations collectées a ensuite servi de base à un travail d'inventaire de consommation des végétaux sur placette sur deux sites pilotes pré-établis. Une étude plus approfondie a aussi été menée afin de connaître l'importance des composés secondaires dans les choix alimentaires du cerf rusa.

Tout ceci a contribué à l'établissement des caractéristiques principales définissant l'alimentation de cet animal dans son milieu naturel. La base d'information ainsi établie peut servir au développement d'études plus spécifiques comme la mise au point de bio-indicateurs.

MOTS-CLES :

Nouvelle-Calédonie, cerf rusa (*Cervus timorensis russa*), régime alimentaire, inventaire de consommation des végétaux (gagnage), monoterpènes.

SOMMAIRE

Remerciements
Résumé et mots-clés
Sommaire
Introduction

Première partie : Cadre de l'étude, la Nouvelle-Calédonie 01

I- Localisation géographique et caractéristiques climatologiques 01

A- Situation géographique 01
B- Relief et géologie 02
C- Le climat 02

II- La flore 03

A- Principaux facteurs conditionnant l'état actuel de la végétation 03
B- Un aperçu de la répartition de la végétation sur la Grande Terre 03

III- La faune 04

A- La faune vertébré terrestre indigène 05
B- Les espèces introduites 06

Deuxième partie : problématique de l'étude 07

I- Projet « Cerfs rusa et milieu naturel en Nouvelle-Calédonie » 07

II- Précisions apportées dans le cadre du stage : Quelques rappels 07

A- Notion de bio-indicateur 07
B- Choix des deux zones d'étude 08
C-Etat des connaissances sur le cerf rusa en Nouvelle-Calédonie 09

III- Les principaux acteurs 10

Troisième partie : Synthèse sur le régime alimentaire du cerf rusa en milieu naturel 12

I- Approche bibliographique 12

A- Matériel et méthode 12
B- Résultats et discussion 13

II- Interrogation de professionnels à l'aide de questionnaires 15

A- Matériel et méthode 15
1- Choix des personnes interrogées 15
2- Elaboration du questionnaire 16
B- Résultats 17
C- Discussion 18

III- Bilan de la troisième partie 19

Quatrième partie : inventaire de gagnage sur placette en milieu naturel et faisabilité d'un indicateur basé sur le taux d'utilisation de la végétation 22

I- Présentation des deux zones 22

A- Site d'étude de « Forêt Plate » 22
B- Site d'étude de « Poya » 23

II- Matériel et méthode 24

A- Mise au point de la méthode à partir d'un protocole appliqué en France 24
B- Adaptation aux conditions de milieu : Localisation et choix des placettes 25
1- Localisation des placettes sur le site de « Forêt Plate » 25
2- Localisation des placettes sur le site de « Poya » 25
C- Etablissement d'une méthode d'estimation de l'abondance/dominance et de l'abroutissement 26
D- Identification des espèces végétales rencontrées 30
E- Traitement des données 30

III- Résultats 30

A- Site de « Forêt Plate » 30
1- Récapitulatif des espèces rencontrées et premières observations 30
2- « Typologie » de la végétation 31
3- Vers l'IPF 33
B- Site de « Poya » 34

1- Récapitulatif des espèces rencontrées et premières observations 34
2- « Typologie » de la végétation 34
3- Vers l'IPF 36

IV- Discussion 36

Cinquième partie : Mesure expérimentale de l'influence des composés secondaires (monoterpènes) sur les préférences alimentaires du cerf rusa (Cervus timorensis russa) 39

I- Contexte de l'expérimentation 39

II- Matériel et méthode 40

A- Les cerfs et leurs conditions de captivité 40
B- Protocole 42
1- Caractéristiques des monoterpènes 42
2- Préparation des monoterpènes 43
3- Déroulement des tests 44
C- Traitement statistique des données 46

III- Résultats 47

A- Première série de tests : présentation par paire 47
B- Deuxième série de tests : présentation multiple simultanée 51

IV- Discussion et conclusion 56

Conclusion
Bibliographie
Annexes

INTRODUCTION

La flore néo-calédonienne est caractérisée par un très fort degré d'endémisme. Par conséquent, de nombreux projets de recherche visent à préserver cette richesse naturelle. Or, plusieurs facteurs de risque peuvent engendrer une dégradation de la végétation. En particulier, l'impact du cerf rusa sur celle-ci est très peu connu. Ainsi, il semble intéressant de connaître la nature des relations entre cet ongulé et son milieu naturel. L'établissement de ces connaissances passe par l'utilisation d'outils tels que les bio-indicateurs. Parmi ceux-ci, certains sont basés sur la mesure d'indices de consommation. Or, il faut pour cela réunir des informations de base sur les mœurs de cet animal. Ainsi, on s'est intéressé au régime alimentaire du cerf rusa (*Cervus timorensis russa*) en milieu naturel. Pour cela, on a fait appel à différentes méthodes de collecte de l'information. Tout d'abord, une revue bibliographique et une enquête auprès des professionnels nous ont permis de faire un point sur les connaissances actuelles. Ensuite, un travail sur le terrain par inventaire de gagnage sur placette nous a permis d'établir les grands axes d'alimentation du cerf dans deux zones pilotes pré-déterminées. Enfin, on s'est concentré sur un point plus spécifique qui est l'importance des composés secondaires dans les choix alimentaires de cet animal.

Première partie : Cadre de l'étude, la Nouvelle-Calédonie

I- Localisation géographique et caractéristiques climatologiques

L'ensemble des informations réunies dans cette partie est issu de l'atlas de l'ORSTOM de la Nouvelle-Calédonie et dépendances de 1981(ORSTOM, 1981).

A- Situation géographique

La Nouvelle-Calédonie, faisant partie de la Mélanésie, est située en bordure occidentale du Pacifique sud, à environ 1 500 km de la côte australienne. Une barrière de corail ceinture totalement ce complexe insulaire (voir figure 1).

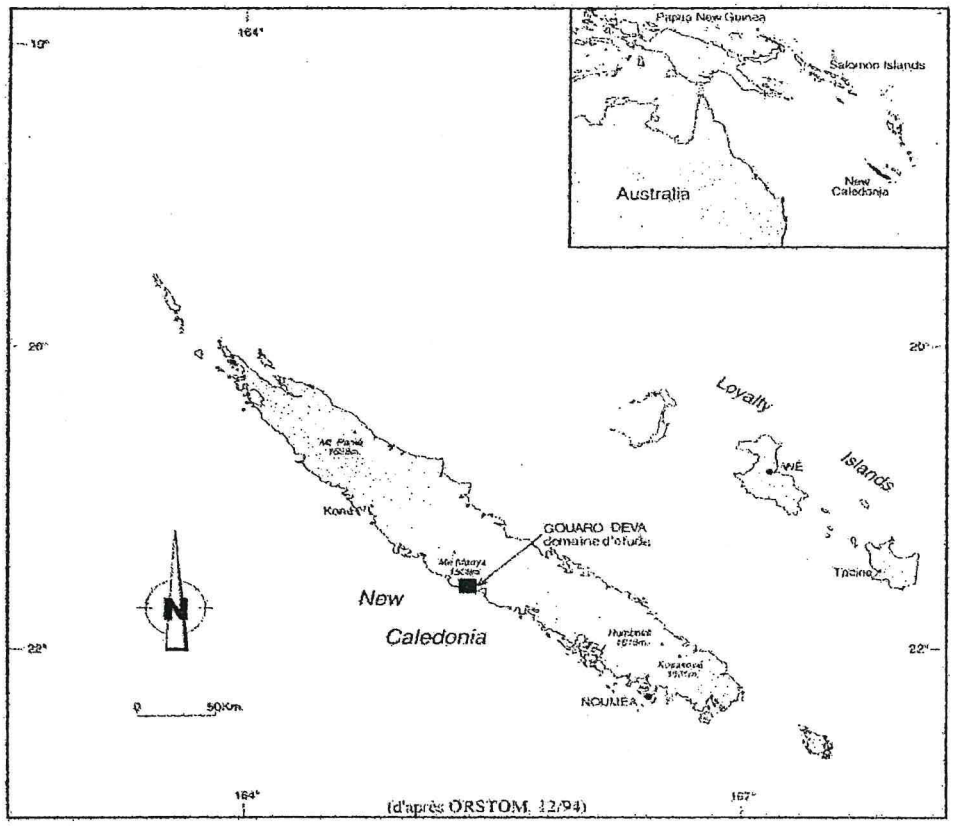


Figure 1 : Localisation de la Nouvelle-Calédonie

Cet archipel d'environ 19 000 km² est situé sur le tropique du Capricorne et regroupe un ensemble d'îles et d'îlots dont les principaux sont :

- La Grande-Terre : île principale de 16 000 km², subdivisée administrativement en deux provinces (Province Sud et Province Nord).
- Les îles : les îles Loyauté (Maré, Lifou et Ouvéa) à l'Est constituant la Province des îles, les îles de Bélep au Nord, l'île des Pins au Sud, ainsi que de nombreux petits îlots.

B- Relief et géologie

La Grande-Terre

Cette île de 400 km de long sur 50 km de large est très montagneuse. Elle peut être dissociée en 4 unités morphologiques principales :

- Les massifs de roches ultrabasiques (les péridotites) formant l'unité morphologique la plus étendue (1/3 de la surface de la Grande-Terre).
- Le massif métamorphique de la côte nord est (micaschistes).
- La côte ouest caractérisée par une association de collines et de plaines alluviales, s'ouvrant au Sud sur de larges baies.
- La chaîne centrale définie par un ensemble de collines d'altitude moyenne ravinées par l'érosion. Cette chaîne montagneuse est difficilement franchissable. En effet, elle est composée de hauts massifs, avec des points culminants comme le mont Humboldt d'une altitude de 1618 m.

Les îles

Certaines îles constituent le prolongement de la Grande-Terre et adoptent donc le même type de profil géomorphologique (un plateau central avec une plate-forme côtière de basse altitude).

Les îles Loyauté, par contre, issues d'anciens atolls coralliens sont des îles basses, horizontales et surbaissées. Les seuls reliefs présents sont des falaises côtières.

C- Le climat

Un climat qualifié de tropical océanique résulte du caractère insulaire et du relief de l'archipel. Les températures annuelles varient en moyenne de 10°C (minima) à 30°C (maxima), avec une moyenne de 23°C.

On observe un climat à quatre saisons dont deux bien marquées :

- L'été austral (décembre à mars) : période chaude (28 à 30°C) et humide, avec des pluies abondantes (saison des cyclones).
- Une première saison intermédiaire (Mars à mai) : climat instable avec une diminution de la température et des précipitations.
- L'hiver austral (juin à septembre) : pluies rares et températures fraîches (8 à 10°C en moyenne).
- Une seconde saison intermédiaire (septembre à novembre) : Période la plus sèche avec une augmentation progressive des températures.

Remarque : On observe que les précipitations sont plus abondantes sur la côte est (2 000 à 3000 mm/an en moyenne) que sur la côte ouest (environ 1 200 mm/an).
Cependant, la température moyenne reste quasiment identique entre les deux côtes, alors que la chaîne est propice à un climat particulièrement frais et pluvieux. Ceci semblerait dû à un effet de l'altitude.

II- La flore

A- Principaux facteurs conditionnant l'état actuel de la végétation

Avec ses 3 060 espèces végétales indigènes dont 76 % d'endémiques (Morat *et al.*, 1995), la Nouvelle-Calédonie représente un des hauts lieux écologiques du Pacifique tropical. Ce très fort degré d'endémisme fait du territoire un des 10 points chauds de déforestation tropicale de la planète (Myers, 1988), et considéré comme une zone prioritaire pour la conservation de la biodiversité végétale et animale (Myers *et al.*, 2000).
Un très long isolement associé à des propriétés particulières du sol (issues de substrat ultrafamique) (Chazeau *et al.*, 1995) ont permis la mise en place de ce couvert végétal original.

La diversité floristique actuelle résulte ainsi de la transformation de ce milieu originel majoritairement due à l'intervention de l'homme. Celle-ci a eu lieu à différents niveaux :

Tout d'abord, l'homme est intervenu en introduisant (souvent de manière involontaire) de nouvelles espèces végétales. Initié par les Mélanésiens, ce phénomène a connu un fort essor lors de l'arrivée des Européens au XIXème siècle. Ces introductions ont connu un succès variable (échec total, naturalisation dans des zones anthropisées de savane et fourrés, ...) selon la capacité de la plante introduite à pouvoir s'adapter à ce nouveau milieu. La maîtrise de ces introductions n'étant pas acquise, on assiste malheureusement à un développement de « pestes végétales » colonisant de nombreux milieux. On peut citer en guise d'exemple l'invasion des pâturages néo-calédoniens par le vitex (*Vitex trifoliata*) ou le « ricin » (*Jatropha sp.*).

Ensuite, l'intervention de l'homme a entraîné une certaine dégradation de l'écosystème. En effet, lors des travaux agricoles de défrichements et de déforestations, il a participé à une diminution de la végétation naturelle au profit d'une végétation anthropisée (savane, fourrés). De même, le développement de l'élevage a provoqué une extension des zones de pâturages. Enfin, le déclenchement de feux à répétitions empêche constamment le développement à long terme d'une nouvelle végétation.

Par conséquent, actuellement, la Nouvelle-Calédonie présente un double visage au niveau de la végétation (Jaffré et Veillon, 1994) :
- Une végétation autochtone ou primaire
- Une végétation modifiée ou secondaire

B- Un aperçu de la répartition de la végétation sur la Grande Terre

Les facteurs cités précédemment ont donc conditionné la formation et la distribution de divers types de végétation sur la Grande Terre. L'observation des différents types de végétation souligne tout d'abord le contraste entre végétation naturelle et anthropisée. On discerne ensuite plusieurs sous groupes (ORSTOM, 1981):

- **Végétation autochtone** (moitié de la superficie du territoire) :

① Mangrove localisée sur le littoral occidental de la Grande Terre

② Végétation marécageuse (marais et forêt marécageuse) présente sur la côte Ouest et dans le Sud

③ Forêts : on peut distinguer deux types de forêt. On rencontre tout d'abord la forêt humide sempervirente localisée dans la chaîne majoritairement. Il existe aussi une forêt sèche ou forêt sclérophylle qui n'est plus représentée que par des stations relictuelles sur la côte ouest.

④ Maquis : il existe aussi deux types de maquis. Le maquis sur roche acide se trouve plutôt dans le Nord de la Grande Terre, alors que celui sur roche ultrabasique est présent de manière plus homogène sur le territoire, en particulier dans le massif du grand sud.

-**Végétation modifiée** (autre moitié de la superficie du territoire) :

① Faciès de dégradation des forêts (forêts secondaires, savanes, fourrés). La répartition est homogène sur toute la Grande Terre avec une certaine restriction conditionnée par l'accessibilité du site pour l'homme (basse et moyenne altitude).

② Faciès de dégradation des maquis à répartition similaire aux maquis dont ils sont originaires.

La carte suivante (figure 2) permet de représenter visuellement l'importance de chaque type de végétation à l'échelle de la Grande Terre. On retrouve en effet les différents types de végétation naturelle (forêt humide, forêt sclérophylle, maquis et mangrove) et modifiée (savane).

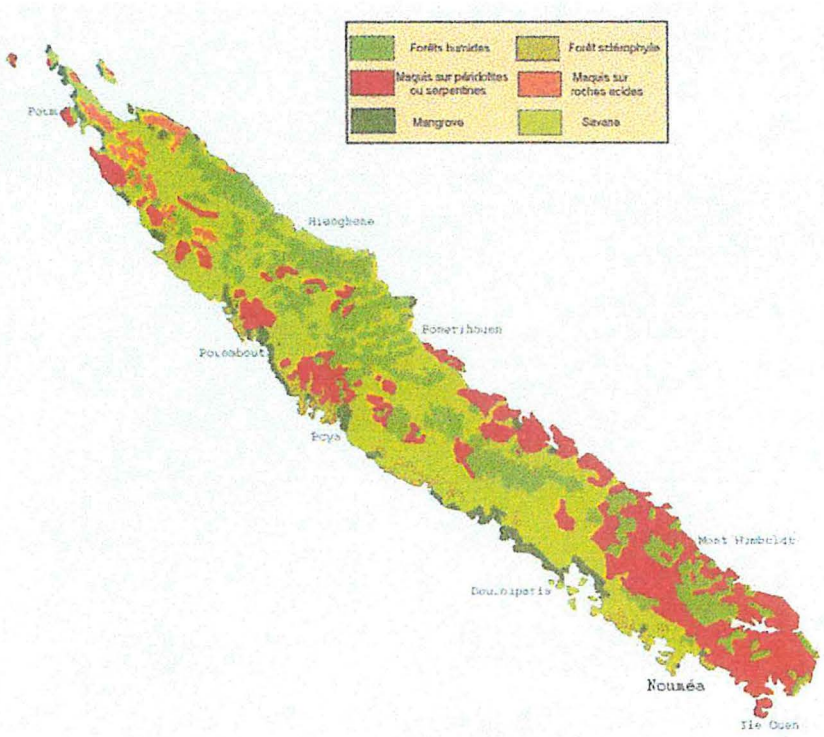


Figure 2 : Carte de la végétation en Nouvelle-Calédonie (Grande Terre) d'après l'Atlas de Nouvelle-Calédonie et dépendances de l'ORSTOM, 1981.

III- La faune

A- La faune des vertébrés terrestres indigènes

Le caractère insulaire de la Nouvelle-Calédonie conditionne les principales caractéristiques de la population vertébrée terrestre indigène. Ainsi, on peut observer certaines tendances au sein des peuplements. En particulier, il existe souvent très peu d'espèces mais elles sont en général assez originales. Le taux d'endémisme est conditionné par la nature de

l'isolement, etc...), ainsi que par sa superficie. Une des conséquences de ce phénomène est l'existence de nombreuses niches écologiques vides (Blondel, 1986).
La nature même de cette population insulaire en fait un ensemble fragile vis-à-vis de toute perturbation extérieure. L'introduction de nouvelles espèces animales, par exemple, peut modifier l'équilibre en place en utilisant les niches écologiques restées vacantes.

L'aboutissement de cette évolution permet aujourd'hui d'observer une faune d'une richesse spécifique assez diversifiée (Chardonnet et Lartiges, 1993), mais restant cependant assez faible en nombre.
En effet, l'avifaune est caractérisée par 22 espèces endémiques (Barré *et al.*, 1999) dont certaines très emblématiques sur le territoire comme le cagou (*Rhynochetos jubatus*) ou la perruche d'Ouvéa (*Eunymphicus cornutus uveaensis*). De même, l'herpétofaune avec 41 espèces endémiques reflète une richesse encore trop peu connue (Mittermeier *et al.*, 1996).
En ce qui concerne la faune mammalienne, les seules espèces indigènes de l'île, au nombre de 9 dont 6 endémiques, appartiennent à l'ordre des chiroptères (Balouet, 1987).
La faune indigène néo-calédonienne est donc relativement riche (comparée à d'autres systèmes insulaires) mais aussi très vulnérable face aux perturbations extérieures.

Figure 3 : Le cagou (*Rhynochetos jubatus)*, oiseau endémique emblématique de Nouvelle-Calédonie (Photo de N.Barré)

B- Les espèces introduites

La Nouvelle-Calédonie a été soumise dès l'arrivée de l'Homme à l'introduction de nouvelles espèces. Ces introductions pouvaient être accidentelles (4 espèces de rongeurs dont le rat du Pacifique, *Rattus esculans*) ou bien volontaires (animaux de compagnie comme le chien, *Canus familiaris*). Initié par les Mélanésiens, l'arrivée des Européens au XIXème siècle n'a fait qu'augmenter le nombre de ces introductions.

Diverses motivations ont entraîné l'introduction de mammifères sur le territoire :
- certaines introductions ont été réalisées dans un but économique de production. On peut citer par exemple le cas du bétail et des cochons sauvages (*Sus scrofa domestica*). Leur introduction a eu un tel succès qu'ils constituent maintenant la part principale de l'économie d'élevage en Nouvelle-Calédonie. En effet, bovins et porcins constituent 38 % de l'ensemble des filières agricoles (DER and Rurale, 2000).
- simplement dans un but « ornemental », il y a eu des introductions, au départ, en milieu contrôlé, de nombreuses espèces. Cependant, certaines d'entre elles se sont échappées des parcs et implantées de manière semi-sauvage dans le contexte calédonien. Le cerf rusa (*Cervus timorensis rusa*), un cadeau officiel fait au gouverneur de l'époque, en est un exemple.
- la pression cynégétique, plus récemment, a motivé de nouvelles introductions. En effet, la pauvreté en gibier autochtone du territoire a incité les Européens à introduire de nouvelles espèces gibier. Parmi lesquelles on rencontre le faisan, la perdrix, mais aussi 2 lagomorphes, le lapin sylvilagus (*Sylvilagus floridanus*) et le lapin de garenne (*Oryctolagus cuniculus*). Au niveau des oiseaux gibier, on observe une plus grande proportion d'échec aux introductions (Chardonnet and A.Lartiges, 1993). Ceci semble principalement dû à une mauvaise gestion des moyens de l'implantation (choix des espèces introduites, techniques d'introduction, etc...)

Ainsi, la Nouvelle-Calédonie offre un double visage. D'une part, elle a été sujette à de nombreuses introductions (moins importantes cependant que chez ses voisins australiens et néo-zélandais). Ceci a contribué au développement d'une faune introduite non négligeable sur le territoire et totalement intégrée dans les mœurs de la société locale. D'autre part, ce territoire a conservé une certaine population indigène voire endémique lui conférant un grand intérêt du point de vue de la conservation des espèces.

La situation actuelle est donc basée sur un équilibre fragile entre espèces autochtones et endémiques. En particulier, les nouvelles introductions doivent rester ponctuelles et surveillées, pour éviter toute pullulation d'une espèce introduite. A l'heure actuelle, cependant, des projets d'introductions sont encore à l'étude comme celle du daim de Perse (*Cervus dama mesopotamica*) ou encore de l'antilope cervicapre (*Antilope cervicapra*) (Mouzin, 2000).

Deuxième partie : Problématique de l'étude

I- Projet « Cerfs rusa et milieux naturels en Nouvelle-Calédonie »

Le thème de mon stage est l'étude du régime alimentaire du cerf rusa en milieu naturel, qui constitue une étape en vue de la mise au point d'un bio-indicateur : l'IPF ou Indice de Pression sur la Flore.

Cette étude s'insère dans un projet beaucoup plus vaste intitulé : « Cerfs rusa et milieux naturels en Nouvelle-Calédonie » qui a pour but d'établir un plan de gestion pour la cohabitation durable des espèces endémiques et introduites en milieu insulaire.

Le programme se déroule sur 3 ans et comprend 3 phases d'application :

Première phase : connaissance du fonctionnement des écosystèmes et de la dynamique de population des cerfs.

Seconde phase : inventaires et bilans des populations de cervidés sur la Grande Terre.

Troisième phase : validation et suivi évaluation des plans de gestion dans des « sites à risques » pilotes.

Mes travaux contribuent à la phase initiale.

Plus particulièrement, ce stage vise à contribuer à **la mise en place d'un indicateur de l'équilibre entre le milieu naturel et les populations de cerfs qui l'exploitent**. On a tout d'abord réalisé une étude préalable sur l'état actuel des connaissances sur le régime alimentaire du cerf rusa en Nouvelle-Calédonie. Ceci a été établi à partir de deux sources :

- une revue bibliographique de l'ensemble des travaux répertoriés sur ce thème.
- L'interrogation des « experts » locaux à l'aide de questionnaires.

A partir de ces premiers résultats, une étude sur le terrain a eu lieu, sur deux sites pilotes contrastés, afin de confirmer une partie des informations préalablement récoltées. On aboutit ainsi à une liste de plantes sur le territoire néo-calédonien avec un degré d'appétence relative du cerf pour celles-ci.

Cette liste doit contribuer à l'établissement du cortège restreint utilisé dans l'IPF, Indice de Pression sur la Flore.

II- Précisions apportées dans le cadre du stage : quelques rappels

A- Etat des connaissances sur le cerf rusa en Nouvelle-Calédonie

Le cerf rusa (*Cervus timorensis russa*) est d'introduction récente sur le territoire néo-calédonien (Chardonnet, 1988). En février 1870, ce cervidé tropical a donc été introduit, en provenance de Java, sur la Grande-Terre afin de « rehausser par sa présence le décor champêtre du parc du gouverneur Guillain » (Barrau, 1957).
La libération accidentelle de 12 individus est à l'origine du cheptel sauvage actuel. En effet les conditions étaient réunies pour l'installation et la pullulation facile de cet animal :

- grande faculté d'adaptation,
- absence d'obstacles naturels,
- faible pression de chasse,
- absence de prédateurs naturels.

Une estimation empirique du cheptel actuel est difficile. Cependant, l'utilisation de sondages dans différents sites échantillon du territoire a permis d'évaluer à environ 110 000 têtes la population de cervidés (Chardonnet, 1988). Malgré une répartition inégale, l'animal est présent sur l'ensemble de l'île et on observe des densités variant de 1 cerf à l'hectare à des zones quasiment désertes(Chardonnet, 1993).

Le cerf est caractérisé par un système de double interaction avec l'homme d'une part, et avec son milieu d'autre part.

Ainsi, bien que d'origine exotique, le cerf fait partie intégrante du contexte néo-calédonien et constitue une ressource naturelle à part entière. En effet, le cerf constitue l'unique source de protéines animales pour de nombreux néo-calédoniens. De plus, il est essentiel par son poids économique : le développement d'une filière d'élevage de cerfs, depuis 1987, réunit déjà environ trente exploitations. Mais la contribution du cerf au régime alimentaire de l'homme se fait aussi par une forte exploitation cynégétique. Il existe par exemple un droit de chasse local d'un cerf par action de chasse (Chardonnet, 1993) : 30 000 têtes par an sont prélevées.

Le cerf intervient aussi sur son milieu. Il existe ainsi une relation spécifique entre l'animal et son biotope mais celle-ci est moins bien connue. Le rôle écologique du cerf au sein de son milieu est le plus souvent décrit de manière négative :

- modification de la végétation
- dégâts aux cultures de pâturage
- frein à la reforestation par l'abroutissement des jeunes pousses

Cependant, toutes ces allégations restent à vérifier et à estimer.

Enfin, et ce rôle n'est pas des moindres, le cerf a un aspect emblématique et une importance socioculturels essentielle pour les tribus de la Grande Terre et pour les Calédoniens de brousse. On retiendra cette citation de Barrau et Devambez, 1957 :
« Nul Néo-Calédonien, qu'il soit européen ou autochtone, ne concevrait aujourd'hui son île sans cerf. »

B- Choix des deux zones d'étude

On ne s'attardera pas ici sur les caractéristiques spécifiques des deux zones pilotes choisies pour l'étude qui seront développées ultérieurement (quatrième partie). Le but est plutôt d'expliquer quels sont les critères de choix qui ont guidé notre sélection. En effet, sur tout le territoire, nous avons choisis deux sites pilotes contrastés afin de réaliser une approche comparative.

Un premier critère est bien sûr la densité en cerf de la zone. En effet, l'impact du cerf ne peut être mesuré que sur un site où il est présent de manière relativement abondante.
Ensuite, la nature du couvert végétal est importante. On essaie d'établir l'impact du cerf sur la végétation autochtone voire endémique de Nouvelle-Calédonie. Nous avons donc évité les zones anthropisées.
Les travaux précédents et intérêts humains dans certaines zones peuvent dans un deuxième temps orienter notre décision. En effet, cette étude est menée en collaboration avec d'autres programmes tels que les plans de reforestation, les études de la filière élevage de cervidés, etc.

A partir de ces différents critères, on a pu définir deux zones :

- Une **zone en formation sèche de l'ouest de la Grande Terre**.

La densité en cerf y est moyenne.
De plus, il existe des zones à fréquentation variable par les différentes espèces animales. En effet, une zone de mise en défens autorisant une protection totale de la végétation a été mise en place depuis 5 ans. Des zones de fréquentation par les cervidés seuls, ou par les bovins et les cervidés sont aussi délimitées. L'ensemble de ces zones peut permettre une bonne étude comparative servant à dissocier l'impact du cerf vis-à-vis des autres herbivores.

- Une **zone en forêt tropicale humide de la chaîne**.

Ici, aussi, la fréquentation en cerf est moyenne.
Cependant, on rencontre un cortège d'espèces végétales bien différent de celui de la zone côtière.
De plus, des travaux précédents de reforestation ont été conduits sur cette zone. L'impact du cerf sur ces nouvelles plantations et en particulier sur le Kaori (*Agathis sp.*) représente un enjeu économique important quant à la réussite de nouvelles plantations.

C- Notion de bio-indicateur

La gestion d'une population de cervidés passe par une concertation des différents acteurs afin de définir des unités de gestion et des objectifs à atteindre (Groupe-Chevreuil, 1999). Pour se donner les possibilités de parvenir à ces objectifs, il est nécessaire notamment de définir les moyens de suivi des populations.
Dans le cas présent, peu de travaux à long terme ont été conduits sur la population de cerfs rusa en Nouvelle-Calédonie. Seuls des comptages relativement lourds et sporadiques ayant été menés, la priorité pour ce nouveau projet a été donnée à l'utilisation de méthodes indiciaires. Par exemple, une étude réalisée pour le chevreuil en France métropolitaine (Van-Laere, 1997), a permis de montrer que l'estimation de densité de cervidés par observation directe met en œuvre des méthodes lourdes avec des résultats peu exploitables en terme de gestion des populations. Au contraire, les méthodes bio-indicatrices, plus faciles d'utilisation, fournissent un faisceau d'indicateurs suffisant pour décider de l'évolution d'un plan de gestion.

Ces méthodes dites indiciaires sont basées sur trois règles : elles s'appliquent à **long terme**, exigent un **respect rigoureux des protocoles**, et leur précision est directement liée au nombre d'indicateurs utilisés (nécessité d'utiliser une **batterie d'indicateurs**) (Groupe-Chevreuil, 1999). Un indicateur biologique est défini comme étant « un paramètre déterminé sur un animal ou un végétal, simple et aisé à mesurer, dont l'évolution est dépendante de celle du système individu-population-environnement » (Groupe-Chevreuil, 1996). Un ensemble de bio-indicateurs a ainsi pu être défini (certains sont encore en cours de validation) (Ballon, 1999) :

CIRAD-Dist
UNITÉ BIBLIOTHÈQUE
Baillarguet

- méthode basée sur l'observation directe des animaux : IK (Indice kilométrique), indice de fécondité, taille moyenne des groupes
- méthodes basées sur l'analyse des tableaux de chasse (masse corporelle, etc...)
- longueur des os longs (mandibule,...)
- taux de parasitisme
- méthodes basées sur l'observation de la végétation : taux d'utilisation de la végétation forestière, IPF (Indice de Pression sur la Flore)
- importance des dégâts forestiers

Les résultats exposés dans ce mémoire concernant le régime alimentaire du cerf et son impact sur les milieux naturels de Nouvelle-Calédonie pourront contribuer à la mise en place de ces bio-indicateurs. En effet, l'un des objectifs du projet est une estimation de l'impact du cerf sur la végétation (en particulier endémique) de Nouvelle-Calédonie. Pour cela, l'application de **l'IPF défini par B.Guibert comme : « l'évaluation de façon simple et assez rapide de la pression qu'une population de chevreuils exerce sur son milieu et de l'appréciation de son évolution au cours du temps »** (Guibert, 1997) semble tout à fait à propos.
Or, la définition de cet indice est basée sur la connaissance d'un cortège floristique restreint. Celui-ci est l'association de 5 à 10 espèces végétales, simultanément suffisamment présentes et régulièrement consommées (Groupe-Chevreuil, 1996). Ce cortège reprend la notion de **plante indicatrice de surcharge**, définie par Allain en 1978, cité par B.Guibert (Guibert, 1997) : espèce seuil dont l'abroutissement ou le non abroutissement préviendrait le gestionnaire des risques imminents de dégradation ou au contraire de sous-utilisation des capacités biotiques de la forêt.
Cet IPF a pu être validé en France, sur les populations de chevreuils, dans les Cévennes où, notamment, le cortège floristique était restreint aux espèces ligneuses (arbre et arbuste) la présence de lagomorphes empêchant un discernement de l'abroutissement des cervidés sur la strate herbacée. Trois groupes de plantes ont pu être définis à partir de cette étude (Morellet, 1999) :
- groupe 1 : espèces consommées
- groupe 2 : espèces non consommées
- groupe 3 : espèces à consommation variable

Cependant, le cadre de notre étude est relativement différent. En effet, plusieurs aspects divergent par rapport au protocole mis en place en métropole pour le chevreuil en milieu forestier. Outre des conditions de biotope très différentes (climat, type de végétation), un problème se présente de manière récurrente dès que l'on s'intéresse au cerf rusa en milieu naturel : le manque de connaissance.
Ainsi, avant de pouvoir définir l'IPF, il est nécessaire de réunir un certain nombre d'informations sur le régime alimentaire du cerf rusa en Nouvelle-Calédonie.
Les informations récoltées lors de mon stage devraient aider à l'adaptation d'un indice de pression sur la flore adapté aux conditions spécifiques du cerf rusa en Nouvelle-Calédonie.

III- Les principaux acteurs

L'organisme au sein duquel j'ai effectué cette étude est l'IAC, Institut Agronomique néo-calédonien. Celui-ci a été récemment créé, le 1er janvier 2000, pour succéder aux actions du CIRAD-MANDAT. Cet organisme de recherche a pour vocation de promouvoir le développement agricole en Nouvelle-Calédonie.

Ainsi, suite aux accords de Nouméa (1998), de nouvelles dispositions ont été prises afin de faciliter une démarche vers l'indépendance de la Nouvelle-Calédonie. L'IAC réunit donc, à présent, les trois provinces calédoniennes, le Territoire, l'Etat et le CIRAD. Ce dernier a maintenant un rôle d'accompagnement scientifique (rôle minoritaire dans l'administration propre de l'IAC).

Figure 5 : Ensemble des logos des différents représentants de l'IAC

Au niveau scientifique, donc, le CIRAD met à disposition des chercheurs pour la réalisation des différents programmes de recherche qui sont mis en place sur le territoire :
- culture fruitière
- culture maraîchère
- forêt
- café
- technologies rurales
- systèmes ruraux et développement local
- programme élevage et faune sauvage.

Mon stage a été réalisé dans ce dernier programme qui comprend les volets et actions suivants (IAC, 2000) :
- conservation de la faune sauvage endémique (avifaune, Bulime)
- connaissance et gestion des ongulés sauvages introduits, action où s'insère mon stage
- gestion des pâturages
- appui aux filières animales
- gestion du troupeau élite de Port-Laguerre
- génétique des populations animales
- pathologies animales

Ainsi, par la nature même de l'organisme d'accueil, nous avons l'occasion de travailler avec de nombreux partenaires sur le territoire et en métropole. Plus spécifiquement, en ce qui concerne le projet dans lequel s'insère ce stage, plusieurs organismes sont associés au projet :
partenaires scientifiques : le CIRAD bien sur, le CNRS, le muséum national d'histoire naturelle de Paris, l'INRA et l'ONC.
partenaires locaux : direction des ressources naturelles de la Province Sud, direction du développement économique de la Province Nord, services techniques provinciaux.
Par ailleurs, une partie du travail de terrain a été réalisée en zone privée chez M. Marcel Metzdorf (zone de la côte ouest).

Troisième partie : Synthèse sur le régime alimentaire du cerf rusa en milieu naturel

I- Approche bibliographique

Le cerf rusa, nous l'avons vu précédemment, a un impact sur la végétation endémique. Malheureusement, peu d'informations sont disponibles quant à la nature de cet impact. Il est donc nécessaire de passer en revue l'ensemble des connaissances réunies lors de travaux effectués antérieurement. Les données ont été récoltées dans différents articles scientifiques, compte rendu de séminaires, rapports et thèses.

Le but de cette revue bibliographique est, d'une part, de faire le point sur les connaissances actuelles sur le régime alimentaire du cerf rusa en Nouvelle-Calédonie. D'autre part, à partir de ces données, on a pu établir une première liste des plantes appétées et refusées par le cerf, en remarquant plus particulièrement les espèces végétales autochtones (voire endémiques).

A- Matériel et méthode

L'étude du régime alimentaire du cerf rusa en milieu naturel a été réalisée par différentes méthodes. Les plus communément employées sont (Tixier and Duncan, 1996) :

- l'analyse des contenus stomacaux et analyse fécale (non recensées comme utilisées sur le cerf rusa)
- l'observation visuelle
- les relevés d'abroutissement des végétaux

Cependant, d'autres informations ont été obtenues à partir de procédés moins orthodoxes tels que des observations en conditions expérimentales par exemple.

Une revue bibliographique la plus exhaustive possible a donc été réalisée, tout en sachant que certaines références ont pu échapper à notre vigilance. Quatorze références bibliographiques ont finalement été retenues, celles-ci portant spécifiquement sur :

- une espèce : le cerf rusa
- une zone géographique : la Nouvelle-Calédonie
- un type de milieu : le milieu naturel (cependant, on s'est aussi intéressé à certains travaux en élevage, faisant part d'observations parallèles en milieu naturel)

Lors de cette revue bibliographique, il a été nécessaire de mettre au point une échelle d'appétence des végétaux par le cerf rusa.
Ainsi, toute information a été recodée comme suit :

xxx	plante très consommée
xx	plante consommée
x	plante peu consommée
o	plante refusée

Selon cette échelle, toutes les observations référencées ont été retranscrites afin d'obtenir un ensemble cohérent.

Pour la création de cette échelle, nous nous sommes basés sur deux articles présentant déjà leur propre système d'évaluation :

- Les travaux de P. Chardonnet (Chardonnet, 1988) :
  - +++ plante très appréciée (premier choix)
  - ++ plante consommée régulièrement (deuxième choix)
  - + plantes consommées si les plantes de 1er et 2ème choix sont absentes
  - / appétence non précisée
- Les travaux de S. Lebel (Lebel, 1991) :
  - +++ consommation forte (plante matraquée)
  - ++ large proportion de feuilles consommées
  - + faible consommation, quelques feuilles
  - 0 consommation nulle

Des informations complémentaires ont été recensées pour chaque végétal, à savoir :

- La nature du végétal : l'identification relativement grossière entre espèces ligneuses (L) et espèces herbacées (H) a été faite dans le but de contribuer à la détermination du type d'herbivores auquel le cerf rusa appartient (paisseur, brouteur, ou paisseur mixte).
- L'origine du végétal : ¬espèce native et endémique (endémique)
  ¬espèce native (native)
  ¬espèce introduite et naturalisée (intr./natur.)
  ¬espèce introduite et cultivée (intr./cult.)
  ¬espèce introduite, cultivée et probablement subspontanée (intr./cult.subsp.)

Cette information est intéressante pour déterminer la place des espèces natives dans le régime alimentaire du cerf rusa.

- La partie de la plante consommée : Dans certains cas, l'estimation de l'appétence est variable selon l'organe de la plante. Ainsi, trois espèces (*Setaria sp.*, *Passiflora suberosa*, *Acacia spirorbis*)sont citées deux fois dans la liste selon l'organe considéré. Lorsque l'organe consommé n'est pas spécifié dans la référence consultée, on peut supposer qu'il s'agit de la partie foliaire de la plante.

Au cours de la consultation bibliographique, on a pu constater certaines contradictions selon la référence considérée. Dans ce cas, il a été nécessaire d'établir une certaine hiérarchie dans la « fiabilité » des sources. Ceci a été basé sur la nature du document bibliographique, et sur le contexte de l'observation rapportée (observation comme but de la manipulation ou simplement secondaire). De plus, il est important de souligner que de nombreux facteurs peuvent entraîner des variations dans les observations reportées telles que (Tixier and Duncan, 1996) :

- l'âge de l'animal
- le sexe
- la disponibilité de l'espèce végétale préférée (composition floristique du milieu)
- l'habitat
- la saison, l'altitude, la latitude.

B- Résultats et discussion

A partir de 14 références bibliographiques consultées (Tableau 1), 95 plantes ont été recensées (Tableau 2).

Tableau 1 : Liste des 14 ouvrages référencés comme traitant du régime alimentaire du cerf rusa (*Cervus timorensis russa*) en milieu naturel.

1. Chalaye, S. (1998). *Caractérisation et cartographie de la végétation pour la gestion du cerf rusa (Cervus timorensis russa) à Poya (Nouvelle-Calédonie): Mise en place d'un système d'information géographique.* Poya, CIRAD-EMVT.

2. CIRAD-élevage. (1991). *Elevage du cerf Rusa.* Port-Laguerre, Nouméa, CIRAD, Filière élevage et agropastoralisme.

3. Corniaux, C. (1996). *Valeur nutritive des arbustes fourragers de Nouvelle-Calédonie.* Nouméa, CIRAD-EMVT.

4. Durand, N. (1993). *Identification d'espèces ligneuses arbustives utilisables par les ruminants dans les parcours extensifs en Nouvelle-Calédonie.* Port-Laguerre, CIRAD-EMVT.

5. Fraser-Stewart, J. W. (1981). *A study of Wild Rusa Deer (Cervus timorensis) in the Tonda Wildlife Management Area.* Port-Moresby, Papua New Guinea, Wildlife Division Department of Lands and Environment, FAO.

6. Grimaud, P. (1991). *Paturages aériens : Valeur alimentaire des arbres fourragers.* Port-Laguerre (Nouvelle-Calédonie), CIRAD-EMVT.

7. Grimaud, P., Desvals, L. & Chardonnet, P. (1994). *Prediction of voluntary intake of tropical forages by rusa deer (Cervus timorensis russa) in New Caledonia.* Edimburg, UK.

8. Lebel, S. (1991). *A propos des pâturage s: Appétabilité des graminées tropicales chez le cerf rusa.* Port-Laguerre (Nouvelle-Calédonie), CIRAD-EMVT.

9. Lebel, S. (1999a). *Impact du cerf rusa sur les formations naturelles et sur les périmètres de reboisement.* Port-Laguerre, CIRAD-EMVT.

10. Lebel, S. (1999b). *Impact et exploitation des populations de cerfs sauvages en milieu forestier.* Port-Laguerre (Nouméa), CIRAD-Province Nord.

11. Lebel, S., Brescia, F., Barré, N. (1999). *Etude de la biologie du cerf rusa (Cervus timorensis russa) en milieu naturel, base d'un plan de gestion des cervidés sauvages. Etude de cas: La propriété Metzdorf sur la côte Ouest de la Nouvelle-Calédonie.* Port-Laguerre, CIRAD-EMVT.

12. Lechartier, S. (1996). *Caractérisation de la végétation et utilisation alimentaire par le cerf rusa (Cervus timorensis russa). Application au domaine de Gouaro Déva en Nouvelle-Calédonie.* Nouméa, Mémoire DESS Université H. Poincaré, Nancy.

13. Schwartz, T. (1998). *L'organisation spatiale du cerf rusa (Cervus timorensis russa) en zone de savane à Poya (Nouvelle-Calédonie).* Port-Laguerre, CIRAD-EMVT.

14. Tourneur, J. C. & 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, CIRAD, MANDAT DE GESTION.

Tableau 2: Liste des 95 plantes recensées à partir des 14 références bibliographiques. Pour chaque plante, on a spécifié le nom latin, l'appétence, la nature ligneuse (L) ou herbacée (H), l'origine et la source bibliographique (voire tableau 1)

plante endémique à la Nouvelle-Calédonie

x? incertitude sur l'appétence du à des observations contradictoires selon les réferences

? nature ou origine du végétal non spécifiée

Nom	Appétence	L/H	Origine	Source
Acacia farnesiana	xxx	L	intr./natur.	6,12,4,1,14
Acacia nilotica	xxx	L	intr./natur.	6,4
Acacia spirorbis	xxx (gousses)	L	native	6,1
Albizzia lebbeck	xxx	L	intr./cult.	6,2
Axonopus affinis (compressus)	xxx	H	intr./natur.	6
Brachiaria decumbens	xxx?	H	intr./cult.	7,2,8
Brachiaria ruziziensis	xxx	H	intr./cult.	8
Calliandra callothyrsus	xxx	L	intr./cult.	2, 3
Cocos nucifera	xxx	L	native	6
Desmodium adscendens	xxx	H	intr./natur.	6
Desmodium triflorum	xxx	H	native?	6
Dichantium aristatum	xxx	H	intr./natur.	11
Hibiscus tiliaceus	xxx	L	native	6,2
Ischaemum aristatum	xxx	H	intr./natur.	6
Joinvillea plicata	xxx	L	native	10,9
Leucaena glauca	xxx	L	intr./natur.	6
Leucaena leucocephala	xxx	L	intr./natur.	6,4,3
Maclura cochinchinensis	xxx	L	native?	10,14
Mangifera indica	xxx	L	intr./cult.	6
Paspalum orbiculare	xxx	H	native	11
Paspalum vaginatum	xxx	H	native	6
Pittosporum tanianum	xxx	L	?	13
Premna serratifolia	xxx	L	native	10,14
Psidium cattleianum	xxx (fruits)	L	intr./cult.	6
Psidium guajava	xxx (fruits)	L	intr./natur.	1
Psydrax odorata	xxx	L	native	10,14
Pterocarpus indicus	xxx	L	intr./cult.	2,4
Samanea saman	xxx (fleurs+fruits)	L	intr./cult.subsp.	6,2,3
Sonchus oleraceus	xxx	H	intr./natur.	6
Spermolepsis gummifera	xxx		?	6
Stenotaphrum dimidiatum	xxx	H	intr./natur.	5,6,10,9,11
Tamarindus indica	xxx	L	intr./natur.	6
Acacia ampliceps	xx?	L	intr./cult.	6,2,4,3
Agathis moreii	xx?	L	endémique	10,9
Aristida novae caledoniae	xx	H	endémique	14
Bothriochloa pertusa	xx?	H	intr./natur.	6,8,12,1,14,11
Casearia deplanchei (F.S)	xx?	L	endémique	10,14
Chrysopogon aciculatus	xx?	H	intr./natur.	12,10,1,9,11
Dactyloctenium aegyptium	xx?	H	native?	1,11
Desmanthus virgatus	xx	H	intr./natur.	6,12,4,10
Dichantium sp.	xx	H	intr./natur.	12,10
Digitaria milanjiana	xx	H	intr./natur.	8

Nom	Appétence	L/H	Origine	Source
Digitaria pentzii	xx	H	intr./cult.subsp.	2
Eragrostis tenella var. tenella	xx	H	native	1,11
Freycinetia sp.	xx	L	?	10,9
Gliricidia sepium	xx?	H	intr./cult.	6,2,4,3
Heteropogon contortus	xx	H	intr./natur.	6,12,1,11
Hymerachne sp.	xx		?	9
Ischaemum barbatum	xx	H	?	9
Lantana camara	xx?	L	intr./natur.	6,12,1,13,14,11
Marsilea mutica	xx		?	14
Mimosa pudica	xx	L	intr./natur.	6,1
Ocimum gratissimum	xx	H	intr./natur.	6
Panicum maximum	xx?	H	intr./natur.	2,8
Paspalum conjugatum	xx	H	native?	10,9
Paspalum plicatulum	xx	H	intr./natur.	10,9
Passiflora suberosa	xx (fruits)	L	intr./natur.	10,14
Phragmites karka	xx	H	native?	9
Rhizophora sp.	xx	L	native	6
Setaria sp.	xx	H	?	10
Solanum torvum	xx	H	intr./natur.	14
Stylosanthes sp.	xx	H	intr./cult.subsp.	1
Acacia spirorbis	x (feuilles)	L	native	6
Agathis corbassonni	x	L	endémique?	10
Casuarina collina	x	L	native	5,6,11
Catharantus roseus	x?		intr./natur.	10,14
Chloris gayana	x	H	intr./cult.subsp.	7,8
Cloezia artensis	x	L	endémique	14
Cryptostegia grandiflora	x		intr./natur.	6
Digitaria microbachne	x	H	intr.?	8
Echinochloa sp. (colona?)	x?	H	native?	9
Imperata cylindrica	x	H	native	6
Mimosa invisa	x	L	intr./natur.	6
Paspalum dilatatum	x	H	intr./natur.	8,10,9
Pseudoraphis spinescens	x		?	9
Setaria sp.	x?	H	intr./cult.subsp.	8,10
Solanum seaforthianum	x	H	intr./natur.	14
Sporobolus sp.	x	H	native?	11
Stachitarpheta indica	x	H	intr./natur.	6
Stachitarpheta sp.	x	H	intr./natur.	12
Themeda triandra	x	H	native	6,12
Wikstroemia indica	x	L	native	6,1,14,11
Brachiaria humidicola	o	H	intr./cult.	8
Cenchrus ciliaris	o	H	intr./cult.subsp.	8
Croton insularis (F.S)	o	L	native	14
Fontainea pancheri (F.S)	o	L	native	14
Homalium deplanchei	o	L	endémique	13
Imperata sp.	o	H	native?	10
Indigofera linifolia	o	L	?	11
Jatropha gossypiifolia	o	L	intr./natur.	11
Melaleuca quiquenervia	o	L	native	1
Passiflora suberosa	o (ens. plante)	L	intr./natur.	10,14
Psidium guajava (2)	o (plante)	L	intr./natur.	12,1,9,13,11
Stachitarpheta urticaefolia	o	H	intr./natur.	10,11
Tridax procumbens	o	H	intr./natur.	1
Vitex rotundifolia	o	L	native	10,14
Vitex trifoliata	o	L	intr./natur.	10,1,9,14,11

Au niveau de l'appétence, 32 espèces ont été référencées comme très consommées, 31 comme consommées, 20 comme peu consommée et 15 comme refusées. Ceci comptabilise 98 références car 3 des espèces sont citées 2 fois. On remarque, de plus, que parmi les végétaux très consommés, 4 le sont au niveau des fruits.

En ce qui concerne les caractères complémentaires, 48 herbacées et 43 ligneux sont répertoriés. Les origines des plantes peuvent être reclassées en trois grandes catégories : introduites (48 espèces), natives (14 espèces), et endémiques (4 espèces).

D'un intérêt plus marqué pour cette étude, on remarque parmi les 32 espèces très consommées : 11 espèces herbacées vs 20 ligneuses et 8 espèces natives de Nouvelle-Calédonie (pas d'espèces endémiques).

De même, sur les espèces refusées, on remarque seulement 4 espèces herbacées et 3 espèces natives.

D'après les résultats obtenus, on peut déjà supposer que **le cerf rusa n'est ni un paisseur, ni un brouteur strict**. En effet, on trouve dans son régime alimentaire des herbacées comme des ligneuses en proportion variable. Une prise en compte réelle qualitative des proportions obtenues semble difficile, les observations étant faites dans des conditions très différentes d'une référence à l'autre.

L'impact du cerf sur la flore autochtone est difficilement mesurable ici, pour les mêmes raisons que citées précédemment. Cependant, au niveau qualitatif, on peut souligner que parmi les espèces les plus consommées seulement 30 % environ sont natives, dont 4 endémiques. Le régime alimentaire du cerf semble selon toute vraisemblance se composer en majorité de plantes introduites. Il est important de souligner que lors de ces observations, l'identification des plantes natives et d'autant plus endémiques a dû être sous-estimée pour des raisons pratiques évidentes (en effet, le plus souvent, le but des observations n'était pas un recensement exhaustif des plantes consommées, donc les plantes non connues étaient souvent ignorées). Les conclusions apportées ici sont donc à relativiser et surtout à compléter.

La classification de ces 95 plantes selon leur degré d'appétence nous a permis de discerner 3 grands groupes de plantes :

- plantes très consommées
- plantes consommées de manière variable
- plantes refusées

Aucune plante endémique de cette liste n'a pu être recensée comme étant fortement consommée. Donc au regard de ces résultats préliminaires, le cerf rusa ne semble pas avoir un impact dangereux sur la flore endémique néo-calédonienne

C'est à partir d'une telle liste préliminaire que l'on peut commencer à rechercher d'éventuelles plantes indicatrices de surcharge, en vue de l'identification d'un cortège restreint. Cependant, une confirmation est essentielle par des travaux complémentaires afin de quantifier de manière plus précise le niveau d'appétence de certains végétaux. Par exemple, il serait intéressant de connaître l'impact réel de la consommation des gousses d'*Acacia spirorbis*, plante native, sur le déroulement du cycle du végétal.

L'appétence variable pour les différentes espèces végétales montre que le cerf fait preuve d'un système de prélèvement sélectif au niveau végétal, il serait aussi intéressant d'identifier les facteurs de choix conduisant à une telle échelle d'appétabilité.

Ainsi, une deuxième étude a été conduite pour connaître le régime alimentaire du cerf rusa en Nouvelle-Calédonie. Celle-ci est basée sur une source différente : l'interrogation de professionnels de la faune sur le territoire.

II- Interrogation de professionnels à l'aide de questionnaires

La revue bibliographique précédemment réalisée nous a permis tout d'abord de nous familiariser avec la flore de Nouvelle-Calédonie. De plus, on a pu aboutir à l'élaboration d'une liste de plantes réparties en trois groupes relatifs à leur appétence pour le cerf rusa. Ainsi, d'une part, on commence à déterminer quel peut être le régime alimentaire de ce cerf en Nouvelle-Calédonie. D'autre part, on peut dès à présent voir se détacher certaines plantes ayant les caractéristiques éventuelles de plantes indicatrices de surcharge.

Cependant, le nombre restreint de références sur ce thème, et le contexte scientifique dans lequel les observations ont été réalisées réduit l'exhaustivité de cet inventaire.
Sur le territoire, une certaine partie de la population, professionnellement ou par ses loisirs, entretient des relations privilégiées avec le milieu naturel, et en particulier les cervidés. De plus, il faut savoir que de nombreuses connaissances se transmettent encore de bouche à oreille au fil des générations. Pour cela, l'interrogation de ces personnes semble appropriée.

A- Matériel et méthodes

La mise en place d'un système de collecte d'informations par l'administration de questionnaires est basée sur plusieurs étapes importantes. En premier lieu, nous avons définis nos objectifs : identifier les 5 plantes les plus consommées, consommées en temps de pénurie, et jamais consommées par le cerf ; ensuite nous avons élaboré le questionnaire et sélectionné les plus à même de répondre à nos questions (chasseurs et éleveurs dans un premier temps).
La rencontre de ces personnes, éventuellement impliquées dans la gestion des populations de cervidés, nous a permis en plus de collecter des informations complémentaires au cours de l'entretien.

1- Choix des personnes interrogées

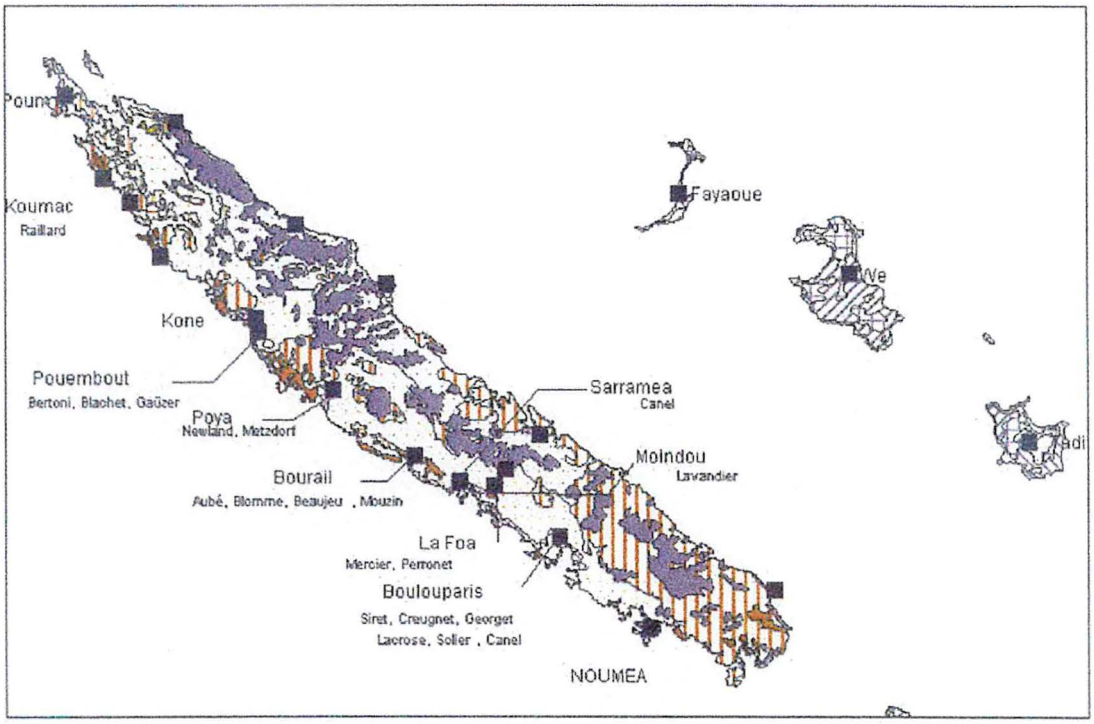
Comme dans tout sondage, l'interrogation de l'ensemble de la population n'est pas possible. Il faut donc réaliser un échantillonnage et n'interroger qu'une partie de la population. Dans le cas présent, la sélection ne s'est pas faite de manière aléatoire. En effet, le thème étudié demande certaines compétences aux personnes interrogées :

- Une certaine connaissance du milieu naturel en Nouvelle-Calédonie. En particulier, le fort degré d'endémisme de la flore néo-calédonienne réduit le nombre de personnes aptes à identifier les végétaux.
- Un contact avec la population de cervidés permettant des observations alimentaires.

Basée sur ces critères, la sélection a été réalisée selon la catégorie socioprofessionnelle de la personne interrogée. Ainsi, on a décidé de contacter des chasseurs, des éleveurs de bovins, des éleveurs de cerfs, et des techniciens travaillant dans le milieu naturel (forestiers par exemple), voire annexe 1.

Il est aisé de comprendre que le but de cette sélection est d'être le plus exhaustif possible. Cependant, la durée limitée de ce stage nous a obligés à limiter le nombre de personnes interrogées. Le suivi de ces travaux permettra de considérer d'autres catégories socioprofessionnelles, et d'autres zones géographiques.

Figure 6 : Localisation sur la Grande Terre des personnes interrogées pour les questionnaires



2- Elaboration du questionnaire

La rédaction propre du questionnaire mérite beaucoup d'attention. En effet, les questions posées à l'interlocuteur doivent être claires et précises, dépourvues si possible de toute ambiguïté. Ainsi, on recherche tout d'abord à obtenir un inventaire des plantes consommées en temps normal, en temps de pénurie ou non consommées par le cerf. Afin de relativiser les différentes observations, il nous a été nécessaire de les replacer dans leur contexte. Celui-ci est défini par la personne interrogée (conditions d'observation) et par la zone d'observation (localisation géographique conditionnant la composition floristique du milieu, caractéristiques de la population de cervidés dans la zone).

Ceci nous amène à élaborer un questionnaire composé de 4 parties (annexe 2) :

- **Identification de la personne interrogée**

Dans cette partie, on s'intéresse à l'état civil de la personne. En effet, ceci a un intérêt pratique évident. On peut ainsi recontacter la personne en cas d'ambiguïté dans les réponses fournies, ou d'un manque éventuel de précision. De plus, le fait de demander l'état civil souligne le caractère nominatif du questionnaire, permettant ainsi une meilleure implication de l'interlocuteur.

La catégorie socioprofessionnelle est aussi demandée. En effet, le cadre dans lequel les observations sont faites et la valeur économique accordée au cerf (divergence entre chasseur et éleveur de cerfs par exemple) peuvent influencer le point de vue de l'observateur.

- **Localisation de la zone d'observation**

On a pris garde à bien restreindre les observations à une zone délimitée. En effet, les réponses sont variables selon les zones recensées. Il est donc nécessaire de discerner les principaux caractères géographiques de la zone où les observations ont été faites. En particulier, une identification du type de végétation dominante peut être essentielle. De manière plus précise, ces informations pourraient contribuer à répondre à certaines interrogations telles que la relation entre le régime alimentaire du cerf et la disponibilité en végétaux du milieu.

- **Informations relatives à la situation du cerf dans la zone considérée**

L'abroutissement et, plus généralement, le comportement alimentaire du cerf rusa peuvent être influencés par la densité de la population de cervidés dans la zone d'observation. Il est donc important de connaître la situation de cette population. Pour cela, on note la fréquence d'observation des cerfs, mais aussi la pression de chasse et le braconnage éventuel afin d'avoir des indices sur la densité en cerfs de la zone considérée (certaines questions complémentaires permettent parfois d'identifier des tendances évolutives de la population).

- **L'observation alimentaire**

Cette partie représente le point essentiel du questionnaire. Il est demandé à l'interlocuteur de citer 5 plantes dans 3 catégories différentes :

- ¬ Plantes les plus consommées en temps normal
- ¬ Plantes consommées en temps de pénurie
- ¬ Plantes non consommées

On obtient ainsi un inventaire des plantes caractéristiques pour la population locale de Nouvelle-Calédonie, et leur contribution éventuelle dans le régime alimentaire du cerf rusa. Certaines précisions sont demandées afin d'affiner les réponses telle que la nature de l'organe consommé.

Une attention particulière est accordée à la présence des bovins comme herbivores compétiteurs. On s'informe donc sur la présence éventuelle de bovins dans la zone, et autant

que possible sur l'appétence des même plantes pour ces bovins. On essaie ainsi, de comparer les régimes alimentaires des 2 animaux.

Le mode d'administration du questionnaire est aussi très important. On a pu s'apercevoir rapidement que pour obtenir des réponses fiables et toute l'attention de la personne contactée, il était préférable de questionner la personne en entretien. La rencontre directe avec la personne permet non seulement d'entrer en contact avec les personnes pleinement concernées par la gestion du cerf. Mais, ceci permet aussi de collecter d'autres informations complémentaires intéressantes (l'historique de l'évolution de la population de cervidés sur une propriété par exemple).

B- Résultats

22 questionnaires ont été remplis, suite à l'interrogation de 20 personnes (2 interlocuteurs ont rempli 2 questionnaires pour deux sites différents). Parmi celles-ci, on a pu recenser 10 chasseurs, 9 éleveurs (dont 6 éleveurs de cerfs) et 1 technicien forestier. Les observations reportées ont été majoritairement faites en zone de savane sur la côte ouest (figure 6).
Les zones sont en général riches en cerfs, 19 des 22 questionnaires témoignant de la présence de cerfs à chaque sortie de l'interlocuteur. Cependant, il a été difficile de définir une pression de chasse et encore moins de la quantifier. Par contre, il est intéressant de noter que le braconnage est sujet à de nombreuses incertitudes bien que seuls quelques éleveurs reconnaissent qu'il existe (aucun chasseur n'ayant répondu positivement à cette question).

Au niveau du régime alimentaire des cervidés, plusieurs points ont pu être soulignés à travers les résultats obtenus :

- Un premier résultat intéressant a été obtenu en étudiant la proportion relative en graminée, herbacée et ligneux dans les espèces citées dans chacune des 3 catégories. Ainsi, selon les questionnaires, environ 50 % des espèces consommées en temps normal sont des graminées. Alors que 70 % des espèces consommées en temps de pénurie et 80 % des espèces non consommées sont des ligneux.
- A partir de l'ensemble des questionnaires, on a pu identifier un certain nombre de plantes citées plus de 5 fois , celles-ci sont répertoriées dans le tableau 3.

Tableau 3 : Inventaire des espèces végétales citées lors des questionnaires (plantes citées plus de 5 fois)

	Espèce	Nombre de fois citée
Consommation en temps normal	*Bothriochloa pertusa*	14
	Acacia farnesiana	12
	Leucaena leucocephala	9
	Brachiaria sp.	8
	Stenotaphrum dimidiatum	8
	Heteropogon contortus	7
	Panicum maximum	7
	Cynodon dactylon	6
	Psidium guajava (fruits)	5
Consommation en temps de pénurie	*Casuarina collina*	6
	Psidium guajava (feuille)	6
Non consommation	*Melaleuca quinquenervia*	15
	Vitex trifoliata	15
	Lantana camara	5
	Psidium guajava (feuille)	5
	Wikstroemia indica	5

- En ce qui concerne le régime alimentaire des bovins, la convergence avec le régime alimentaire des cervidés est relative suivant la catégorie de végétaux considérée :
Il faut tout d'abord souligner que souvent la personne ne savait pas si l'espèce végétale était consommée aussi par les bovins, on a donc un grand pourcentage d'incertitude. Cependant, on a pu observer certaines tendances :

- 70 % des plantes refusées par le cerf le sont aussi par les bovins.
- 50 % des plantes consommées en temps normal le sont aussi par les bovins.
- Seulement 10 % des plantes refusées par le cerf sont consommées par les bovins.

C- Discussion

Avant de passer à l'exploitation des résultats obtenus, on peut d'ores et déjà souligner le nombre restreint de personnes interrogées. En effet, avec seulement 22 questionnaires de rempli, on peut difficilement aspirer à un point de vue global de la situation. De plus, parmi les interlocuteurs, il n'a pas été possible d'échantillonner de manière homogène toutes les catégories socioprofessionnelles. Ainsi, certains groupes sont peu ou pas représentés (techniciens, chasseurs mélanésiens de la chaîne centrale). Or, leurs réponses pourraient être complémentaires de celles déjà obtenues. Enfin, la carte de Nouvelle-Calédonie localisant les différentes personnes interrogées illustre bien le fait que seule la côte Ouest a été recensée.
Par conséquent, il est nécessaire de ne considérer les résultats obtenus actuellement que comme des résultats préliminaires, non représentatifs de l'ensemble de la population concernée par la gestion des cerfs. D'autre part, ces résultats ne peuvent être associés qu'aux

savanes de la côte ouest (figure 6), et en aucun cas à l'ensemble du territoire. La poursuite de cette enquête, avec l'administration de nouveaux questionnaires devrait permettre de compléter ces premières observations.

Une première observation peut être faite au niveau des proportions herbacée/ligneux dans le régime alimentaire du cerf rusa. En effet, en temps normal, on constate que 80 % des plantes refusées sont des plantes ligneuses, et que 50 % des plantes mentionnées dans le régime alimentaire sont des graminées. De plus, 6 des plantes les plus citées comme consommées appartiennent à la catégorie graminée/cypéracée. Parallèlement, parmi les plantes non consommées, les 5 plantes citées plus de 5 fois sont ligneuses (arbustives ou arborées).
Cependant, en temps normal, on voit apparaître des espèces ligneuses (36 %) dans le régime alimentaire du cerf rusa, celui-ci ne peut donc pas être qualifié de paisseur strict. De plus en temps de pénurie, il semble que le cerf augmente la part de ligneux consommés (70 %) afin de compléter sa ration alimentaire.
Tout ceci pourrait nous amener à considérer le cerf comme un paisseur.

L'étude du tableau des plantes citées plus de 5 fois apporte quelques précisions sur le régime alimentaire du cerf. En effet, une des particularités observée est l'apparition du « Goyavier », *Psidium guajava*, dans les trois catégories (consommé en temps normal, en temps de pénurie, et non consommé). En fait, seuls les fruits du goyavier semblent être fortement appétés par le cerf. En d'autres cas, cette espèce n'est pas consommée sauf en temps de pénurie où il y a consommation des jeunes feuilles. Par conséquent, cet arbuste semble présenté les critères d'une plante indicatrice de surcharge, en zone de savane de la côte ouest.
Au niveau des plantes non consommées, on retrouve des plantes reconnues comme des pestes végétales : le « vitex » (*Vitex trifoliata*), le « lantana » (*Lantana camara*) et le « sainbois » (*Wickstroemia indica*). Refusées par les cheptels domestiques, elles semblent l'être aussi par les cervidés.

Lorsque l'on compare le régime alimentaire des bovins et des cervidés, on constate qu'ils sont relativement proches. Cependant, les cervidés semblent avoir un spectre plus grand dans la diversité des plantes consommées : **30% des plantes consommées par les cerfs sont refusées par les bovins**. De plus, le régime alimentaire des bovins est basé sur une contribution des espèces ligneuses beaucoup plus restreinte.

III- Bilan de la troisième partie

A partir de la revue bibliographique et des questionnaires administrés aux professionnels, il est possible de faire un premier bilan des connaissances sur le régime alimentaire du cerf rusa en Nouvelle-Calédonie.
Cependant, on peut rappeler que dans les deux cas, les sources d'informations étaient relativement réduites (peu de références bibliographiques, peu de personnes interrogées). Il est essentiel de suivre l'évolution des résultats obtenus par questionnaires suite à l'interrogation de nouveaux interlocuteurs.

Un des premiers aspects du régime alimentaire du cerf rusa est le type d'herbivorie auquel il peut être associé. En effet, selon la part d'espèces ligneuses dans la ration alimentaire de l'animal, celui-ci peut être rattaché à différents groupes d'herbivores. Hofmann a définit selon ce critère trois grands groupes (Hofmann, 1989) :

- « grazers », ou paisseur, consommateur d'espèces herbacées (par exemple les bovins et ovins)
- « browsers, concentrate selectors », ou broûteur, consommateur d'espèces ligneuses (par exemple le chevreuil)
- Consommateurs mixtes (par exemple les caprins)

Selon cette définition, on constate que les cervidés en général sont classés comme consommateurs mixtes, cependant, il existe de nombreuses exceptions. L'étude bibliographique et les résultats des questionnaires ont permis d'arriver à la même conclusion. Il semble donc approprié de considérer le cerf rusa en Nouvelle-Calédonie comme un **consommateur mixte**. Quelques précisions peuvent être apportées tout en gardant une certaine réserve. Ainsi, quel que soit la source d'information considérée, on a pu constater dans les deux cas une consommation plus importante des espèces herbacées (en particulier graminées) en temps normal. Ceci semble cohérent avec des observations faites sur le cerf (*Cervus elaphus*) qui se cantonne à des choix alimentaires basés sur des espèces végétales donnant une production de masse (Goffin and Crombrugghe, 1976). De même, Dulphy souligne que les cerfs consomment en plus grande quantité des fourrages de mauvaise qualité (Dulphy et al., 1995) Par contre, par temps de pénurie, on observe l'apparition d'espèces ligneuses majoritaires (comme le « goyavier », *Psidium guajava*). Celles-ci se retrouvent souvent dans les espèces à appétence moyenne (Bois de fer, *Casuarina collina*, Basilic, *Ocimum gratissimum*) dans la classification bibliographique.

Si l'on essaie de dresser un bilan des espèces les plus appétées par le cerf, mais aussi les plus citées comme étant consommées, on identifie plusieurs espèces Parmi ceux-ci, on trouve deux espèces ligneuses (cassis, *Acacia farnesiana* et mimosa, *Leucaena leucocephala*), et deux graminées (*Brachiaria sp.* et buffalo, *Stenotaphrum dimidiatum*). Quant aux espèces recensées comme refusées par le cerf, ou non appétées, on retrouve deux espèces ligneuses (niaoulis, *Melaleuca quinquenervia* et vitex, *Vitex trifoliata*).
Les résultats sont donc cohérents entre les deux sources d'information utilisées (bibliographie et questionnaires). En ce qui concerne les espèces consommées en temps de pénurie, *Casuarina collina* et *Psidium guajava*, elles sont toutes deux classées avec une appétence variable au niveau bibliographique. On peut donc dès à présent remarquer ces deux espèces ligneuses comme d'éventuelles plantes indicatrices de surcharge ou de pénurie.
On retrouve donc le régime mixte précédemment identifié. Il serait intéressant de connaître les facteurs de choix orientant le cerf vers ces espèces végétales en particulier. Les préférences alimentaires semblent liées à l'habileté du cerf à neutraliser les composés secondaires et à une bonne efficacité dans la rumination (Semiadi *et al.*, 1995). De plus, on sait que la salive des cerfs a la particularité de contenir des protéines qui complexent les tanins (Dulphy *et al.*, 1995). Des tests ultérieurs (composition en composés secondaires, concentration en tanins) sur les végétaux identifiés pourraient peut-être expliquer cette sélection.

L'un des objectifs de cette revue est aussi d'identifier d'éventuelles espèces endémiques menacées par l'abroutissement par les cervidés. Lorsque l'on consulte la liste des espèces végétales les plus appétées, certaines espèces natives apparaissent comme appétées, les gousses du Gaïac *(Acacia spirorbis)* en particulier. Le Joinvillea (*Joinvillea plicata*) et le Bourao (*Hibiscus tiliaceus*) semblent très appréciée aussi en tant qu'espèces natives. Cependant, les données collectées pour le moment ne permettent pas de se prononcer sur une menace éventuelle de ces espèces. Les informations issues des questionnaires ne sont pas adaptées à ce type de recherche. En effet, l'identification d'espèces végétales natives, ou

endémiques présente des difficultés pour l'interlocuteur non spécialisé dans l'étude de la flore néo-calédonienne.

Enfin, l'enquête par questionnaires nous a permis d'effectuer une première comparaison entre le régime alimentaire des bovins et des cervidés. En zone de forêt, le régime alimentaire des cerfs est basé majoritairement tout au long de l'année, sur l'abroutissement de feuilles alors que celui du bétail est principalement herbacé pendant l'été et l'automne, puis à la fois herbacé et ligneux au cours des deux autres saisons (régime restant dominé par des herbacées tout au long de l'année) (Thill, 1983). Nos propres observations ne sont pas aussi claires. Cependant, on constate que les cervidés consomment une plus grande variété de ligneux que les bovins. Une étude comparative plus poussée permettant de dissocier abroutissement par les cervidés et par les bovins (comparaison entre une zone fréquentée par les deux espèces et une zone uniquement fréquentée par les cerfs) permettrait de définir réellement l'impact de chacun sur la végétation.

Quatrième partie : Inventaire de gagnage sur placettes en milieu naturel et faisabilité d'un indicateur basé sur le taux d'utilisation de la végétation

I- Présentation des deux zones

Comme expliqué précédemment, le travail de terrain a été conduit sur deux zones pilotes caractérisées par des types de végétations différents. Après une présentation de ces deux sites, et une explication des techniques utilisées, les résultats obtenus seront exposés et discutés.

A- Site d'étude de « Forêt Plate »

Le premier site décrit est celui dit de « Forêt Plate » car il est situé à proximité de ce lieu-dit. Sur la Grande Terre, cette zone est située au sein de la chaîne centrale, la localité la plus proche étant Pouembout (figure 7).
L'ensemble d'une topo séquence est couverte sur environ 4,2 km². La délimitation de la zone est relativement aisée car c'est une vallée définie sur 3 versants (nord, sud et est) par une « frontière » naturelle que représente la ligne de crête. Une piste 4X4 et un court tronçon pédestre longent cette ligne de crête. A l'ouest, la vallée s'ouvre vers la mer (figure 8).

Au niveau de la situation géoclimatique, on se trouve donc dans un milieu au relief marqué par un dénivelé important (280 m entre les points géodésiques les plus éloignés). La pluviométrie moyenne est de 64 mm pour le mois d'août sur les dix dernières années (relevés hydrologiques de l'ORSTOM) ce qui est caractéristique de l'entrée en saison sèche (En saison humide, la pluviométrie peut atteindre 396,8 mm en janvier).

Figure 7 : Carte de localisation des deux sites d'étude (carte établie à partir de la carte de la végétation de l'Atlas de l'ORSTOM (ORS 1981)

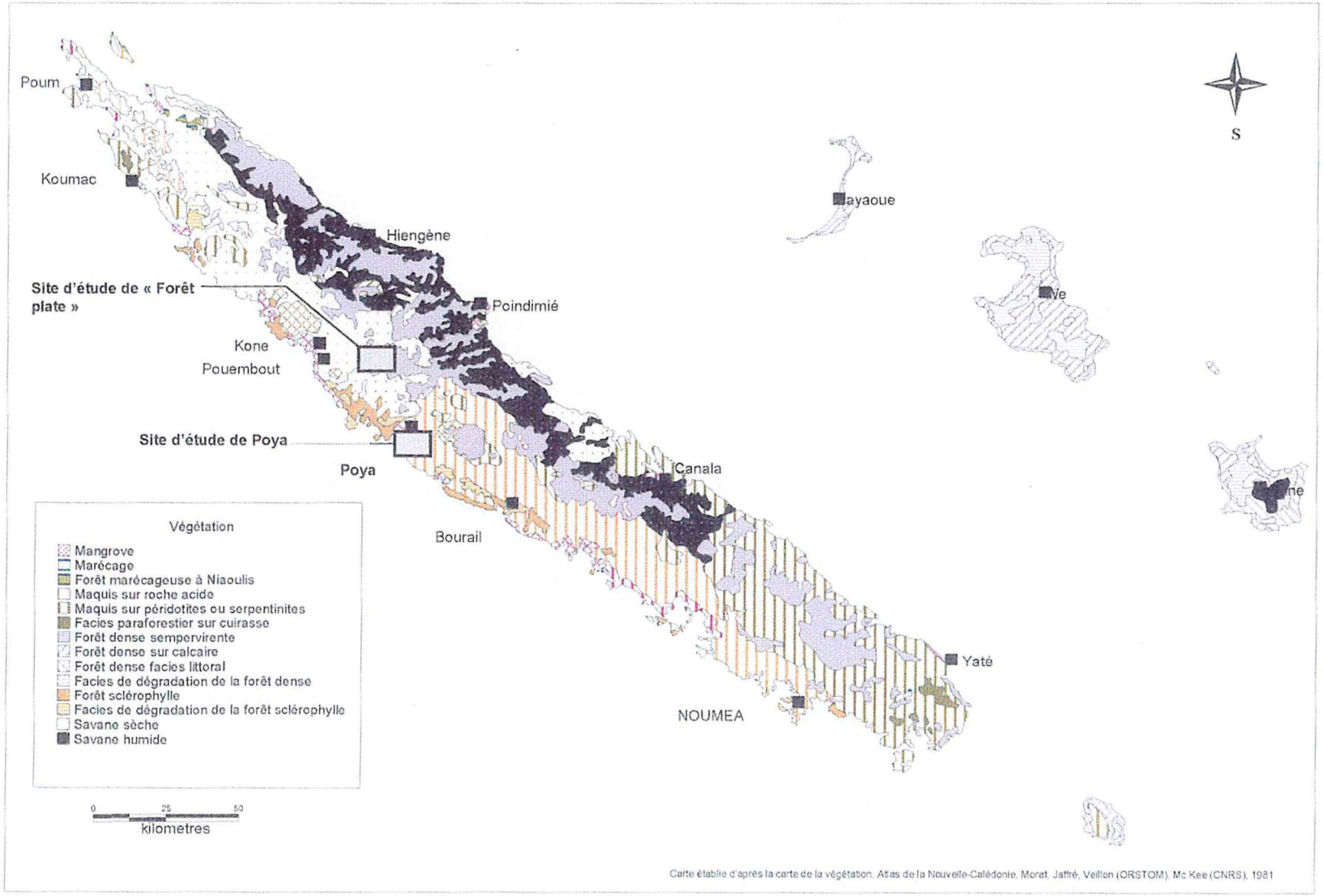


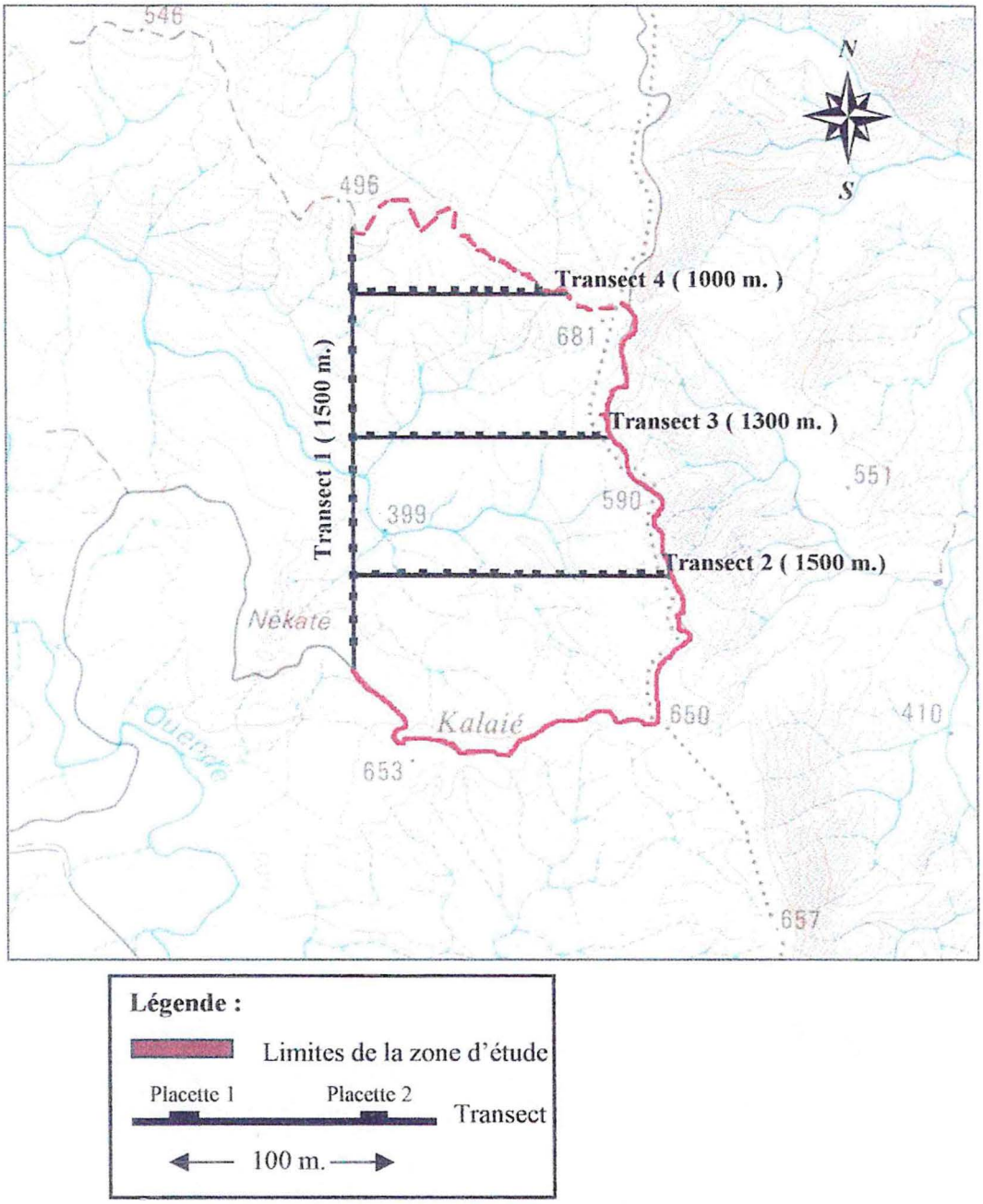
Figure 8 : Paysage de Forêt plate, avec la savane à Niaoulis en premier plan et les zones de forêt en second plan.

Les sols sont de type ferrallitiques. Au niveau de la végétation, on observe un paysage en mosaïque avec alternance de deux types : savane arborée dont l'espèce caractéristique est le Niaoulis (*Melaleuca quinquenervia*), et forêt humide sempervirente (riche en espèces ligneuses endémiques), visible sur la figure 8.

Cette zone est incluse dans un site beaucoup plus vaste régi par les services provinciaux. Or, depuis 1996, la chasse a été interdite dans ce milieu, et plusieurs témoignages confirment un repeuplement par les cervidés de cette zone. On trouve ainsi donc bien réunis les différents critères de sélection de notre zone pour cette étude.

La fréquentation humaine est très réduite, et les études préliminaires sur la population de cerfs dans la chaîne centrale sont peu nombreuses. Ainsi, la nature du régime alimentaire du cerf rusa dans cette zone est à découvrir.

Figure 9 : Localisation de la zone d'étude proche de forêt plate (carte réalisée à partir de la carte topographique IGN de Paéoua au 1 : 50 000).



B Site d'étude de « Poya »

Le second site choisi comme site pilote est localisé sur la côte Ouest, à proximité de Poya (voir figure 7). On a étudié dans ce cas aussi l'ensemble d'une topo séquence d'environ 3.5 km². Les trois versants sud, nord, et est sont délimités par une ligne de crête parcourue par

On retrouve une faible pluviométrie moyenne, de l'ordre de 63,1 mm pour le mois de Septembre sur les dix dernières années (relevés hydrologiques de l'ORSTOM). Cependant, on a pu s'apercevoir par des observations directes que ces moyennes sont peu révélatrices de la situation à Poya. En effet, les dernières années ont été relativement atypiques et de grandes divergences ont pu être notées selon les années (10,5 mm. en 1995, 98.1 mm. en 1996).
La végétation rencontrée est majoritairement de type savane dominée par des ligneux comme le cassis (*Acacia farnesiana*), et les adventices (*Vitex trifoliata, Wikstroemia indica*). On trouve aussi quelques éléments relictuels de forêt sclérophylle (végétation qui nous intéresse tout particulièrement par son caractère endémique), visible sur la figure 10.

Figure 10 : Végétation rencontrée sur le site de « Poya ». Prairie rase en premier plan dominée par le silver (*Bothriochloa pertusa)*, forêt sclérophylle en second plan.

Notre site d'étude est localisé au sein d'une exploitation d'élevage mixte cervidés et bovins. L'existence de travaux précédemment réalisés sur cette propriété (mise en défens de zone de forêt sclérophylle depuis cinq ans) fournit une bonne base de comparaison et d'informations complémentaires à notre étude. De plus, l'existence de zones exclusivement réservées aux cervidés permet de dissocier la pression de pâturage exercée par ces deux herbivores.

II- Matériel et méthode

A- Mise au point de la méthode à partir d'un protocole appliqué en France.

L'inventaire de gagnage sur placette est une technique qui a été plusieurs fois appliquée pour des travaux sur les populations d'ongulés en France. En particulier, B. Guibert (Guibert, 1997) fait appel à cette technique dans sa mise au point d'un nouveau bio-indicateur, l'IPF (Indice de Pression sur la Flore), ayant pour but d'estimer si la capacité d'accueil d'une zone est saturée ou non.
Ainsi, sur un territoire donné, il a estimé la disponibilité en végétation accessible à l'animal et l'utilisation de celle-ci par l'ongulé étudié. Cependant, il faut souligner que cet indice n'a été validé que dans des conditions bien spécifiques :

- Etude d'une unité de population de cervidés, dans le cas présent, l'espèce étudiée était le chevreuil.
- Levée d'un nombre minimal de placettes selon la surface du territoire inventorié.
- Inventaire à réaliser en hiver. En effet, cette saison précède la période de débourrement de la végétation de sous-bois. C'est donc un moment de repos végétatif où la lecture des traces de consommation est plus facile.

Ainsi, cette méthode a été appliquée sur le chevreuil (*Capreolus capreolus*) en milieu tempéré. Il est donc clair que l'on peut s'inspirer du protocole utilisé sans pouvoir exactement s'y cantonner. En effet, on doit adapter cette technique au milieu tropical en Nouvelle-Calédonie, et à une autre espèce d'ongulé, le cerf rusa (*Cervus timorensis russa*).

B- Adaptation aux conditions de milieu : Localisation et choix des placettes

En ce qui concerne la période de terrain, elle a été effectuée sur les deux sites pilotes à la saison sèche : Du 9 au 23 août 2000 sur le site de « Forêt plate »
Du 12 au 29 septembre 2000 sur le site de « Poya »
En effet, c'est la période en milieu tropical où la quantité et la qualité de la végétation disponible sont stables (repos végétatif). On se trouve ainsi dans la situation idéale de la végétation comme facteur limitant pour la population animale. Il est alors possible de mesurer des traces de consommation cumulée, on mesure ainsi la pression maximale supportée par la végétation au cours des saisons difficiles.

Une semaine de prospection préliminaire a été conduite afin d'observer la nature des milieux étudiés (type de végétation, accessibilité, temps nécessaire à un levé de placette, etc.) et d'estimer la faisabilité du protocole établi. Pour cela, on a tiré 5 transects de 25 mètres dans chaque zone et relevé chaque espèce végétale présente sur chaque transect, ainsi que son abroutissement éventuel.
Ceci nous a permis d'avoir un premier aperçu des 2 zones inventoriées.

1- Localisation des placettes sur le site de « Forêt Plate »

On a procédé de manière aléatoire. Cependant, nous n'avons pas effectué un carroyage total de la zone comme décrit dans le protocole de base. En effet, nous avons levé 61 placettes sur la surface de 5,2 km². Celles-ci étaient disposées tous les 100 mètres le long de 4 transects. Les transects ont été tirés à l'aide d'une boussole (indication du cap suivi), et d'un topofil (mesure de la distance parcourue), voir figure 9 :

-1 transect Nord-Sud (T2) : 1,5 km parcouru, 15 placettes
-3 transects Est-Ouest(T1) : 1,5 km parcouru, 15 placettes
(T3) : 1,3 km parcouru, 13 placettes
(T4) : 1,km parcouru, 10 placettes
De plus, 8 placettes ont été levées en bord de route sur une distance de 3 km (1 placette tous les 500m.).

2- Localisation des placettes sur le site de « Poya »

La topo séquence à Poya a été inventoriée selon un carroyage permettant un échantillonnage aléatoire. L'unité du carroyage était un carré de 100 mètres de côté. Une placette a été levée à chaque nœud du carroyage. On a ainsi levé 142 placettes sur l'ensemble de la surface inventoriée soit 3,5 km².
On se trouve dans le cas présent dans les conditions d'application du protocole pour l'IPF comme décrit précédemment. De plus, l'existence d'un tel quadrillage de la zone pourra être utilisée pour des travaux futurs de radio-tracking des cerfs dans cette zone.

C- Etablissement d'une méthode d'estimation de l'abondance/dominance et de l'abroutissement.

A partir de chaque point localisé comme centre d'une placette, on a délimité une placette circulaire de 40 m². Ceci a pu être fait en utilisant une corde de rayon 3.6m dont on fixait une extrémité au centre et on parcourait notre périmètre du cercle en tournant autour du centre (figure 11 et 12).

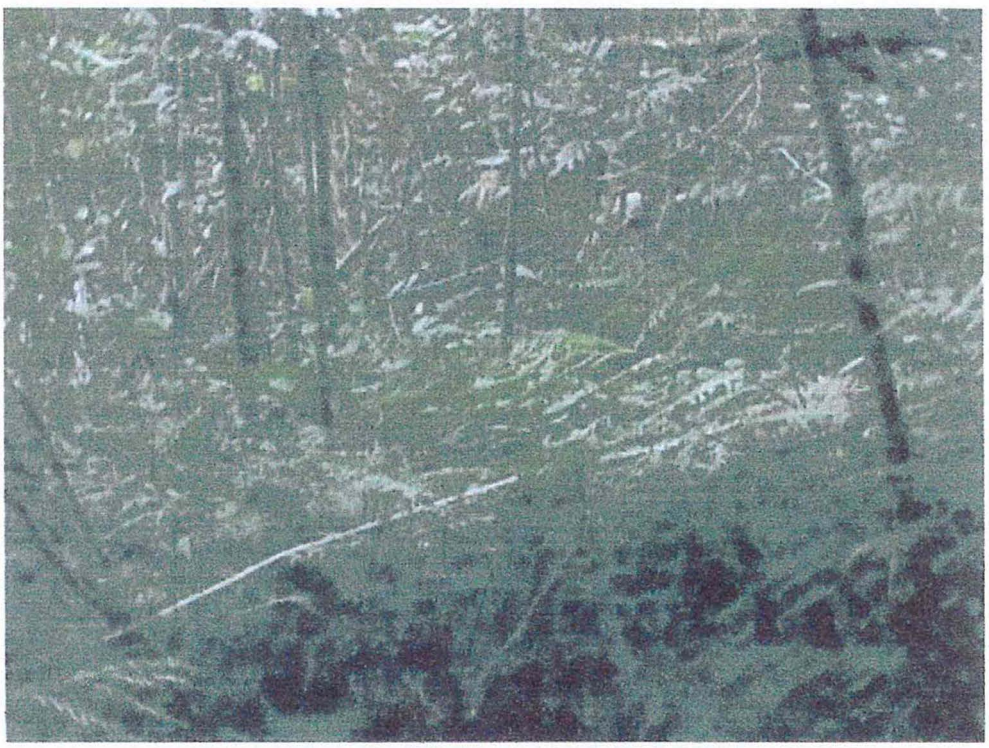


Figure 11 : Levé de placette sur le site de forêt plate en zone de forêt dense à fougères arborescentes.

Figure12 : Levée de placette en forêt sèche, la corde bleue mesure 3,6 m, la corde blanche sert à délimiter la placette.

A l'aide d'une fiche de relevé, sur chaque placette, 2 types d'information ont été recensés. Tout d'abord, un ensemble de renseignements sur le lieu du relevé (le type d'environnement et sol, ainsi que la nature de la végétation) était noté. En plus de cela, si possible, on a essayé d'évaluer la fréquentation de la zone par les ongulés en relevant des indices tels que des crottes, des traces, ou des frottis (figure 13 et 14).

Figure 13 : Type d'indice de fréquentation relevé, crotte de cerf (zone de forêt plate).

Figure 14 : Type d'indice de fréquentation relevé, frottis sur le tronc d'un arbre (en zone de forêt sèche)

Sur chaque placette, on a estimé l'abondance/dominance et l'abroutissement pour chaque espèce végétale présente. Toutes les strates ont été considérées. En effet, on pose l'hypothèse qu'aucun lagomorphe ne peut être considéré comme compétiteur direct du cerf dans la zone étudiée. De plus, si il y a présence de bovin, ceci est connu et pris en compte dans les interprétations des résultats.
L'évaluation de l'abondance/dominance a été réalisée selon une grille d'évaluation mise au point à partir de travaux précédemment réalisés en France (Morellet et Guibert, Gaillard J.M). La grille est la suivante :

Cote d'abondance/dominance

+ : individus isolés
1 : abondant, faible recouvrement
2 : abondant, recouvrement = 5%
3 : recouvrement < 1/3
4 : recouvrement < 2/3
5 : recouvrement > 2/3

La codification correspond donc à une estimation du recouvrement au sol des différentes espèces. Pour les espèces arbustives ou arborées présentant un disponible végétal < 1,80 m, on a procédé à une projection au sol. Pour les espèces n'ayant rien de disponible en dessous de 1,80 m, on a seulement compté le nombre de pieds sur la placette.

En ce qui concerne l'abroutissement, celui-ci a été observé sur la végétation disponible en dessous de 1,80 m En effet, d'après des études réalisées précédemment (Morellet et Guibert, 1999), le cerf ne peut atteindre le couvert végétal à une hauteur supérieure à cette limite. Une grille d'abroutissement différente a été mise en place selon la catégorie du végétal :

Grille d'abroutissement pour les graminées

0 : pas d'abroutissement
1 : quelques prélèvements sur quelques pieds
2 : abroutissement léger sur moins de 50% des pieds
3 : tous les pieds sont moyennement touchés
4 : abroutissement fort, pousse faible, forme affectée
5 : espèce matraquée

Grille pour les autres espèces

0 : pas d'abroutissement
1 : consommation limitée à certaines parties de la plante sur quelques pieds
2 : consommation limitée à certaines parties de la plante sur moins de 50% des pieds
3 : consommation limitée de toutes les parties de la plante sur plus de 50% des pieds
4 : consommation importante de tout le feuillage
5 : espèce matraquée

La qualité de l'estimation de l'abroutissement dépend du nombre de fois où l'on a pu observer un abroutissement de l'espèce végétale considérée sur la placette. Ainsi, l'exactitude de l'estimation est directement proportionnelle à l'abondance de cette espèce sur la placette. De même, on a pu mettre en évidence quelques biais dans cette technique :
Par exemple, la rareté d'une espèce végétale entraîne le risque de ne pas la voir. On a donc une perte d'information pour les espèces rares. On se retrouve dans le même cas si l'espèce est très fortement abroutie. En effet, dans ce cas, elle est difficilement observable, alors

qu'elle participe de manière importante au régime alimentaire du cerf rusa. L'ensemble de ces observations justifie les précautions avec lesquelles nous allons traiter et interpréter les résultats obtenus.

D- Identification des espèces végétales rencontrées

Sur chaque placette recensée, on a identifié un ensemble de végétaux. Dans le cas où l'on n'a pu reconnaître l'espèce végétale sur place, on a prélevé un échantillon le plus complet possible (feuille, fleur, fruit, appareil racinaire, etc..).
Au retour du terrain, nous avons fait appel à des botanistes familiers avec la flore locale, M SUPRIN, M BUTIN et M JAFFRE, pour réaliser une pré-identification de nos échantillons

Dans le cas ou une pré-identification avait été faite, une confirmation était réalisée en comparant l'échantillon prélevé avec l'herbier présent à l'ORSTOM. Cependant on n'a pu identifier de manière formelle tous les échantillons rapportés (le fort endémisme de la flore néo-calédonienne entraîne une grande diversité au sein des espèces rencontrées). On se retrouve alors avec différents cas :
- L'espèce a été pré-identifiée et il y a eu confirmation à laide de l'herbier des noms d'espèces et de genre de la plante (Parfois, seule l'espèce est confirmée)
- Il y a eu une pré-identification, mais l'espèce n'est pas recensée dans l'herbier, on ne peut donc pas procéder à une confirmation. Lorsque cela était possible nous avons demandé l'avis d'un second botaniste.

Ces plantes ont donc été identifiées mais avec des réserves quant à l'exactitude de cette identification
- On n'a pu obtenir une pré-identification, l'espèce a donc été classée comme non identifiée. Ce cas s'est présenté si la plante était inconnue des botanistes, mais aussi si l'échantillon fourni était incomplet. En effet, les plantes fortement abrouties étaient difficilement identifiables. De plus, en saison sèche, il était parfois difficile de trouver des organes tels que les fruits, ou les fleurs de l'espèce considérée.

En ce qui concerne les espèces non identifiées, les échantillons prélevés en saison sèche sont tous conservés. Le même protocole va être suivi pendant plusieurs années à des saisons variables, ainsi, on pourra comparer et compléter les échantillons prélevés au cours de ce stage.
De plus, il existe, au moins pour la zone en forêt sèche, des zones mises en défens. Ceci permet de reconnaître des plantes fortement abrouties en temps normal.

E- Traitement des données

La saisie des données a été réalisée sur ACCESS. Le traitement des données de terrain a été fait sur Excel, à l'aide de tableaux croisés dynamiques. Les logiciels SPSS et StatLab (traitement multivarié AFC, CAH) ont été utilisés pour le traitement statistique.

III- Résultats

A- Site de Forêt plate

1- Récapitulatif des espèces rencontrées et premières observations

CIRAD-Dist
UNITÉ BIBLIOTHÈQUE
Baillarguet

Pour chacune des 61 placettes, on a recensé un ensemble d'espèces végétales, associées à un indice d'abondance et d'abroutissement. Ainsi, un tableau récapitulatif (annexe 3) a été mis en place établissant pour chaque espèce :
- le nombre de fois ou celle-ci a été observée sur l'ensemble des placettes (codage en présence/absence)
- le nombre de fois ou elle a été observée comme abroutie (codage en oui/non)
- l'appartenance de l'espèce à une catégorie végétale prédéfinie (Graminée/cypéracée, autres herbacées, fougère, liane, ligneux).

La lecture de ce tableau permet de faire quelques remarque préliminaires.
Les espèces les plus représentées sur l'ensemble des placettes appartiennent à la catégorie ligneux (*Codiaeum peltatum, Disoxylum sp., Dutaillyea drupacea*). Puis, on rencontre des fougères ou des lianes.
Les espèces considérées comme les plus abrouties (c'est à dire les espèces qui sont systématiquement consommées lorsqu'elles sont présentes plus d'une fois) appartiennent à la catégorie graminée/cypéracée (*Paspalum conjugatum, Eragrostis spartinoides, Axonopus affinis*).

De plus, le bilan des observations et abroutissement sur l'ensemble des catégories montre que la plus forte diversité d'espèces se trouve chez les ligneux (573 espèces). Cependant, on note que dans l'absolu, la catégorie la plus abroutie est celle des graminées/cypéracées (57 espèces abrouties sur 104 observées, plus de 50%).
Nous ne pouvons cependant considérer cela que comme de simples observations, un traitement statistique ne nous ayant pas permis de confirmer une différence significative d'abroutissement entre les différentes catégories.

2- « Typologie » de la végétation

A partir de cette banque de données, il est donc nécessaire de réaliser un traitement plus fin permettant de regrouper l'ensemble de nos espèces végétales en grandes classes. Pour cela, on se base sur plusieurs critères de sélection. On dispose, en particulier, pour chaque espèce d'un indice d'abondance et d'un indice d'abroutissement. On regroupe ces espèces à l'aide d'une AFC sur les espèces codées en présence/absence, sachant que les groupes sont objectivés par un plan factoriel. Ainsi, on aboutit à la caractérisation de différents types de végétation en fonction de l'abondance de l'espèce.
La base de données étant un tableau symétrique par rapport aux espèces et aux relevés, ces informations ont pu être traitées simultanément.

Un seul axe d'étude semble suffisant si l'on s'appuie sur le graphe des valeurs propres de la figure 15

Axe	Valeur	Pourcent	Cumul
1	0.7903	12.37	12.37
2	0.3838	6.01	18.38
3	0.3593	5.62	24.00
4	0.3457	5.41	29.41
5	0.3318	5.19	34.60
6	0.2838	4.44	39.05
7	0.2601	4.07	43.12
8	0.2410	3.77	46.89
9	0.2219	3.47	50.36
10	0.2056	3.22	53.58
11	0.1960	3.07	56.65
12	0.1788	2.80	59.45
13	0.1721	2.69	62.14
14	0.1615	2.53	64.67
15	0.1476	2.31	66.98
16	0.1433	2.24	69.22
17	0.1344	2.10	71.33

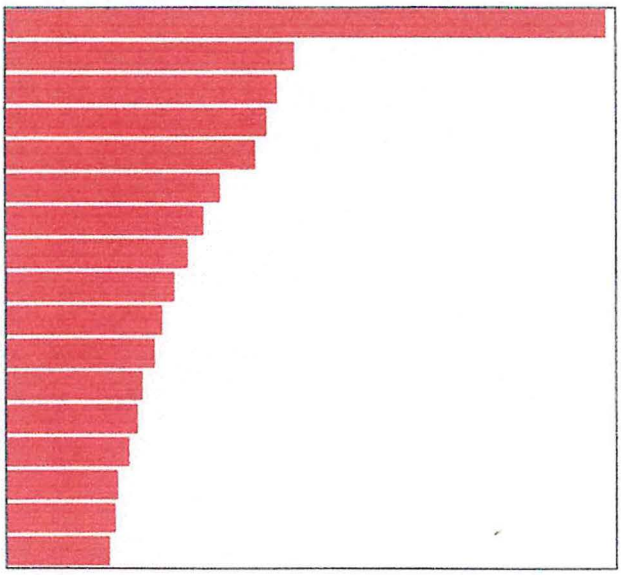


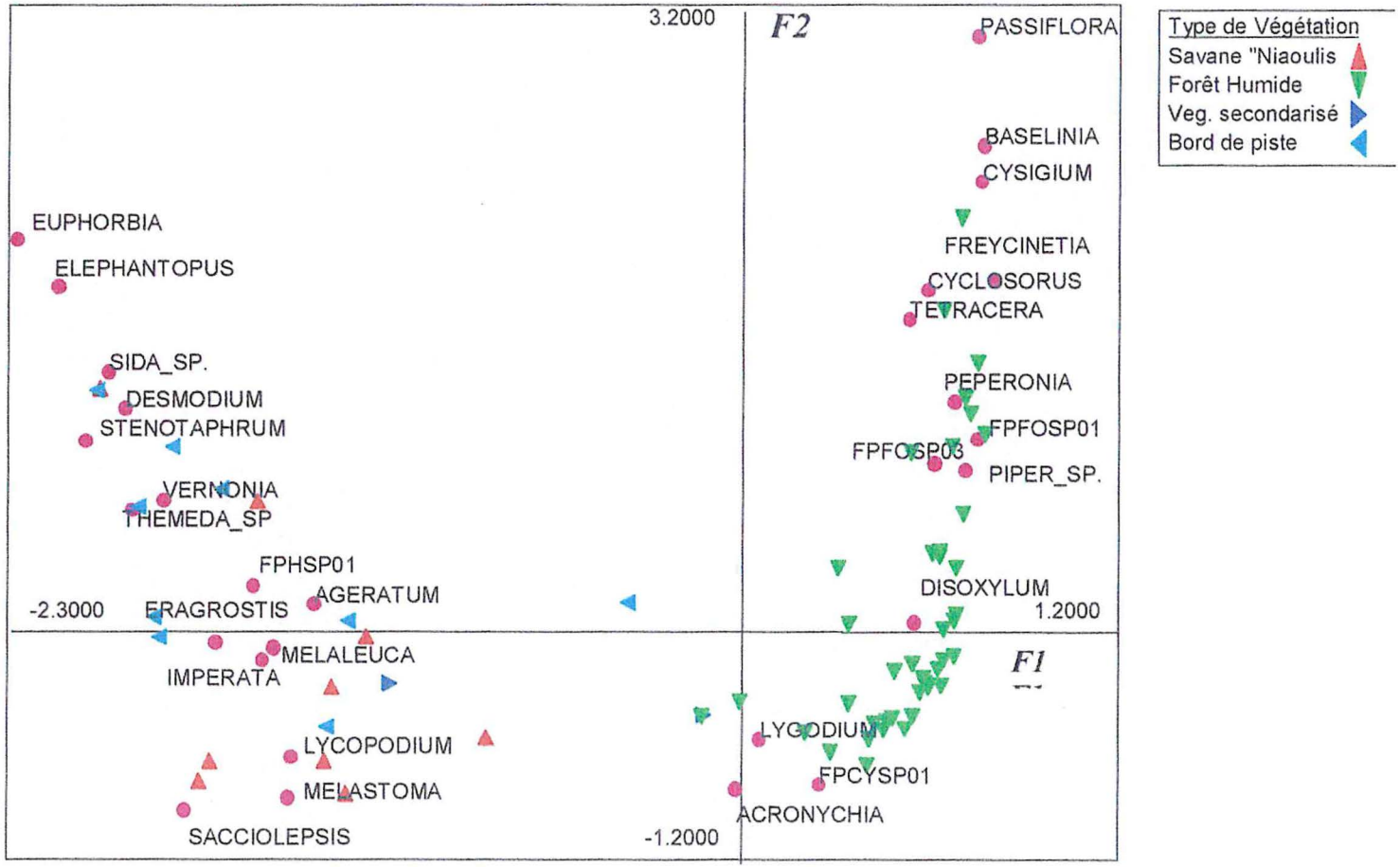
Figure 15 : Graphe des valeurs propres obtenus en AFC

En effet, on constate que l'axe 1 caractérise déjà environ 12 % des données. De plus, le décrochement entre le premier et le second axe est le seul réellement important.
Cependant pour des facilités de représentation, mais aussi afin de voir si un autre axe ne pourrait être exploitable, on se base sur 2 axes. On a essayé d'interpréter l'AFC par association de 2 axes, en conservant toujours l'axe 1. Cependant, quel que soit le second axe choisi, on n'a pu arriver à trouver une interprétation plausible du second axe donc les résultats sont donnés de manière arbitraire pour la combinaison des axes 1 et 2.

On a ainsi obtenu une série de graphes. Tout d'abord, une répartition des 61 relevés selon les axes 1 et 2. Sur cette répartition, on a associé une typologie prédéfini que nous avions établi. En effet, pour chaque relevé, on a caractérisé celui-ci dans une certaine classe de végétation :
-Savane à niaoulis
-Forêt humide
-Végétation secondarisée
-Bord de piste
A partir de ces classes, nous avons obtenu un graphe qui nous a permis de voir si notre propre regroupement était cohérent. La figure 17, nous permet de constater non seulement que la répartition des placettes se fait de manière tout à fait cohérente avec notre typologie (la figure 17 est une synthèse des annexes 4a et4b). Mais, on visualise aussi que l'axe 1 peut être considéré comme un axe séparant les différents types de végétation : végétation de type forêt humide dans les plus positifs, végétation de savane, secondarisée ou de bord de piste vers les négatifs.
Entre les deux, on trouve quelques placettes mal définies, en général situées en zone de lisière.

Après cette première analyse, on peut essayer de caractériser les classes de végétation identifiées à partir des espèces végétales dominantes. Cela est possible par la symétrie de notre tableau de données (comme dit précédemment)

Figure 16 : Répartition des espèces répertoriées sur le site de forêt plate (AFC selon F1 et F2) avec indication du type de végétation prédéfin auquel chaque espèce appartient



On obtient alors le même type de graphe mais avec les espèces végétales (annexe 4b). Celles ci étant trop nombreuses, il a été nécessaire de sélectionner les espèces les plus importantes. On a donc conservé les espèces contribuant le plus à la formation des axes 1 et 2.

La figure 16 synthétise les résultats obtenus sur les graphes. On peut ainsi caractériser nos zones de forêt humide par certaines espèces végétales, majoritairement des ligneux et des lianes (*Freycinetia sp., Disoxylum sp., Piper sp., etc.*). De même, on trouve dans les zones de savane ou secondarisée des espèces phares telles que *Melaleuca quinquenervia, Ageratum conizoides, Euphorbia hirta, Themeda sp., etc.*).

Pour confirmer ce traitement graphique, on a complété l'AFC par une CHA (Classification hiérarchique), basée sur les coordonnées de l'AFC. On a alors obtenu un regroupement des placettes en trois classes que l'on a comparées à nos classes prédéfinies.

Tableau 4 : Regroupement des placettes selon les classe définies par la CHA et selon les classe définies à priori

	Classe 1	Classe 2	Classe 3	N
Savane "Niaoulis	0	1	8	9
Forêt Humide	18	23	0	41
Vegétation secondarisé	0	2	0	2
Bord de piste	0	4	7	11
Nj	18	28	15	61

On peut donc associer la classe 3 aux zones de savane et de bord de piste, la classe 1 aux zones de forêt humide, et la classe 2 à une association entre un certain type de forêt et les zones anthropisées. Il est possible que la classe 2 corresponde aux placettes trouvées vers le milieu de l'axe 1.

A partir de cette classification, on a décidé de caractériser chaque classe afin de rechercher les espèces les plus abondantes et abrouties pour chacun des types de végétation identifiés par la CAH (tableau 6). On constate que la classe 1 est majoritairement constituée de fougères, et les espèces les plus abrouties sont ligneuses ou lianescentes. La classe 3 est dominée par les graminées/cypéracées que ce soit au niveau de l'abondance ou de l'abroutissement. Enfin, la classe 2 est caractérisée par des espèces à la fois de forêt et de zone anthropisée.

Tableau 5 : Liste des abondances et abroutissements en fonction des différentes classes de végétation prédéfinie par la CAH

Végétaux sélectionnés après élimination des SpNI, et des individus comptés une seule fois

		Moyenne	Nbre	Ecart type
Végétaux abroutis pour la classe 1				
Freycinetia sp.	ABR	4,66	3	
FPLiSp09	ABR	3	4	
FPCySp01	ABR	1,75	6	0,85
FPLaSp02	ABR	1,5	15	1,5
Disoxylum sp.	ABR	1	15	0,38
FPFoSp03	ABR	0,8	6	0,37
FPFoSp02	ABR	0,5	4	0,29
FPLiSp01	ABR	0,25	4	0,25
Tapeinosperma sp.	ABR	0,2	6	0,2
10 végétaux les plus abondants pour la classe 1				
FPFoSp03	ABDOM	3,50	6	0,5
FPFoSp06	ABDOM	3,50	2	0,5
FPFoSp02	ABDOM	3,25	4	0,25
Davalia solida	ABDOM	3,05	11	0,42
FPFoSp01	ABDOM	2,70	5	0,66
FPLiSp01	ABDOM	2,50	4	0,29
Codiaeum peltatum	ABDOM	2,31	8	0,45
FPCySp01	ABDOM	2,17	6	0,69
Dicarpellum sp.	ABDOM	2,00	2	1
FPLiSp04	ABDOM	2,00	2	0
Végétaux abroutis pour la classe 2				
Hugonia jenkinsii	ABR	5	2	
FPLiSp09	ABR	4	6	
Imperata cylindrica	ABR	3	3	0
Freycinetia sp.	ABR	2	4	1,53
Rubus rasaefolius	ABR	2	2	
FPCySp01	ABR	1,5	6	0,5
Disoxylum sp.	ABR	1	11	0,58
Lantana camara	ABR	1	4	1
FPFoSp03	ABR	0,5	3	0,5
Lygodium reticulatum	ABR	0,2	11	0,2
Davalia solida	ABR	0,06	18	0,06
10 végétaux les plus abondants pour la classe 2				
Davalia solida	ABDOM	3,03	18	0,29
Imperata cylindrica	ABDOM	2,67	3	0,88
Codiaeum peltatum	ABDOM	2,46	12	0,31
Acronychia laevis	ABDOM	2,33	3	0,33
FPCySp01	ABDOM	2,00	6	0,5
Freycinetia sp.	ABDOM	1,88	4	0,52
FPFoSp03	ABDOM	1,83	3	0,73
Lantana camara	ABDOM	1,63	4	0,8
FPHSp01	ABDOM	1,33	3	0,83
FPLiSp08	ABDOM	1,25	2	0,75

Végétaux abroutis pour la classe 3

Eragrostis spartinoides	ABR	3,5	4	0,5
Themeda sp.	ABR	2,67	7	0,42
Imperata cylindrica	ABR	2,5	8	0,46
Stenotaphrum sp.	ABR	2,4	5	0,24
Sacciolepsis indica	ABR	1,75	5	0,75
FPFoSp04	ABR	1,5	2	1,5
Elephantopus mollis	ABR	1	2	
FPFoSp06	ABR	1	3	
Melaleuca quinquenervia	ABR	0,22	9	0,15
10 végétaux les plus abondants pour la classe 3				
Stenotaphrum sp.	ABDOM	3,20	5	0,37
Melaleuca quinquenervia	ABDOM	3,17	9	0,55
Themeda sp.	ABDOM	2,21	7	0,46
Imperata cylindrica	ABDOM	2,13	8	0,4
Lantana camara	ABDOM	1,50	3	0,76
Lygodium reticulatum	ABDOM	1,50	3	0,76
Ageratum conizoides	ABDOM	1,33	12	0,36
FPFoSp06	ABDOM	1,33	3	0,83
Eragrostis spartinoides	ABDOM	1,00	4	0,35
FPFoSp04	ABDOM	1,00	2	0

3- Vers l'IPF

L'ensemble de ces travaux nous ont permis de mettre en évidence une caractérisation de la végétation sur le site de forêt plate, et l'utilisation différentielle qu'en font les ongulés au niveau de l'abroutissement.

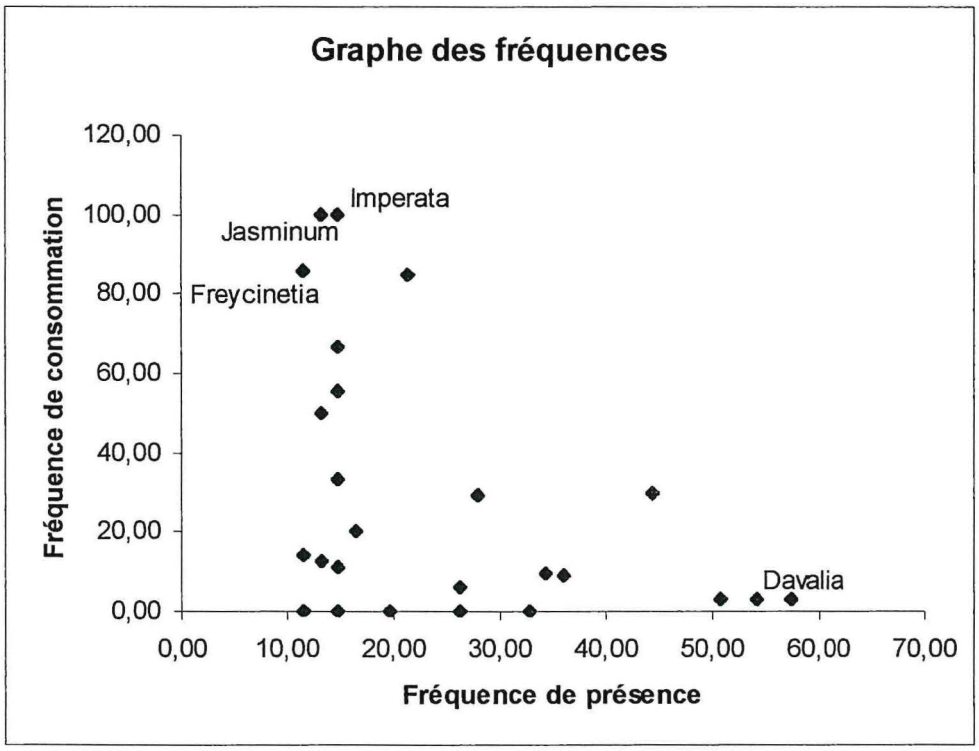
Il est intéressant d'observer ce que nos données fournissent au niveau de la mise au point de l'IPF. La détermination du cortège floristique restreint se fait par calcul des fréquences de présence et d'abroutissement pour chaque espèce rencontrée.

Le cortège est formé des espèces végétales relativement abondantes avec une fréquence de présence supérieure à 10 %. En effet, c'est sur cette base que l'étude de la consommation est faite pour évaluer la pression exercée par les cerfs sur leur habitat.

Les résultats obtenus (figure 17) mettent en évidence un certain nombre de plantes qui pourraient constituer le cortège floristique comme *Disoxylum sp., Davalia solida, Epipremnum pinatum, dutaillyea drupacea.*

Figure 17 : Table et graphe des fréquences en présence et abroutissement sur le site de forêt plate

Nom	FqceAbr1	FqcePres
Freycinetia sp.	85,71	11,48
Lantana camara	14,29	11,48
Lycopodium cernum	0,00	11,48
Maesa novocaledonica	14,29	11,48
Jasminum sp.	100,00	13,11
Melaleuca quinquenervia	50,00	13,11
Melastoma denticulata	12,50	13,11
Acronychia laevis	11,11	14,75
Cyrtococcum oxyphyllum	0,00	14,75
FPFoSp03	55,56	14,75
FPFoSp06	33,33	14,75
FPLiSp09	66,67	14,75
Imperata cylindrica	100,00	14,75
FPHSp01	20,00	16,39
Alaeocarpus angustifolius	0,00	19,67
Chizea dichotoma	0,00	19,67
Hernandia cordigera	0,00	19,67
FPCySp01	84,62	21,31
FPLiSp02	6,25	26,23
FPLiSp07	0,00	26,23
FPLaSp02	29,41	27,87
Codiaeum peltatum	0,00	32,79
Ageratum conizoides	9,52	34,43
Lygodium reticulatum	9,09	36,07
Disoxylum sp.	29,63	44,26
Davalia solida	3,23	50,82
Epipremnum pinatum	3,03	54,10
Dutaillyea drupacea	2,86	57,38



B- Site de « Poya »

1- Récapitulatif des espèces rencontrées et premières observations

Comparativement au travail de terrain sur Forêt plate, on a levée un plus grand nombre de placettes soit 142, et on a recensé 90 espèces végétales. On a ainsi établi de nouveau un tableau récapitulatif décrivant les différentes espèces rencontrées, avec leur indice d'abondance/dominance et d'abroutissement.
Il est important de souligner dès maintenant que la grande différence avec le site de forêt plate n'est pas seulement le type de végétation rencontrée. On se trouve ici sur une propriété d'élevage ou les abroutissements observés sur les végétaux peuvent être du aux cerfs comme aux bovins. Ceci sera pris en compte dans l'interprétation des résultats.

Le tableau obtenu (annexe 6) permet de faire quelques observations préliminaires :
- Les espèces les plus représentées sur la zone de terrain sont ligneuses (*Acacia farnesiana, Sida sp., Wickstroemia indica*) ou herbacées (*Bothriochloa pertusa, Brachiaria sp., Desmodium sp., Euphorbia hirta*). Ces deux catégories de végétaux caractérisent tout particulièrement les zones de prairie, et de fourré à « Cassis ».
- Les espèces les plus abrouties (selon les mêmes critères que précédemment) appartiennent à la catégorie des graminées/cypéracées (*Bothriochloa pertusa, Cyperus gracilis, Heteropogon contortus, Paspalum sp.*) ou des ligneux (*Sida sp., Solanum sp.*, 2 autres espèces de ligneux non identifiées mais individualisées).
- La diversité la plus importante est rencontrée dans la catégorie des herbacées autres que graminée/cypéracées (671 espèces identifiées) et l'on constate toujours un abroutissement dominant de cette dernière catégorie 428 espèces abrouties sur 461 observées).

2- « Typologie » de la végétation

Le traitement utilisé pour l'exploitation de ces données a été le même que celui utilisé sur le site de Forêt plate (traitement par une AFC).

#	Valeur	Pourcent	Cumul
1	0.4194	11.05	11.05
2	0.2228	5.87	16.92
3	0.1618	4.26	21.18
4	0.1476	3.89	25.07
5	0.1384	3.65	28.72
6	0.1330	3.50	32.22
7	0.1186	3.13	35.35
8	0.1135	2.99	38.34
9	0.1109	2.92	41.26
10	0.1067	2.81	44.07
11	0.1036	2.73	46.80
12	0.0966	2.54	49.34
13	0.0928	2.44	51.79
14	0.0903	2.38	54.17
15	0.0843	2.22	56.39
16	0.0838	2.21	58.60
17	0.0829	2.18	60.78
18	0.0774	2.04	62.82
19	0.0741	1.95	64.77
20	0.0716	1.89	66.66
21	0.0652	1.72	68.37
22	0.0641	1.69	70.06
23	0.0617	1.63	71.69
24	0.0586	1.54	73.23
25	0.0567	1.49	74.72
26	0.0519	1.37	76.09
27	0.0510	1.34	77.43
28	0.0494	1.30	78.73
29	0.0477	1.26	79.99
30	0.0467	1.23	81.22
31	0.0434	1.14	82.36
32	0.0413	1.09	83.45

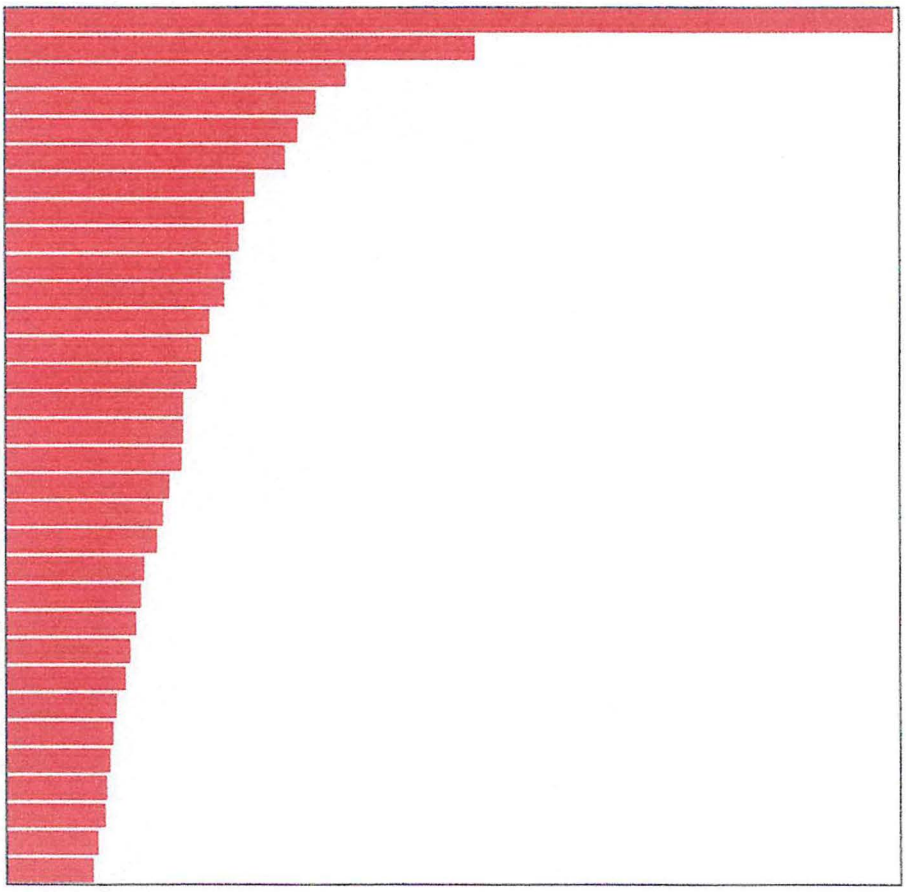


Figure 18 : Graphe des valeurs propres suite à l'AFC sur les espèces codées en présences absences sur le site de Poya.

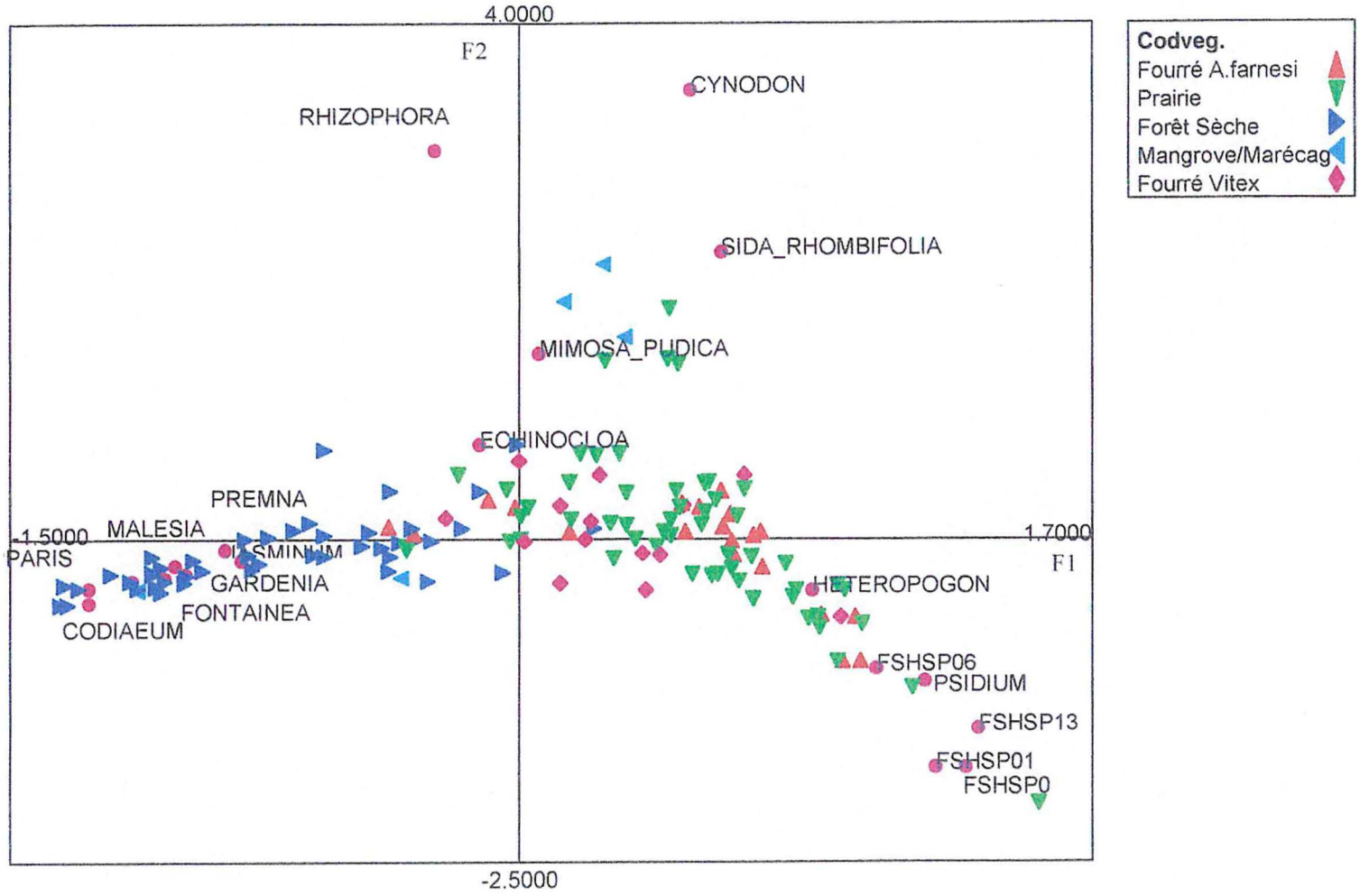
La lecture du graphe des valeurs propres (figure 18) nous montre que le premier axe explique déjà environ 11 % des données, nous l'avons donc sélectionné. On observe ensuite un fort décrochement entre le premier et le second axe, ainsi qu'entre le second et le troisième. On a donc décidé d'exploiter le premier et le second axe qui explique environ 16 % des données (d'autres essais ont été réalisés à partir des autres axes mais ceci n'était pas interprétable).

Sur la figure 19, on peut consulter la répartition des 142 relevés selon les axes F1 et F2. Nous avons fait figurer sur ce graphe notre classification prédéfinie des différents types de végétation rencontrés :

-Fourré à cassis (*Acacia farnesiana*)
-Prairie
-Forêt sèche
-Mangrove et marécage
-Fourré à vitex (*Vitex trifoliata*)

Une interprétation graphique nous permet de constater une cohérence entre la répartition des placettes selon l'axe F1 et les classes de végétations prédéfinies. Ainsi, on observe une divergence entre les zones de forêt sèche (en négatif sur l'axe F1) et les autres types de végétation (positif en particulier les placettes en zones de prairie).

Figure 19 : AFC sur les espèces codées en présence/absence (corrélation avec le type de végétation)



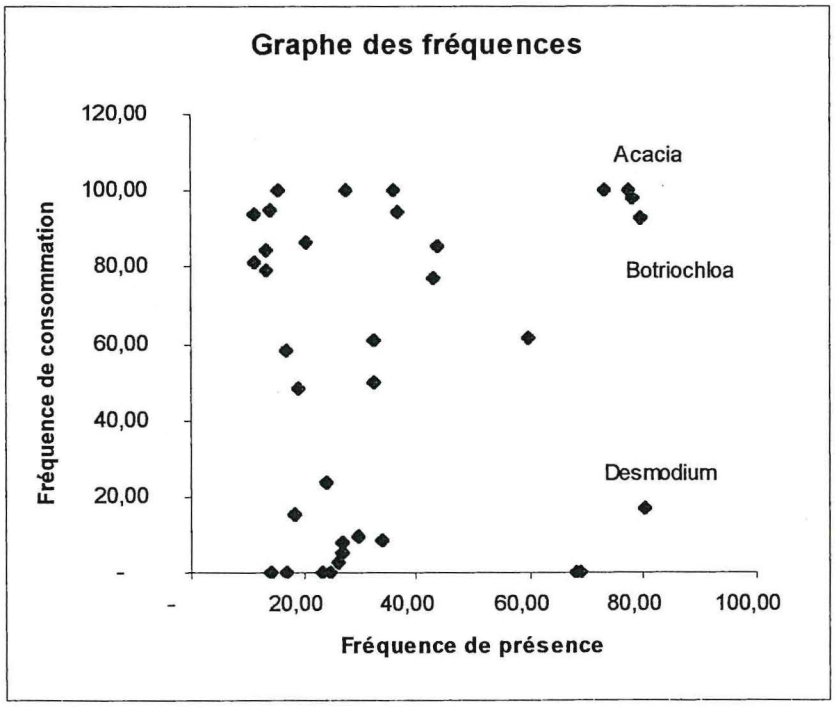
A partir du tableau symétrique, on a associé les noms des différentes espèces rencontrées, avec une sélection pour les espèces contribuant le plus à la formation des 2 axes choisis. La figure 19 constitue la synthèse d'un premier graphe montrant la répartition des placettes selon les axes F1 et F2, et d'un second graphe montrant la répartition des espèces selon ces mêmes axes. On peut ainsi associé à chaque classe de végétation un ensemble d'espèces végétales dominantes.
Ainsi, la classe forêt sèche peut être caractérisée par une majorité d'espèces ligneuses telles que *Codiaeum peltatum, Malesia scandens* (liane), *Gardenia urvillei, Fontainea deplanchei.* Comparativenemt, les autres classes de végétation sont plutôt caractérisées par des herbacées *Heteropogon contortus, Echinocloa colona* ou par des semi-ligneux tels que *Sida rhombifolia*, et *Psidium guajava.*

Une CAH a été réalisée afin de tenter de définir un regroupement en catégorie de végétation. Cependant, nous nous sommes heurtés à une définition de différentes classes totalement incohérentes avec notre propre classification. Il semblerait que les critères de sélection pour le regroupement des différentes placettes soit basé sur d'autres critères que le « type » de végétation. Nous n'avons pu identifier ces critères pour le moment.

3- Vers l'IPF

Nous avons réalisé un graphe des fréquences (figure 20) afin d'avoir une idée sur un éventuel cortège floristique restreint. Il est important de rappeler que la fréquence de consommation concerne les bovins et les cervidés sur cette zone.
On a pu identifier un ensemble de plante pouvant apparemment appartenir à ce cortège floristique comme *Acacia farnesiana, Bothriochloa pertusa, Desmodium sp., Brachiaria sp., Vernonia cinerea.* La majorité de ces espèces sont des herbacées.

Figure 20 : Graphe des fréquences en présence et abroutissement sur le site de Poya



Nom	Nabr	FqceAbr	Npres	FqcePres
FSGrSp01	15	93,75	16	11,27
Mimosa pudica	13	81,25	16	11,27
Achyrantes aspera	15	78,95	19	13,38
Capparis artensis	16	84,21	19	13,38
Cirsium vulgare	0	-	20	14,08
FSCySp01	19	95,00	20	14,08
Paspalum sp.	22	100,00	22	15,49
Dichondra repens	0	-	24	16,90
Echinocloa colona	14	58,33	24	16,90
Vitex trifoliata	0	-	24	16,90
Codiaeum peltatum	4	15,38	26	18,31
Crotalaria pallida	13	48,15	27	19,01
Dactyloctenium aegyptium	25	86,21	29	20,42
Oxalis sp.	0	-	33	23,24
Malesia scandens	8	23,53	34	23,94
Fontainea pancheri	0	-	35	24,65
Euphorbia prostrata	1	2,70	37	26,06
FSHSp03	2	5,26	38	26,76
Gardenia urvillei	3	7,89	38	26,76
Cyperus gracilis	39	100,00	39	27,46
Lantana camara	4	9,52	42	29,58
Alyxia sp.	28	60,87	46	32,39
Premna corembosa	23	50,00	46	32,39
Polymeria pusila	4	8,33	48	33,80
Heteropogon contortus	51	100,00	51	35,92
Desmanthus virgatus	49	94,23	52	36,62
Carissa ovata	47	77,05	61	42,96
Jasminum didymum	53	85,48	62	43,66
Vernonia cinerea	52	61,18	85	59,86
Euphorbia hirta	0	-	97	68,31
Wickstroemia indica	0	-	98	69,01
Sida sp1.	104	100,00	104	73,24
Bothriochloa pertusa	110	100,00	110	77,46
Brachiaria sp.	109	98,20	111	78,17
Acacia farnesiana	105	92,92	113	79,58
Desmodium sp.	19	16,67	114	80,28

IV- Discussion

D'un point de vue global, sur les deux sites, on observe une divergence entre les plantes disponibles (indice d'abondance/dominance) et les plantes consommées (indice d'abroutissement). En effet, sur le site de forêt plate, on a pu répertorier 41 espèces de ligneux sur les 100 inventoriés, cependant on observe un abroutissement dominant sur la catégorie graminée/cypéracée. De même, sur le site de Poya, on a recensé 42 espèces ligneuses sur les 90 et on note un abroutissement dominant sur la même catégorie de végétaux qu'à forêt plate. Il est important de rappeler que les résultats obtenus sont encore en cours de traitement. En effet, les identifications de toutes les espèces végétales échantillonnées n'ont pu être réalisées. Ceci nous amène à plusieurs suggestions. D'une part, il y a intervention d'un processus de sélection dans la composition du régime alimentaire des cervidés. Il semble manifeste au vue de ces premiers résultats que pour connaître la nature de l'alimentation en milieu naturel du cerf rusa, il est nécessaire d'analyser chaque site sous forme d'une mosaïque de végétation. En effet, les cervidés utilisent de manière variable leur ressources fourragères selon le type d'habitat exploité (Morellet and Guibert, 1999). Ainsi, on a procédé à une sorte de « typologie » simplifiée des différents classes de végétation rencontrées.

Le traitement des données fait apparaître sur les deux sites 2 types de végétation dominante. En effet, la première classe de végétation identifiée est la forêt (humide ou sèche). On observe dans les deux cas en AFC un regroupement distinctif des placettes levées en zone de forêt. Dans chaque cas, il est possible de citer des espèces phares abondantes et représentatives de ce type de végétation :
-forêt humide riche en lianes (*Freycinetia sp., Piper sp.*), ligneux (*Disoxylum sp., Dutaillyea drupacea*), et fougères (*Davalia solida, Epipremnum pinatum*).
-forêt sèche dominée par des ligneux (*Gardenia urvillei, Codiaeum peltatum, Fontainea pancheri*).
Ensuite, on retrouve associé au sein d'un vaste groupe les zones plus ouvertes telles que les savanes, plaines ou fourrés. De la même façon que précédemment, il est possible à présent d'associer des espèces phares à ce type de végétation :
- savane à Niaoulis caractérisée par *Melaleuca quinquenervia, Themeda sp., Ageratum conizoides.*
- zones de fourré et prairie à Poya caractérisée par des espèces herbacées *Bothriochloa pertusa, Heteropogon contortus* ainsi que par des ligneux *Acacia farnesiana, Vitex trifoliata, Psidium guajava* et *Wickstroemeia indica.*
Le traitement en CAH sur les données du site de forêt plate nous a permis de distinguer une autre classe de végétation de type intermédiaire avec un regroupement des placettes secondarisées, et de certaines placettes de forêt.
On s'aperçoit à la vue de cette classification que l'on peut caractériser ces classes sous forme d'habitat plus ou moins ouvert. En effet, les cervidés sont reconnus comme préférant certaines zones pour leur alimentation (Morellet et Guibert, 1999). Ainsi, on distingue des zones à couvert fermé (forêt riche en fougères arborescentes classées en classe 3 sur le site de forêt plate) qui peuvent être considérées comme des zones de refuge pour les cerfs ; des zones à couvert semi ouvert comme les espaces anthropisés et les forêt clairiérées (forêt sur le site de forêt plate riche en espèces ligneuses en classe 2) ; et des zones ouvertes de plaine ou savane qui serait plus adéquate pour l'alimentation car riche en espèces herbacées. Une étude des résultats sur l'abroutissement peut nous permettre d'approfondir cela.

Maintenant que l'on connaît la répartition des types de végétation, on peut se pencher sur la nature du régime alimentaire du cerf rusa dans chaque classe de végétation. Quel que soit le site considéré, on peut d'ores et déjà remarquer que les espèces abrouties sont

majoritairement des herbacées, plus spécifiquement des graminées ou cypéracées. On peut donc déjà supposer que l'alimentation du cerf se fait plus en zone ouverte.
De plus, on constate que selon la classe de végétation considérée les espèces abrouties ne sont pas les mêmes. On observe une majorité de graminée abroutie en classe 3 correspondant à la savane, alors que la classe 1 de forêt est dominée par un abroutissement de lianes et ligneux. On confirme l'hypothèse comme quoi le type de végétation entraîne une variation de la consommation des végétaux. En effet, l'espèce *Freycinetia sp.* a un indice d'abroutissement moyen de 4,66 lorsqu'elle est inventoriée en classe 1, et un indice de 2 lorsqu'elle est inventoriée en classe 2.

On peut donc pour résumer souligner l'importance d'une étude de l'abroutissement des végétaux à partir d'une classification de la végétation. En effet, on a pu mettre en évidence une variation des consommations et donc du régime alimentaire en fonction des types de végétation.
On peut remarquer ici l'importance des adventices non consommées (*Vitex trifoliata, Wickstroemia indica, Stachitarpheta urticaefolia*) sur le site de Poya. En effet, ces plantes ne sont absolument pas abrouties. Des études complémentaires sont menées sur l'impact de ces adventices dans la modification de l'habitat des herbivores (perte de végétation disponible).

L'établissement du graphe de fréquence sur chacun des sites a permis d'avoir une idée de la nature du cortège floristique restreint. Ainsi, on a pu identifier certaines espèces sur le site de forêt plate comme *Davalia solida* et *Disoxylum sp.* De même, on a pu identifié des espèces sur le site de Poya *Acacia farnesiana* et *Bothriochloa pertusa* .
Cependant à la vue des conclusions préalables, il semblerait plus adéquat de définir ce cortège pour chaque type de végétation identifié. De plus, certains végétaux présentent des difficultés pour la lecture de l'abroutissement. *Desmodium sp.* par exemple, repérée comme une espèce pouvant faire partie du cortège sur le site de Poya a une morphologie qui ne facilite pas la lecture des traces d'abroutissement.

Enfin, il est important d'émettre quelques réserves au niveau de l'indice d'abroutissement.
En effet, sur le site de Poya, on a mesuré un abroutissement global, sans dissocier l'intervention des bovins et des cervidés. Dans ce cas, l'IPF indique tout de même la pression globale que l'ensemble des animaux présents exerce sur le site sans distinction entre les espèces (Guibert, 1997). Des travaux complémentaires seront effectués sur des zones ou les bovins n'ont pas accès afin de spécifier l'intervention réelle des cervidés.
De plus, la lecture des indices d'abroutissement pose quelques problèmes compte tenu de la période d'inventaire (les végétaux sont souvent desséchés et modifiés en raison des conditions climatiques). Un inventaire à une autre période de l'année viendra donc compléter les données de ce stage.

Cinquième partie : Mesure expérimentale de l'influence des composés secondaires (monoterpènes) sur les préférences alimentaires du cerf rusa (*Cervus timorensis russa)*

I- Contexte de l'expérimentation

La conduite de travaux sur le régime alimentaire des cervidés nous amène à envisager l'étude des préférences alimentaires et du mode de sélection des aliments par ces herbivores. Ainsi, suite à l'étude bibliographique et par questionnaires, on a pu définir une première liste de plantes ayant une appétence variable pour le cerf rusa. Il exerce donc une sélectivité dans l'élaboration de son régime alimentaire.
En particulier, on a pu constater que le cerf rusa refuse des plantes, or certaines sont endémiques de la Nouvelle-Calédonie. L'objet de cette partie est d'identifier les facteurs responsables de ce rejet.

L'une des réponses peut se trouver à l'échelle du végétal lui-même. En effet, il a été démontré que celui-ci développerait des défenses chimiques et physiques (Levin, 1976) contre l'abroutissement par les herbivores.

Or, on trouve, au sein du règne végétal, une grande variété de composés secondaires sécrétés par les plantes. Ceux-ci sont de nature et de concentration variables entraînant une spécificité quasi individuelle de l'association de ces composés chez une espèce végétale donnée. Parmi ceux-ci, les monoterpènes utilisés dans nos travaux sont des inhibiteurs volatils, excrétés par le végétal sous forme d'exsudation glandulaire (Levin, 1976). On les rencontre surtout chez les espèces végétales. Ces composés auraient pour rôle de défendre le végétal contre l'abroutissement par les herbivores. Leur mode d'action est basé majoritairement sur un effet toxique. De plus, certains monoterpènes ont un effet inhibiteur reconnu sur l'activité des microorganismes symbiotiques du rumen, altérant ainsi la digestion des matières végétales (Elliott and Loudon, 1987).
Ces composés peuvent donc non seulement entraîner une altération du fonctionnement physiologique de l'animal, mais aussi aller jusqu'à la mort de l'animal.

Face à ces défenses chimiques, le cerf a adapté son système sélectif de prélèvement de la nourriture. En effet, cette sélection est basée sur l'association de plusieurs processus, intervenant à des échelles temporelles différentes :

-La sélection naturelle : Suite à un phénomène d'évolution, on observe une capacité « innée » de l'animal à refuser certaines plantes riches en composés secondaires (Bryant *et al.*, 1991). En particulier, les monoterpènes agissent de manière **préventive**, par action sur l'odorat, avant même qu'il y ait consommation du végétal.

-L'apprentissage maternel : Le comportement social du cerf lui permet d'acquérir un fort apprentissage par la mère quant à la sélection des végétaux et la mise en place du régime alimentaire.

-Les conséquences suite à l'ingestion : L'apprentissage de l'appétence d'une nouvelle plante passe par la mémorisation au niveau du système cognitif de ses caractéristiques (visuelles, odorantes, gustatives, texture, etc.). Un effet éventuel de toxicité pourra donc être associé **à posteriori** à ces caractères.

Les relations « plante/herbivore » sont donc basées sur un système d'interactions complexes. Celui-ci peut être assimilé à une relation « proie/prédateur »(Bryant *et al.*, 1991). On assiste ainsi à une co-évolution permanente entre :

-Pour la plante, le développement de nouvelles défenses chimiques (d'où la grande variété de composés secondaires existants).

-Pour l'herbivore, l'adaptation physiologique de systèmes de détoxification (réactions chimiques diverses, intervention de la flore gastro-intestinale,...) et l'ingestion **volontaire** possible d'une certaine quantité de ces composés secondaires; Ainsi que les adaptations anatomiques et comportementales (tendance à l'abroutissement de végétaux déjà connus, précaution quant à l'absorption de nouveaux végétaux...) visant à la consommation de végétaux (espèces, organes, etc.) pauvres en monoterpènes.

Ainsi, on peut constater que de nombreuses études ont été réalisées sur ce thème de relation plantes/herbivores, en particulier chez les cervidés (Levin, 1976; Bryant *et al.*, 1991; Hagerman and Robbins, 1993). Le cas de la Nouvelle-Calédonie se détache cependant singulièrement.
En effet, les grands herbivores ont tous été introduits sur le territoire, l'hypothèse de co-évolution sur une longue période ne se justifie alors plus. Ainsi, la flore Néo-Calédonienne ne peut être considérée comme particulièrement adaptée à une pression d'herbivorie et donc le développement de défenses chimiques de type sécrétion de monoterpènes est remis en question. Cependant, il faut souligner d'une part que les monoterpènes sont couramment rencontrés dans le règne végétal donc il ne peut être exclu que la flore locale en soit sécrétrice. D'autre part, on a pu constater un rejet effectif d'un certain nombre de plantes endémiques.
L'hypothèse d'une réaction innée peut dans ce cas être posée.

Sachant tout cela, une opportunité nous a été offerte de tester l'effet de quatre monoterpènes sur le cerf rusa (*Cervus timorensis russa*) en Nouvelle-Calédonie.
En effet, le CEFE (Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive)/CNRS de Montpellier en France soutient la thèse de Gwenaël VOURC'H sur les « Conséquences évolutives et écologiques de l'herbivorie : interaction plantes/herbivores entre le thuya géant (*Thuja plicata*) et le cerf à queue noire (*Odocoileus hemionus sitkensis*) » réalisé au RGIS (Groupe de recherche sur les espèces introduites), au Canada. Elle teste l'effet répulsif de 5 monoterpènes (R-S limonène, α-pinène, α-β thujone, sabinène, myrcène) sur le cerf à queue noire.

Dans ce contexte, le même type de recherche a été mené sur des espèces différentes de cervidé (le chevreuil, le cerf à queue noire et le cerf rusa) dans des milieux variables. L'objectif général est de vérifier l'hypothèse d'un rejet universel inné de ces 5 monoterpènes par les cervidés. Plus spécifiquement, nous avons testés la variation de consommation en pain chez le cerf rusa (*Cervus timorensis russa)* suite à l'aspersion de 4 monoterpènes (R-S limonène, α-pinène, α-β thujone, sabinène) différents.

II- Matériel et méthode

A- Les cerfs et leurs conditions de captivité

Figure 21 : Bouba, jeune mâle adouci utilisé pour les essais alimentaires.

Les travaux ont été conduits dans des conditions expérimentales sur 4 cerfs rusa adoucis élevés en captivité sur la station de Port-Laguerre. Les 4 animaux utilisés sont 2 mâles, et 2 femelles dont une suitée.

Les cerfs, issus d'élevage, ont connu alternativement des conditions de vie en parc ou en stabulation. La ration alimentaire en parc était composée de fourrages cultivés dont principalement le calliandre (*Calliandra callothyrsus*) comme arbre fourrager et, des graminées fourragères telles que l'« herbe de para » (*Brachiaria mutica*), l'« herbe de guinée » (*Panicum maximum* variété *maximum* et variété C1), et l'« herbe à éléphant » (*Pennisetum purpureum*).
En condition de stabulation, les animaux étaient alimentés 2 fois par jour, avec une supplémentation de maïs concassé, et des fourrages (herbacées et ligneux fraîchement coupés) : « Mimosa » (*Leucaena leucocephala*), « Glycine » (*Neonotonia wightii*), « Signal » (*Brachiaria decumbens*). Parfois, en cas de difficulté d'approvisionnement en fourrage vert, la ration pouvait être complétée avec un complément concentré (ensilage).
On peut donc supposer que les animaux n'ont pas été confrontés à des monoterpènes dans leur alimentation précédant les essais.

Les animaux étaient placés dans des stalles d'environ 15 m^2, répartis en couple. Au cours de la période de test, ils ont été nourris régulièrement, 2 fois par jour (matin et après-midi).

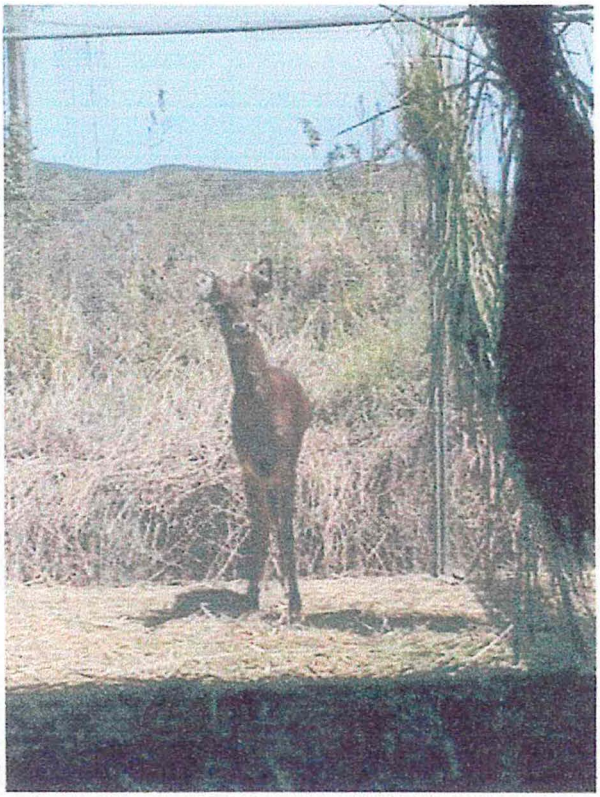


Figure 22 : cerf « Bouba » dans sa stalle, avec le fourrage (« Signal », *Brachiaria decumbens*) suspendu à droite

Lors des essais, les animaux étaient isolés par une porte grillagée et les aliments non consommés étaient retirés afin d'éviter la consommation d'autres aliments pendant le test.
Une période d'acclimatation d'environ 10 jours a été assurée. Pendant celle-ci, les animaux ont été habitués à être séparés et à consommer du pain ayant été préalablement vaporisé avec de l'éthanol.

B- Protocole

1- Caractéristiques des monoterpènes

Les monoterpènes utilisés ont été préparés suivant des procédures similaires à celles adoptées pour le cerf à queue noire (Vourc'h, En préparation)
Sur les 5 monoterpènes cités précédemment et testés au Canada, nous en avons testé 4 : R-S limonène, α-pinène, α-β thujone et sabinène. Le myrcène n'a pas été testé faute d'approvisionnement.

La liste des composés et leurs caractéristiques respectives sont présentées dans le tableau 6 ci-dessous.

CIRAD-Dist
UNITÉ BIBLIOTHÈQUE
Baillarguet

Monoterpène	Fournisseur	Pureté	Autres composés contenus dans la solution
α,β Thujone	Aldrich*	65,4 % (avec 33 % α et 67 % β)	17,8% fenchone, 10,5%bornyl acétate, 3,1%camphor, 2,0%p-cymene, 1,2% limonène
α-pinène	Aldrich	> 99 %	
R, S limonène (½ R + ½ S)	Aldrich	R lim 97 % S lim 98 %	
Sabinene	R.C. Treatt**	> 70 %	

Tableau 7 : Liste des monoterpènes utilisés pour les expérimentations.

*Aldrich Inc. P.O.Box 2060, Milwaukee, WI-53 201 USA,
Tél : (414) 273 3850, Fax : (414) 273 4979
Site Internet : http://www.aldrich.sial.com

** R.C. Treatt & Co. Ltd, R.Mears (technical director), Northern Way, Bury St. Edmunds, Suffolk.IP32 6NL England,
Tél : +44 (1284) 702500, Fax : (1284) 703809
E-mail : marketing@rctreatt.com

2- Préparation des monoterpènes

Le protocole proposé dans la thèse de G.Vourc'h est destiné à tester l'effet des monoterpènes à des concentrations variables, afin d'étudier l'influence de ce facteur sur l'effet répulsif. Ces différents terpènes sont présents à l'état naturel dans les feuilles de Cèdre rouge Canadien.
Pour des raisons de commodité d'une part, et d'autre part parce que les concentrations définies dans le protocole sont basées sur celles trouvées dans le Cèdre Rouge Canadien (qui n'est évidemment pas présent sur le territoire), nous avons seulement travaillé à une unique concentration pour chaque monoterpène.

Ainsi, on a dilué X mL de monoterpène dans 5 mL d'éthanol absolu (utilisé comme solvant) afin d'obtenir la concentration en terpène connue dans les feuilles du Cèdre rouge (tableau 2, g terpène / g mat.sèche en feuille). Le calcul de X pour chaque monoterpène est résumé dans le tableau 7.

	α-pinène	sabinène	R,S limonène	Thujone
Densité (g/ml)	0,859	0,848	0,824	0,912
Pureté (%)	0,99	0,7	0,965	0,654
Concentration dans le Cèdre rouge : (g terpène)/(g mat. sèche en feuille)	0,00086	0,0046	0,00048	0,02093
g. terpène à vaporiser sur 20 g.pain de mie (a)	0,011	0,059	0,006	0,268
ml terpène à vaporiser sur 20 g. pain de mie (b)	0,013	0,099	0,008	0,449

Tableau 8 : Calcul de préparation des monoterpènes à la concentration voulue.

(a) = (g.terp/g. mat. sèche feuille) * (% mat. sèche pain de mie) * (g. mat. fraîche pain)
(b) = [(g.terp/g. mat. sèche feuille)/densité/pureté] * (% mat. sèche pain de mie) * (g. mat. fraîche pain)

3- Déroulement des tests

La conduite de l'ensemble des travaux a nécessité environ 15 jours.

Le pain de mie a été utilisé comme support alimentaire pour l'aspersion des monoterpènes. En effet, l'approvisionnement en pain est facile et l'on a pu constater que le cerf consomme celui-ci sans aucun problème.

Protocole pour un essai :
On prépare 2 bols : Un contrôle (20 g de pain + 5mL éthanol vaporisé)
Un test (20 g de pain + 5 mL éthanol/monoterpène vaporisé).
Les 2 bols sont présentés de manière simultanée à l'animal. La position de chaque bol (vis-à-vis de l'autre), est déterminé aléatoirement par le jet d'une pièce. L'essai est considéré comme terminé lorsque le cerf se détourne des bols. On mesure le poids restant de pain dans chacun des bols.

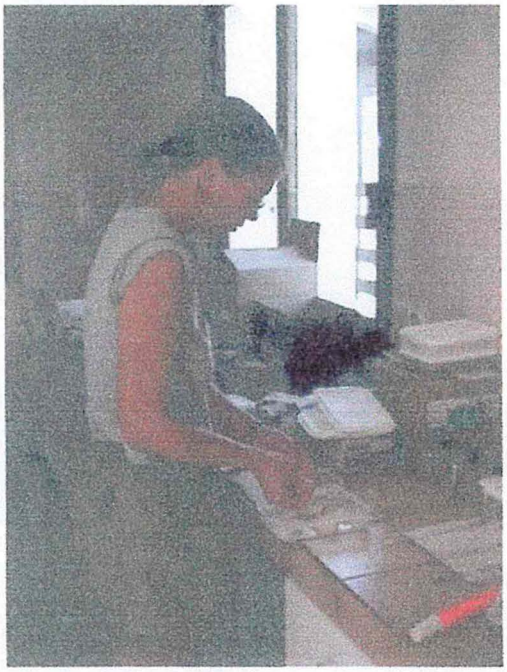


Figure 23 : Préparation des essais au laboratoire.

On a réalisé trois types de présentations des monoterpènes :

Premier type de présentation : Test de l'effet des monoterpènes pris séparément

On réalise 3 essais par cerf et par monoterpène. Les 3 essais pour chaque cerf sont conduits successivement. Environ 20 minutes s'écoulent entre les essais, le temps de peser le pain non consommé et de préparer l'essai suivant. Il faut donc approximativement 1h30 pour tester un monoterpène sur un cerf.

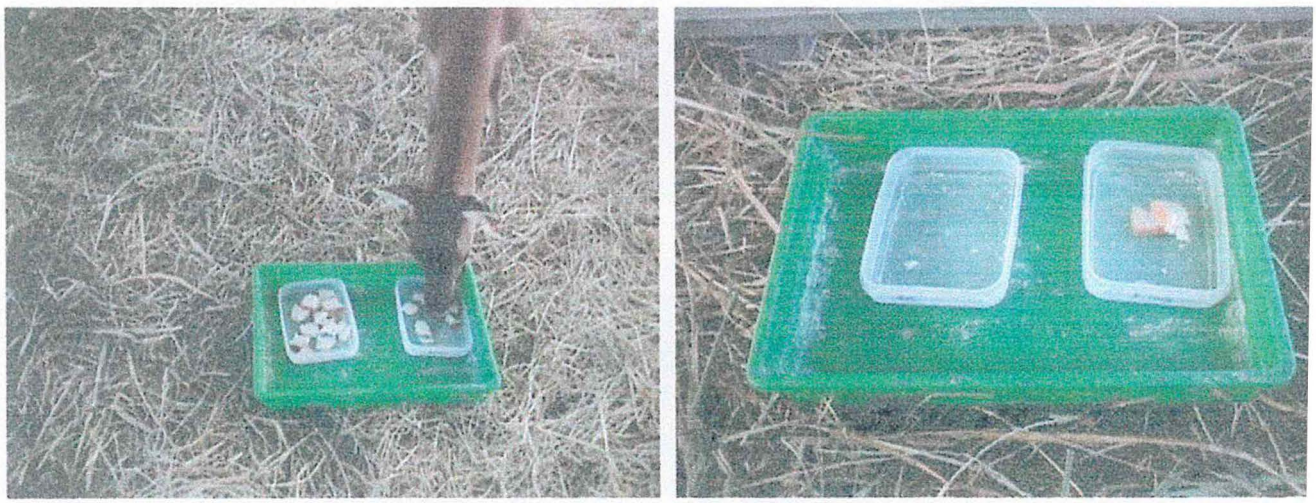


Figure 24 : Présentation d'un essai sabinène à Mika (pendant et après l'essai).

Ainsi, au cours d'une journée, les tests sont conduits sur deux cerfs le matin, puis sur les 2 autres en début d'après-midi. Les essais sont toujours conduits avant que les animaux ne reçoivent leur ration alimentaire quotidienne.

Deuxième type de présentation : Test de l'effet d'un mélange de monoterpènes

On réalise de nouveau 3 essais successifs par cerf. Cette fois-ci, on teste l'effet de tous les monoterpènes associés dans un mélange (sauf la thujone). Pour la préparation du mélange, on conserve les concentrations utilisées dans le test précédent.
On donne donc ici le choix entre le pain pulvérisé avec le mélange, et le pain pulvérisé à l'éthanol (contrôle).

Troisième type de présentation : Test de l'effet des monoterpènes présentés simultanément

On réalise 3 essais successifs par cerf. Dans le cas présent, on présente 5 boites à l'animal : 4 boites contenant chacune 1 monoterpène pulvérisé sur le pain et une boite contrôle avec seulement de l'éthanol pulvérisé.

Remarque : Le temps entre les différents essais était supérieur à 20 minutes, la préparation des boites étant plus longue.

C- Traitement statistique des données

Les données ont été saisies à l'aide du tableur Excel. En ce qui concerne le traitement statistique, le logiciel utilisé est SPSS, version 9.0.
La variable analysée, quelque soit le test réalisé, est toujours la quantité de pain de mie consommée (en g) par le cerf (20g. – Qté mesurée dans la boite après l'essai).

Dans les 2 premiers types de présentation (test de l'effet des monoterpènes pris séparément, et test de l'effet du mélange), on a comparé un contrôle avec un monoterpène (ou le mélange) testé. On se trouve donc en situation de comparaison par paire. Ainsi, on a effectué, pour chaque cerf, une comparaison entre la quantité moyenne de pain consommé pour le test par rapport au contrôle. Pour cela, on a utilisé un test t pour échantillons appariés, après vérification des hypothèses de normalité de la distribution des données et d'homogénéité de la variance (Test de Kolmogorov-Smirnov et test de Levene respectivement) (Norusis, 1997), (Sokal and Rohlf, 1998).

Lorsque les résultats divergent en fonction des cerfs, pour un monoterpène donné, on a utilisé une procédure statistique différente, en calculant la quantité moyenne consommée lors des trois essais pour chaque cerf, et en considérant le cerf comme une répétition. Pour cela, il a été nécessaire de faire une transformation de variable :

$Y = T/(T+C)$ avec T = Quantité de pain consommé pour le monoterpène Testé
C = Quantité de pain consommé pour le Contrôle

Les analyses ont consistées à comparer cette nouvelle variable Y avec la valeur de référence 0.5 (obtenu lorsque la quantité de pain consommé est la même pour le test et le contrôle). Ce test t a été réalisé après vérification des conditions d'application.

Dans le troisième type de présentation, on n'a plus le même schéma de comparaison par paire. En effet, on a présenté simultanément 5 boites à chaque cerf, et fait 3 répétitions par cerf. Lors de cette présentation multiple, le cerf n'est donc plus confronté à un choix par paire. On a donc réalisé une comparaison pour chaque cerf de la quantité de pain consommé lors des 3 répétitions. Les données ne vérifiant cependant pas les hypothèses de normalité, on a utilisé un test de Friedman pour échantillon multiple.

Dans l'hypothèse d'une divergence des résultats, selon les cerfs, on a réalisé un second test afin de mettre en évidence une différence de consommation entre les différents monoterpènes indépendamment de la variable cerf.

Pour cela, de même que précédemment, il a été nécessaire de calculer la moyenne de pain consommé par cerf, et par monoterpène sur les 3 répétitions. On a d'autre part réalisé une transformation de cette variable X en Y = log(X + 1) pour stabiliser les variances.
On a pu ensuite appliqué le test de Scheffe pour des comparaisons de moyenne par paire, après avoir réalisé une ANOVA (Day and Quinn, 1989).

III- Résultat

A- Première série de test : présentation par paire

Un premier aperçu des résultats obtenus peut être illustré graphiquement (voir figure 28), en représentant pour chaque monoterpène la moyenne de pain consommé dans le récipient test et dans le récipient contrôle pour chaque cerf.

Figure 25 : Effet de chaque monoterpène sur la quantité de pain consommée (en g.) par les cerfs rusa (quantité moyenne de pain consommée sur trois essais, les barres d'erreur représentant l'écart type).

NS : Test Non Significatif (t test pour les échantillons appariés $p>0.05$)
*: Test Significatif
Le détail des résultats peut être consulté dans le tableau 8.

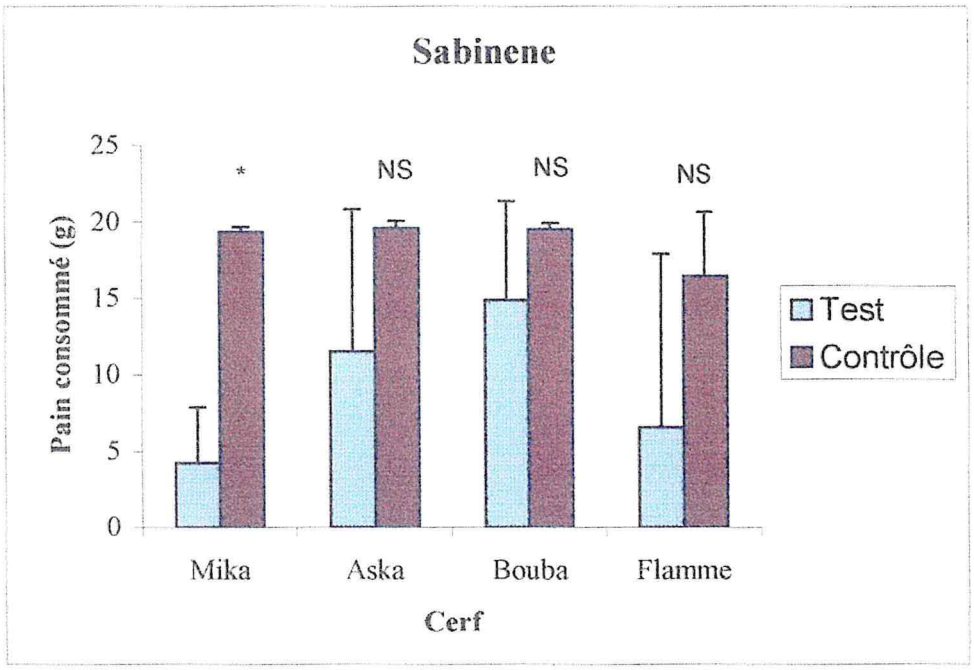


Figure 25a

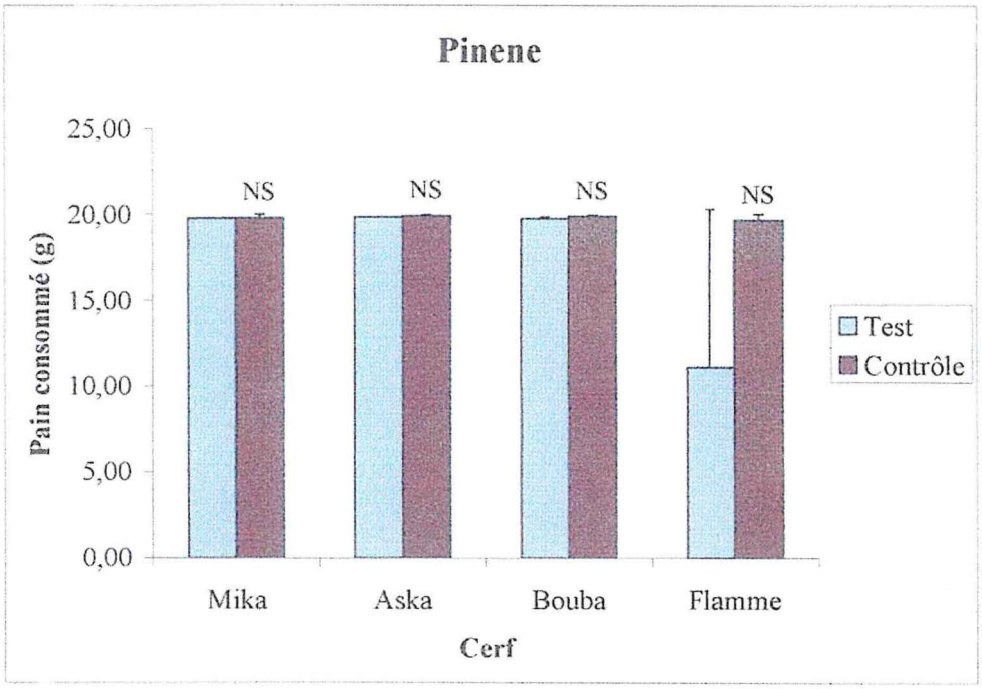


Figure 25b

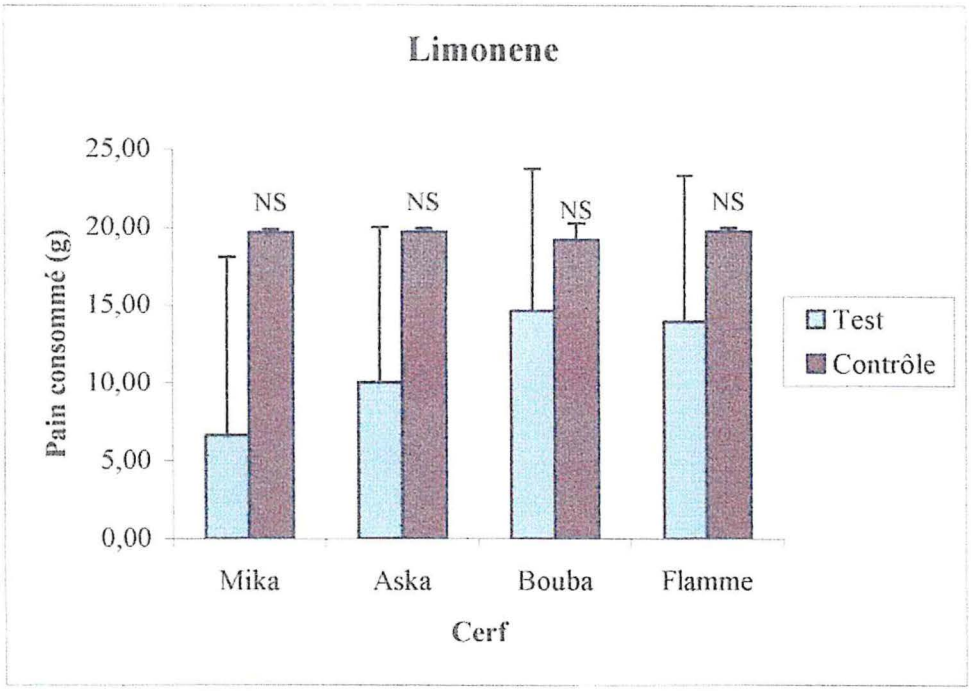


Figure 25c

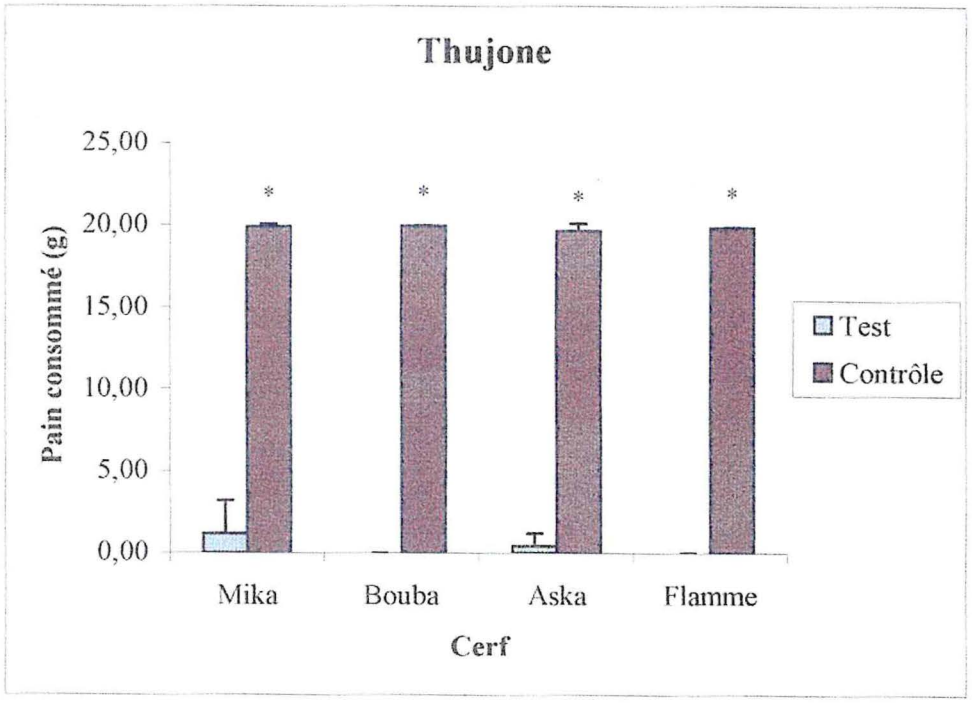


Figure 28d

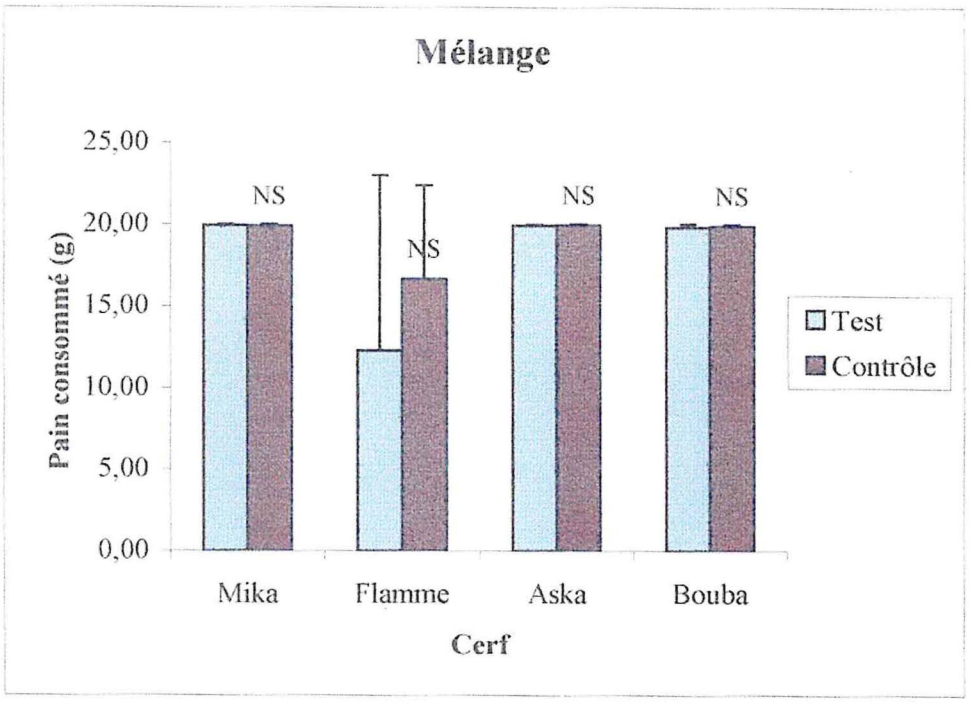


Figure 25e

D'un point de vue général, après observation des différents graphes (figure 28), on constate que la quantité de pain consommée dans le récipient test est toujours inférieure ou égale à celle dans le récipient contrôle.
Cependant, seule la **thujone** semble induire une différence significative de consommation en pain de mie. En effet, le test T (voir tableau 8) est significatif pour chacun des 4 cerfs considérés : $P_{Mika} = 0.004$, $P_{Bouba} < 0.001$, $P_{Aska} = 0.001$ et $P_{Flamme} < 0.001$ avec 2 ddl.

Nom du cerf.	Monoterpène utilisé.	Pain consommé (g)		Test t	Degré de liberté.	P.
		Moyenne	Ecart type			
Mika	Sabinène	4,2	3,69	-6,680	2	0,022 *
	Pinène	19,8	0,00	-0,277	2	0,808
	Limonène	6,63	11,49	-2,000	2	0,184
	Thujone	1,17	2,02	-16,726	2	0,004 **
	Mélange	19,93	0,06	0,500	2	0,667
Bouba	Sabinène	14,9	6,46	-1,192	2	0,355
	Pinène	19,8	0,1	-4,000	2	0,057
	Limonène	14,67	9,07	-0,816	2	0,500
	Thujone	0,00	0,00	-599	2	0,000 ***
	Mélange	19,83	0,21	-0,555	2	0,635
Aska	Sabinène	11,53	9,34	-1,506	2	0,271
	Pinène	19,9	0,00	-2,000	2	0,184
	Limonène	10,03	10,00	-1,714	2	0,229
	Thujone	0,43	0,75	-26,815	2	0,001 **
	Mélange	19,93	0,06	-0,500	2	0,667
Flamme	Sabinène	6,57	11,37	-1,688	2	0,233
	Pinène	11,13	9,19	-1,566	2	0,258
	Limonène	13,97	9,35	-1,102	2	0,385
	Thujone	0,00	0,00	-596	2	0,000 ***
	Mélange	12,27	10,73	-1,473	2	0,279

Tableau 9 : Consommation moyenne de pain de mie (et écart type), avec trois réplicats par cerf (2 ddl).

* Différence entre le test et le contrôle significative à $P < 0,05$.
** Différence entre le test et le contrôle significative à $P < 0,01$.
*** Différence entre le test et le contrôle significative à $P < 0,001$.

La deuxième série d'analyses réalisée sur la quantité moyenne de pain consommée au cours des trois essais, en considérant les 4 cerfs comme des répétitions confirme l'effet hautement significatif de la thujone ($p<0,001$, 3 ddl).

Monoterpène	Pain consommé (g)		Test t	Degré de liberté	P
	Moyenne	Ecart type			
Sabinène	9,30	3,36	-4, 901	3	0,016 *
Pinène	17,66	4,58	-1, 022	3	0,382
Limonène	11,33	1,08	-3, 659	3	0,035 *
Thujone	0,4	0,95	-41, 009	3	0,000 ***
Mélange	17,99	5,31	-1, 006	3	0,388

Tableau 10 : Présentation simple, résultat du test t par paire en considérant le cerf comme une répétition.

En ce qui concerne les autres monoterpènes, les résultats sont plus nuancés :

- La **sabinène** : L'effet de la sabinène semble variable selon les cerfs (seul Mika montre une différence de consommation significative avec P_{Mika} = 0,022 avec 2 ddl). Cependant, lorsque l'on s'affranchit de la variable cerf en tant qu'individu, la différence de consommation en pain devient significative ($P_{Sabinène}$ = 0,016 avec 3 ddl).

On peut donc supposer que la sabinène induit une différence significative de consommation du pain de mie en faveur du contrôle.

- Le **limonène** : D'après le second traitement statistique, on voit apparaître une différence de consommation en pain significative ($L_{imonène}$ = 0,035 avec 3 ddl). Cependant, lorsque l'on considère chaque cerf séparément, aucune différence significative n'apparaît. Il est donc difficile de se prononcer.
- Le **pinène** et le **mélange** : Quelque soit le test considéré, aucune différence significative n'a pu être observée entre la consommation en pain du test et du contrôle.

B- Deuxième série de test : présentation multiple simultanée

A partir du document graphique (voir figure 29), on peut déjà voir apparaître que, quel que soit le cerf considéré, le pain vaporisé avec de la thujone n'a jamais été consommé. Par ailleurs, la quantité de pain consommé dans les autres boites est plus difficile à interpréter : on observe de fortes variations en fonction du cerf et du monoterpène.

Figure 26 : Effet des monoterpènes, présentés simultanément, sur les choix alimentaires des cerfs : quantité de pain de mie consommé pour chaque cerf, pour chaque monoterpène (moyenne et écart type sur trois répétitions)

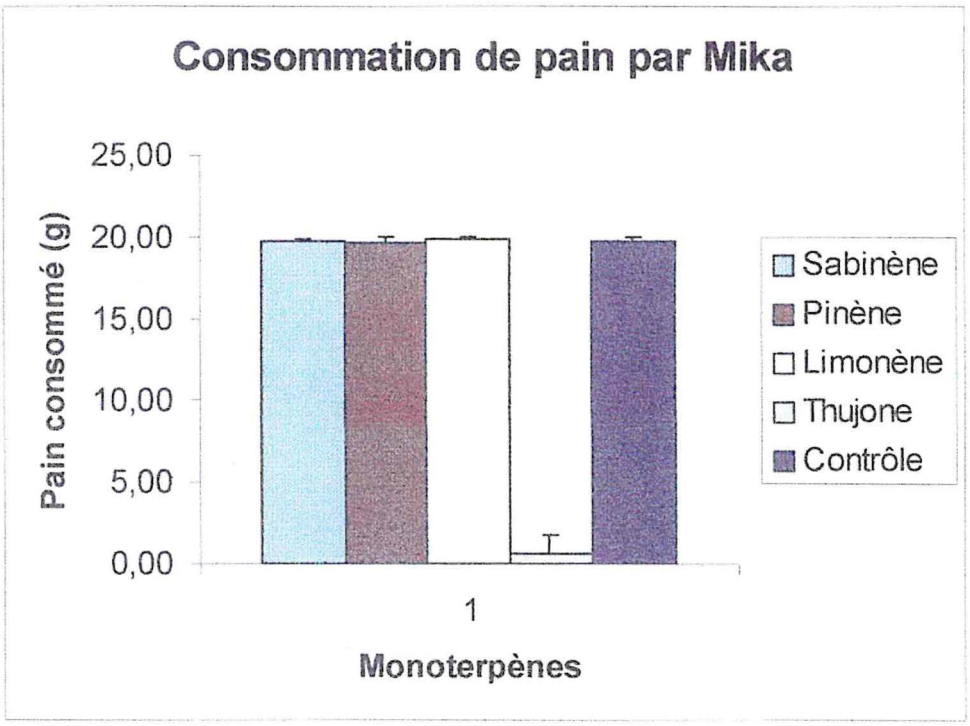


Figure 26a

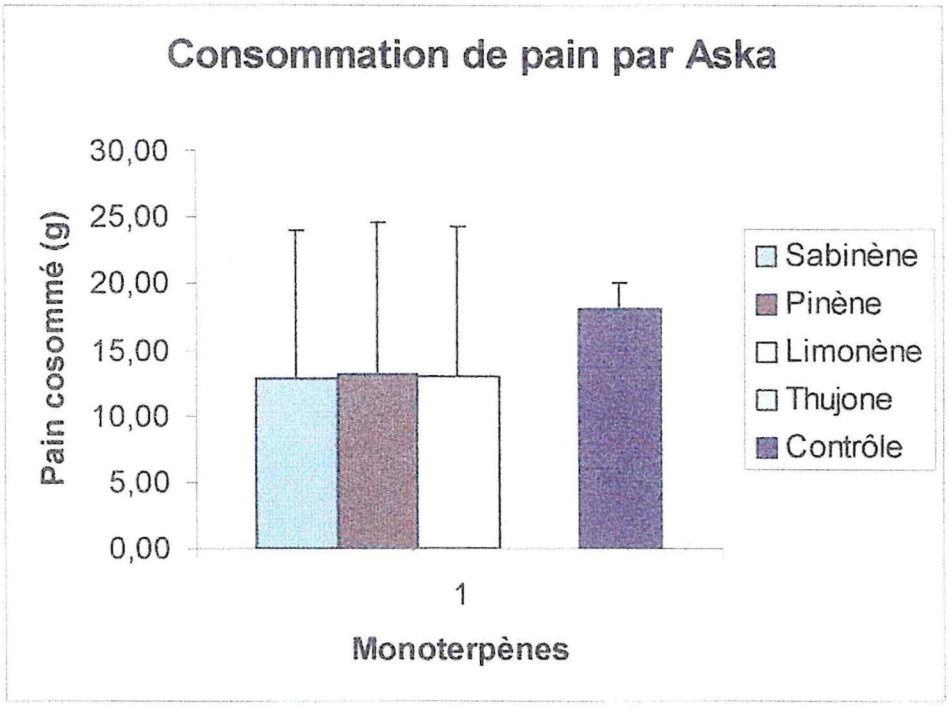


Figure 26b

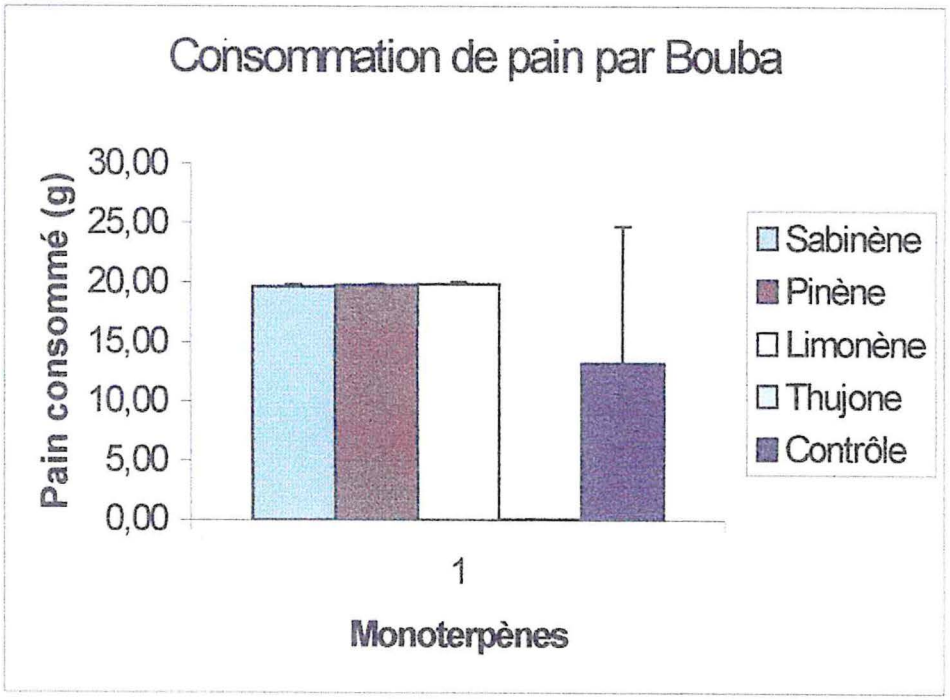


Figure 26c

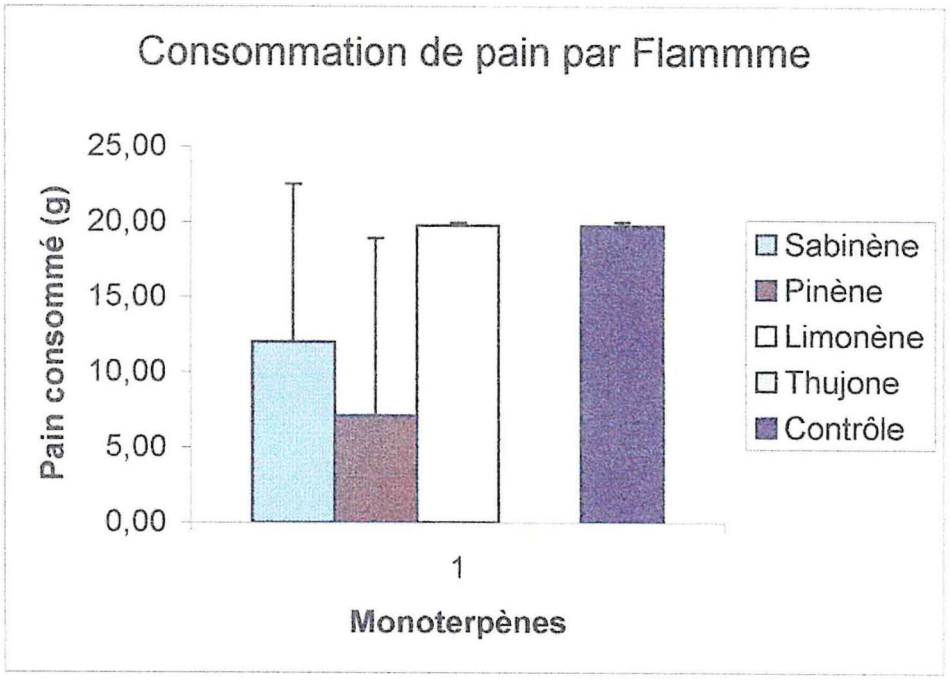


Figure 26d

Nom du cerf.	Monoterpène utilisé.	Pain consommé (g)	
		Moyenne	Ecart type
Mika	Sabinène	19,73	0,15
	Pinène	19,63	0,35
	Limonène	19,93	0,0577
	Thujone	0,63	1,09
	Contrôle	19,8	0,2
Bouba	Sabinène	12,03	10,5
	Pinène	7,13	11,08
	Limonène	19,8	0,17
	Thujone	0,00	0,00
	Contrôle	19,77	0,23
Aska	Sabinène	12,87	11,14
	Pinène	13,13	11,37
	Limonène	13,00	11,26
	Thujone	0,00	0,00
	Contrôle	18,03	1,95
Flamme	Sabinène	19,63	0,2
	Pinène	19,8	0,1
	Limonène	19,9	0,17
	Thujone	0,03	0,057
	Contrôle	13,27	11,49

Tableau 11 : Consommation en pain moyenne au cours des 3 répétitions pour chaque cerf (N=3)

Suite à ce premier test, aucun résultat significatif n'a pu être obtenu par le test de Friedman. En effet, quel que soit le cerf considéré le test de chi2 s'est avéré non significatif (Mika, $\chi^2 = 7,7$, Bouba $\chi^2 = 8,5$, Aska $\chi^2 = 4,4$ et Flamme $\chi^2 = 6,0$ avec $P > 0.05$ dans tous les cas, et 4 ddl). On peut cependant souligner, par simple lecture des résultats de moyenne et écart type du tableau, la différence nette entre la consommation du pain aspergé avec de la thujone et du pain ayant subi d'autres traitements. Ainsi, le traitement à la thujone semble entraîner une non consommation du pain.

L'absence de résultats significatifs du test peut être attribuée à un nombre de répétition restreint et à la nature même du test non paramétrique utilisé, plus robuste mais aussi moins puissant que son équivalent paramétrique.

Un autre test a été réalisé afin de voir si la variable cerf n'avait pas un effet dans la consommation relative du pain lors de l'essai. Ainsi, on a réalisé une ANOVA, puis un test de Scheffe sur la variable transformée (pour stabiliser les variances) en log (Moyenne + 1) afin de mettre en évidence une éventuelle différence de consommation du pain entre les différents monoterpènes, les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 11.

Monoterpène	Pain consommé log (X) + 1	
	Moyenne	Ecart type
Sabinène	1.22	0.11
Pinène	1.17	0.19
Limonène	1.28	0.09
Thujone	0.06	0.1
Contrôle	1.27	0.07

Tableau 12 : Quantité de pain consommé (en g) par les cerfs en fonction du traitement appliqué (moyenne, écart type, avec N=4).

L'analyse de variance révèle une influence significative des monoterpènes sur la quantité de pain (ANOVA, $F_{4,15} = 76.389$ avec $P < 0.001$). On a alors réalisé un test de Scheffe pour comparer les différents traitements par paire. Ce test a pour but de mettre en évidence l'existence de sous-groupes de monoterpène montrant une différence significative de consommation entre eux.
Les résultats font apparaître une différence significative entre la thujone et tous les autres traitements (figure 30) alors qu'il n'y a pas de différence significative entre la sabinène, le pinène, le limonène et le contrôle.

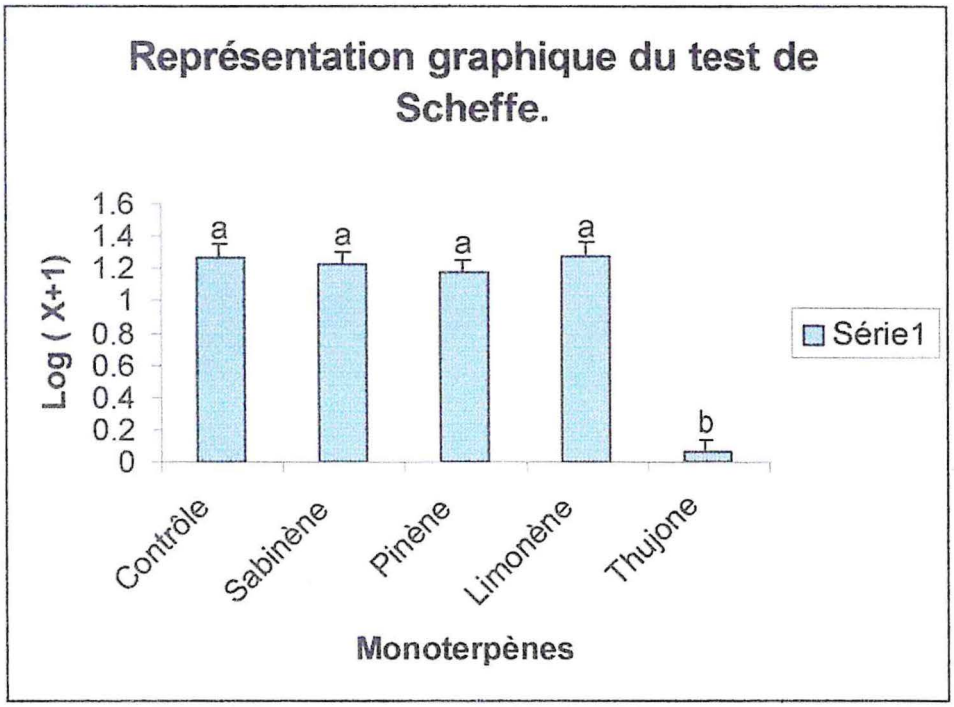


Figure 27 : Influence des monoterpènes présentés simultanément sur la consommation de pain de mie, moyenne et écart type calculés sur les 4 cerfs après transformation de la variable en log(X)+1 (Test de Scheffe ; P<0,05 après ANOVA). Les lettres a et b représentent les groupes significativement différents.

CIRAD-Dist
UNITÉ BIBLIOTHÈQUE
Baillarguet

Ainsi, on voit apparaître nettement les 2 groupes :
- Groupe a : Contrôle, sabinène, pinène et limonène.
- Groupe b : Thujone.

Ce test met donc en évidence la différence de consommation du pain de mie vaporisé avec de la thujone vis à vis des autres traitements. On peut donc suite à ce test confirmer l'effet répulsif de la thujone pour le cerf rusa.

IV- Discussion et conclusion

La mise en évidence de l'effet répulsif de la **thujone** sur la consommation en pain de mie du cerf rusa confirme les résultats préliminaires obtenus par G. Vourc'h au cours de sa thèse sur le cerf à queue noire. Entre autre, elle a pu montrer un effet répulsif de la thujone contenu dans le thuya (*Thuja plicata*) sur la consommation de pomme par ce cervidé (Vourc'h, en cours). Ces deux tests, menés dans des conditions expérimentales, permettent de conforter l'hypothèse d'un effet « universellement » répulsif de la thujone sur les choix alimentaires des cervidés. Une étude en milieu naturel, et sur d'autres cervidés, serait nécessaire pour confirmer cette hypothèse.

D'autre part, dans les deux cas, l'animal semble refuser l'aliment avec thujone de manière innée et quasi systématique. En effet, les 4 cerfs utilisés pour les tests n'avaient jamais été confrontés à ce type de composés auparavant. Elliott & Loudon, ont travaillés sur la consommation de Sitka spruce (*Picea sitchensis*) et de Lodgepole pine (*Pinus contorta*) par de jeunes red deers (*Cervus elaphus*). En particulier, ils ont étudié l'effet de certains monoterpènes sur cette consommation. Leurs travaux ont permis de montrer que les monoterpènes étudiés étaient rejetés de manière innée par les cerfs selon un critère odorant (Elliott and Loudon, 1987). Donc, nous pouvons supposer que c'est ce même stimulus odorant qui a stimulé le refus dans le cas de nos tests.

L'effet répulsif de la **sabinène** établi lors de nos travaux ne peut par contre que difficilement être interprété, aucune référence bibliographique ne soutenant cette hypothèse. Cependant, cette hypothèse sera à étudier avec l'appui de la thèse de G. Vourc'h lorsqu'elle aura ses propres résultats.

En ce qui concerne les autres monoterpènes (α-pinène, le limonène et la mélange) que nous avons testé, aucun effet répulsif n'a été nettement observé. Or, Elliott & Loudon, dans leur étude, ont travaillé avec l'**α-pinène et le limonène** (Elliott and Loudon, 1987). Ils ont confirmé un effet répulsif de ces 2 monoterpènes. Cependant, ils soulignent aussi que l'effet répulsif des monoterpènes est plus basé sur la concentration du composé que sur la nature même de celui-ci. Ainsi, il est possible que, en conditions expérimentales, les concentrations utilisées dans nos travaux ne soient pas adéquates (l'effet du limonène a tout de même été observé lors de la présentation des monoterpènes pris séparément) bien que ces concentrations aient été calculées à partir des concentrations trouvées en milieu naturel.

Ainsi, on a pu montrer un effet répulsif de certain monoterpène sur les choix alimentaires des cervidés. Ceci peut nous apporter quelques indices sur les processus de sélection alimentaire chez le cerf rusa. On peut, par exemple, en déduire que ces animaux vont éviter de consommer des aliments contenant ces substances toxiques. Il faut cependant savoir qu'il existe une ingestion **volontaire** de ces aliments (Freeland, 1974). En effet, l'animal possède une certaine capacité à détoxifier une petite quantité de ces végétaux riches en composés secondaires (ceci lui permet, entre autre, de « tester » de nouveaux végétaux).

L'éventualité d'une sélection selon ce critère de contenu en composés secondaires mène aussi à s'interroger sur certains points. En effet, si un abroutissement sélectif est réalisé selon ce critère, la nature et la composition floristique d'une zone accessible au cervidés va être modifié (Bryant et al., 1991). Le développement de plantes à forte sécrétion en composés secondaires va être privilégié.
Enfin, si l'on se replace dans l'hypothèse d'une co-évolution entre la sécrétion de monoterpènes comme défense chimique de la plante, et la pression d'herbivorie (Levin, 1976), des travaux complémentaires semblent essentiels. Par exemple, une étude du profil biochimique en monoterpène d'un ensemble de plantes endémiques connues pour être appétées ou refusées par le cerf.

CONCLUSION

L'ensemble des travaux réalisés a permis de compléter les connaissances actuelles sur le régime du cerf rusa en Nouvelle-Calédonie. Plus spécifiquement, sur deux zones précises, on a pu établir la nature des relations entre l'animal et son milieu. Les différentes méthodes utilisées ont été une revue bibliographique, une enquête auprès de professionnels, un inventaire de terrain et une étude plus approfondie sur l'impact des monoterpènes dans les choix alimentaires de ce cervidé. En cumulant l'ensemble des informations récoltées, nous avons pu définir certaines grandes caractéristiques de l'alimentation du cerf rusa en milieu naturel. Tout d'abord, il est important d'individualiser des classes de végétation. En effet, nous avons pu constater que la consommation d'une même espèce pouvait être variable selon les milieux où elle était localisée. D'un point de vue global, cet animal a pu être caractérisé comme un paisseur mixte. Cependant, on a pu mettre en évidence une grande capacité d'adaptation, en particulier son régime dominé par les espèces graminéennes en temps normal peut se concentrer en plantes lignifiées en temps de pénurie. Dans les deux sites pilote étudiés, on a pu observer une ségrégation selon le type d'habitat. En effet, les classes de végétation de type forêt semblent plutôt servir de refuge, avec un faible abroutissement global des espèces végétales. Le cerf semble fréquenté de manière prioritaire pour son alimentation des zones de savane, et de prairie. L'effet du cerf rusa sur la végétation endémique n'a pu être déterminé ici. Cependant, on peut d'ors et déjà émettre l'hypothèse que les espèces de forêt ne sont pas les plus touchées par cet abroutissement.

Ainsi, l'ensemble de ces travaux va pouvoir servir de base pour la mise au point de différents bio-indicateurs. En effet, ces résultats vont être suivis et complétés par de nouvelles données de terrain, recueillies sur d'autres sites, au cours d'autres saisons. Entre autre, le cortège floristique ébauché lors de ce stage pourra être amélioré et validé. De même, les recherches sur les choix alimentaires du cerf pourront être approfondies. La recherche de monoterpènes dans la végétation de Nouvelle-Calédonie étant l'une des voies d'étude.

BIBLIOGRAPHIE

- **Attié, M., 1994**. Impact du cerf de Java, *Cervus timorensis rusa*, à la plaine des chicots et propositions de restauration du milieu. ONF, La Réunion (Saint Denis).

- **B.Toutain, 1989**. *Guide d'identification des principales graminées de Nouvelle-Calédonie.* Etudes et synthèses de l'IEMVT, Vol. 35.

- **Ballon, P., 1999**. Indicateurs de la relation population/environnement pour le suivi des populations de chevreuil en milieu forestier de plaine. *Dans:* Colloque chevreuil.

- **Balouet, J.C., 1987**. Extinction des vertébrés terrestres de Nouvelle-Calédonie. *Mémoire de la Société Géologique de France*, 150: 177-183.

- **Barrau, J. et Devambez, L., 1957**. Quelques résultats inattendus de l'acclimatation en Nouvelle-Calédonie. *Terre et vie*, 4: 324-334.

- **Barré, N., Dutson, G. et Sirgouant, S., 1999**. *Liste commentée des oiseaux de Nouvelle-Calédonie.*

- **Blondel, J., 1986**. *Biogéographie évolutive*, Paris, 221 pp.

- **Bryant, J.P., Provenza, F.D., Pastor, J., Reichardt, P.B., Clausen, T.P. et Toit, J.T.D., 1991**. Interractions between woody plants et browsing mammals mediated by secondary metabolites. *Annual review of Ecology et Systematics*, 22: 431-446.

- **Chalaye, S., 1998**. Caractérisation et cartographie de la végétation pour la gestion du cerf rusa (Cervus timorensis russa) à Poya (Nouvelle-Calédonie): Mise en place d'un système d'information géographique. Rapport de DESS Productions animales en région chaude. CIRAD-EMVT, Poya.

- **Chardonnet, P., 1988**. Etude de la faisabilité technique et économique de l'élevage de cerfs en nouvelle-Calédonie. IEMVT/ADRAF, Nouméa.

- **Chardonnet, P. et A.Lartiges, 1993**. La faune sauvage terrestre vertébrée de Nouvelle-Calédonie (2). *Bulletin mensuel de l'ONC*, 181: 24-31.

- **Chardonnet, P. et Lartiges, A., 1993**. Les habitats et la faune sauvage terrestre vertébrée de Nouvelle-Calédonie (1ère partie). *Bulletin mensuel de l'ONC*, 180: 40-45.

- **Chevreuil, G., 1996**. Les bio-indicateurs: Futurs outils de gestion des population de chevreuil? *Bulletin mensuel de l'ONC, supplément.*

- **CIRAD**, 1994. Caractéristiques et valeurs alimentaires des fourrages de Nouvelle-Calédonie. Dept Elevage de Nouvelle-Calédonie
Direction de l'agriculture et de la forêt.

- **CIRAD-élevage, 1991**. Elevage du cerf Rusa. Compte rendu final d'éxécution technique et financière, convention 3-20. CIRAD, Filière élevage et agropastoralisme, Port-Laguerre, Nouméa.

- **CIRAD-Forêt, 1992**. *Nouvelle-Calédonie*. Bois des DOM-TOM, Vol. Tome 3.

- **Corniaux, C., 1996**. Valeur nutritive des arbustes fourragers de Nouvelle-Calédonie. *In:* Journées techniques arbustes fourragers., CIRAD (Ed.), Nouméa Octobre 1996.

- **Day, R.W. et Quinn, G.P., 1989**. Comparisons of treatments after an analysis of variance in ecology. *Ecological Monographs*, 59(4): 433-463.

- **DER et Rurale, D.d.l.E., 2000**. Mémento agricole 1999. Mémento. Gouvernement de Nouvelle-Calédonie
Direction de l'économie rurale
Service de l'économie et des statistiques agricoles, Nouméa.

- **Desvals, L., 1996**. *Principales adventices nuisibles en élevage en Nouvelle-Calédonie*. Etudes et synthèses, Nouméa.

- **Desvals, L., Daly, P., CIRAD-FLHOR et Nouvelle-Calédonie, C.M.d.g.d.l., 1997**. *Guide des principales adventices des cultures maraîchères de Nouvelle-Calédonie.*

- **Dulphy, J.P., Martin-Rosset, W. et Jouany, J.P., 1995**. Ingestion et digestion comparées des fourrages chez différentes espèces d'herbivores. *INRA, Production animale*, 8(4): 293-307.

- **Dumont, B., 1995**. Déterminisme des choix alimentaires des herbivores au pâturage : principales théories. *INRA, Production animale*, 8(4): 285-292.

- **Duret, N., 1993**. Identification d'espèces ligneuses arbustives utilisables par les ruminants dans les parcours extensifs en Nouvelle-Calédonie. Rapport. CIRAD-EMVT, Port-Laguerre.

- **Elliott, S. et Loudon, A., 1987**. Effects of monoterpene odors on food selection by red deer calves (Cervus elaphus). *Journal of Chemical Ecology*, 13(6): 1343-1349.

- **Fraser-Stewart, J.W., 1981**. A study of Wild Rusa Deer (Cervus timorensis) in the Tonda Wildlife Management Area. Wildlife Division Department of Lets et Environment, FAO, Port-Moresby, Papua New Guinea.

- **Fraser-Stewart, J.W., 1985**. Deer et development in South-West Papua New Guinea. *In: Biology of deer production.* P.F. Fennesy, Drew K.R (Ed.), 22, Wellington, pp. 381-385.

- **Freelet, W.J. et Janzen, D.H., 1974 (May-June)**. Strategies in herbivory by mammals: The role of plant secondary compounds. *The American Naturalist*, 108(961): 269-289.

- **Goffin, R.A. et Crombrugghe, S.A.D., 1976**. Régime alimentaire du cerf (Cervus elaphus L.) et du chevreuil (Capreolus capreolus L.) et critères de capacité stationnelle de leurs habitats. *Mammalia*, 40(3): 355-363.

- **Grimaud, P., 1991**. Paturages aériens: Valeur alimentaire des arbres fourragers. *In:* Les journées techniques de Port-Laguerre sur l'élevage du Rusa, CIRAD-NC (Ed.), Port-Laguerre (Nouvelle-Calédonie) , Vol. 1.

- **Grimaud, P., Desvals, L. et Chardonnet, P., 1994**. Prediction of voluntary intake of tropical forages by rusa deer (Cervus timorensis russa) in New Caledonia. *In:* Recent Developments in Deer Biology. Proceedings of the Third International Congress on the Biology of Deer, J.A. Milne (Ed.), Edinburg, UK 28 August - 2 September 1994; pp. 235.

- **Groupe-Chevreuil, 1996**. Les bio-indicateurs: Futurs outils de gestion des populations de chevreuil? *Supplément au bulletin mensuel del'ONC*, 209: Fiche technique n°90.

- **Groupe-Chevreuil, 1999**. La gestion des populations de chevreuils par l'utilisation d'indicateurs population-environnement. *Supplément au bulletin mensuel de l'ONC*, 244: Fiche technique n°95.

- **Guibert, B., 1997**. Une nouvelle approche des populations de chevreuils en forêt: l' "indice de pression sur la flore". *ONF, Bulletin technique*, 32.

- **Hagerman, A.E. et Robbins, C.T., 1993**. Specificity of tannin-binding salivary proteins relative to diet selection by mammals. *Canadian Journal of Zoology*, 71: 628-633.

- **Hofmann, R.R., 1989**. Evolutionary steps of ecophysiological adaptation et diversification of ruminants : a comparative view of their digestive system. *Oecologia*, 78: 443-457.

- **IAC**, 2000. Projet de programmation recherche agronomique contrats de développement 2000-2004
Propositions d'opérations 2000.

- **INRAP, 1984**. *Alimentation des bovins*, Dijon, 448 pp.

- **Jaffré, T. et Veillon, J.M., 1991**. La forêt sclérophylle de la province Sud de la Nouvelle-Calédonie. Conventions, Science de la vie
Botanique. ORSTOM, Nouméa.

- **Jaffré, T. et Veillon, J.-M., 1994**. Les principales formations végétales autochtones en Nouvelle-Calédonie: caractéristiques, vulnérabilité, mesures de sauvegarde. Rapports de synthèses
Science de la vie
Biodiversité, 2. ORSTOM, Nouméa.

- **Lebel, S., 1991**. A propos des pâturages: Appétabilité des graminées tropicales chez le cerf rusa. *In:* Journées techniques de Port-Laguerre sur l'élevage du rusa., CIRAD-EMVT (Ed.), Port-Laguerre (Nouvelle-Calédonie) , Vol. 1.

- **Lebel, S. et Dulieu, D., 1993**. Rearing rusa deer in New Caledonia. A first attempt at relating feed management to the system of production. *In:* First World Deer Congress, Christchurch New Zealet February 1993; pp. 143-149.

- **Lebel, S., 1997**. Mission d'appui technique et scientifique au développement de l'élevage de cervidés à l'île Maurice.
Module IV: Bilan des actions menées et proposition d'une stratégie de développement. Rapport de mission. CIRAD-EMVT.

- **Lebel, S., 1999**. Impact et exploitation des populations de cerfs sauvages en milieu forestier. Rapport final. CIRAD-Province Nord, Port-Laguerre (Nouméa).

- **Lebel, S., 1999**. Impact du cerf rusa sur les formations naturelles et sur les périmètres de reboisement. *In:* Le cerf rusa en Nouvelle-Calédonie., CIRAD (Ed.), Port-Laguerre .

- **Lebel, S., Brescia, F. et Barre, N., 1999**. Etude de la biologie du cerf rusa (Cervus timorensis russa) en milieu naturel, base d'un plan de gestion des populations de cervidés sauvages. Etude de cas: La propriété Metzdorf sur la côte Ouest de la Nouvelle-Calédonie. Rapport du programme élevage. CIRAD-EMVT, Port-Laguerre.

- **Lechartier, S., 1996**. Caractérisation de la végétation et utilisation alimentaire par le cerf rusa (Cervus timorensis russa). Application au domaine de Gouaro Déva en Nouvelle-Calédonie. Mémoire DESS Université H. Poincaré, Nancy, Nouméa.

- **Levin, D.A., 1976**. The chemical defenses of plants to pathogens et herbivors. *Annual review of ecology and systematics*, 7: 121-159.

- **McArthur, C., Robbins, C.T., Hagerman, A.E. et Hanley, T.A., 1993**. Diet selection by a ruminant generalist browser in relation to plant chemistry. *Canadian Journal of Zoology*, 71: 2236-2243.

- **Mittermeier, R.A., Werner, T.B. et Lees, A., 1996**. New Caledonia - A conservation imperative for an ancient let. *Oryx*, 30(2): 104-112.

- **Morellet, N. et Guibert, B., 1999**. Spatial heterogeneity of winter forest ressources used by deer. *Forest Ecology et Management*, 123: 11-20.

- **Mouzin, Y., 2000**. Introduction d'espèces sauvages. *Chasse en Nouvelle-Calédonie*, 2: 11-13.

- **Norusis, M.J., 1997**. *SPSS Professional statistics 7.5*. SPPS Inc., Chicago, 276 pp.

- **ONC, 1984**. Rappel de notions écologiques essentielles pour assurer la gestion de la faune sauvage sédentaire. *ONC, Notes techniques*, 82(17).

- **ONC, 1996**. Les bio-indicateurs: Futurs outils de gestion des populations de chevreuils? *ONC*, Supplément bulletin mensuel n°209(Fiche 90).

- **ONC, 1999**. La gestion des populations de chevreuils par l'utilisation d'indicateurs population-environnement. *ONC, Notes techniques*, Supplément bulletin 244(Fiche technique n°95).

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

- **P.Chardonnet et A.Lartiges, 1993**. La faune sauvage terrestre vertébrée de Nouvelle-Calédonie (2). *Bulletin mensuel de l'ONC*, 181.

- **Robbins, C.T., Hagerman, A.E., Austin, P.J., McArthur, C. et Hanley, T.A., 1991**. Variation in mammalian physiological responses to a condensed tannin and its ecological implications. *Journal of Mammology*, 72(3): 480-486.

- **Roguet, C., Dumont, B. et Prache, S., 1998**. Sélection et utilisation des ressources fourragères par les herbivores: théories et expérimentations à l'échelle du site et de la station alimentaires. *INRA, Productions animales*, 11(4): 273-284.

- **Schwartz, T., 1998**. L'organisation spatiale du cerf rusa (Cervus timorensis russa) en zone de savane à Poya (Nouvelle-Calédonie). Mémoire de stage. CIRAD-EMVT, Port-Laguerre.

- **Semiadi, G., Barry, T.N., Muir, P.D. et Hodgson, J., 19995**. Dietary preferences of Sambar (Cervus unicolor) et red deer (Cervus elaphus) offered browse, forage legume and grass species. *Journal of agricultural science*, 125: 99-107.

- **Smith, A.D. et Hubbard, R.L., 1954**. Preference ratings for winter deer forages from Northern Utah Ranges based on browsing time et forage consumed. *Journal of range management*, 7.

- **Sokal, R.R. et Rohlf, F.J., 1998**. *Biometry: the principles et practice of statistics in biological research (third edition*, New York.

- **Spalinger, D.E., Cooper, S.M., Martin, D.J. et Shipley, L.A., 1997**. Is social learning an important influence on foraging behavior in white-tailed deer? *Journal of Wildlife Management*, 61(3): 611-621.

- **Suprin, B., 1988**. *Ces plantes qui nous envahissent*. Livret d'accompagnement, Nouméa.

- **Thill, R.E., 1983**. *Deer and cattle forage selection on Louisiana pine-hardwood sites*, 35 pp.

- **Tixier, H. et Duncan, P., 1996**. Are European roe deer browsers? A review of variations in the composition of their diets. *RRevue d'écologie (Terre vie)*, 51: 3-8.

- **Tourneur, J.C. et 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. Etudes et synthèses du CIRAD. CIRAD, METAT DE GESTION, Nouméa.

- **Toutain, B.**, 1982. Analyse phytosociologique (Gouaro).

- **Van-Laere, G., Maillard, D., Boutin, J.M. et Delorme, D., 1997**. Les suivis des populations de chevreuils, des méthodes traditionnelles d'estimation aux indicateurs biologiques. *Dans:* XXIème colloque francophone de mammologie, SFEPM (Ed.), Amiens .

- **Vourc'h, G., En préparation**. *Conséquences évolutives et écologiques de l'herbivorie: intéraction plantes/herbivores entre le thuya géant (Thuja plicata) et le cerf-à-queue-noire (Odocoileus hemionus sitkensis)*, CNRS, Montpellier.

- **Vourc'h, G., Martin, J.L., Duncan, P., Escarré, J. et Clausen, T.P., Sous presse**. Defensive adaptation of Thuja plicata to ungulate browsing: a comparative study between mainlet et island population. *Oecologia.*

- **Woodford, K. et Dunning, A., 1990**. Production Cycles et Characteristics of Rusa Deer in Queenslet, Australia. *In:* The Biology of Deer, R. Brown (Ed.), Mississippi State University USA May 28-June 1. Springer-Verlag; pp. 197-210.

CIRAD-Dist
UNITÉ BIBLIOTHÈQUE
Baillarguet

Annexe 1: Liste des interlocuteurs interrogés sur l'alimentation du cerf rusa en milieu naturel.

Interlocuteur		Zone des observations		
Nom	**Catégorie**	**Nom du site**	**superficie**	**végétation**
Mouzin	Chasseur	Le cap (Bourail/Poya)	400 ha	Savane à Niaoulis +F.S
Raillard	Chasseur	Plateau des lutteurs Koumac	100 ha	Savane à Niaoulis
Aube	Chasseur	Vallée de Daoui (Bourail)	1200 ha	Steppe à Naioulis + FS & plaine bords rivière
Siret	Eleveur cerfs	Bouraké	110 ha	Savane Ouest
Georget	Eleveur cerfs	Rhumerie, Boulouparis	190 ha	Savane Ouest
Creugnet	Eleveur cerfs	Bouraké, Boulouparis	450 ha	Savane Ouest
Perronet	Chasseur	Pocquereux	800 ha	Zone Niaoulis/Goyaviers
Mercier	Chasseur	La Foa, Pierrat	400 ha	Niaoulis/Silver/herbe bleue
Newland	Eleveur cerfs	Poya, Ouanéco	1975 ha	Savane/Forêt sèche
Metzdorf M.	Eleveur cerfs	Poya	2700 ha	Savane/Forêt sèche
Metzdorf C.	Eleveur cerfs	Poya	2700 ha	Savane/Forêt sèche
Lavandier M.	Forestier	Col d'amieu, Moindou	10 000 ha	Forêt humide d'altitude
Canel M.(1)	Chasseur	Oua Nobwe, Boulouparis	25 ha	Savane & forêt
Canel M.(2)	Chasseur	Col d'Amieu, Sarraméa	3000 ha	Savane Niaouli+ F. humide
Lacrose C.	chasseur	Ouaménie, Boulouparis	?	Savane à Mimosas
Solier JM.	Chasseur	Ouaménie, Boulouparis	2 000 ha	Savane cassis/vitex
Blomme S.(1)	Chasseur	Taom, Ouaco	1 000 ha	Savane / Silver / Gaïac
Blomme S.(2)	Chasseur	Nessadiou, Bourail	> 50 ha	Pâturage & forêt
Blanchet L.	Eleveur bovin	Tamaon, Pouembout	420 ha	Savane niaoulis / Heteropogon
Bertoni P.	Eleveur bovin	Pied de forêt plate, Pouem	500 ha	Savane cassis/goyavier, prairie
Gaüzer B.	Eleveur bovin	Pied de forêt plate, Pouem	634 ha	Savane cassis/Mimosa + FS
Beaujeu J.	Chasseur	Le Cap, Bourail	500 ha	Mangrove, savane Niaoulis + FS + FH

Annexe 2 : Questionnaire utilisé pour interroger les professionnels

Projet M.A.T.E.
« Cerfs rusa et milieux naturels en Nouvelle-Calédonie

Coordonné par l'I.A.C./CIRAD
Programme Élevage et Faune Sauvage
Station de Port-Laguerre, BP 25, 98890 Païta
Tel. (687) 43 74 33 ; Fax. (687) 43 74 26

QUESTIONNAIRE SUR L'ALIMENTATION DU CERF RUSA EN MILIEU NATUREL

Interlocuteur :

Nom Prénom Adresse
Tel.

Profession Chasseur/Éleveur Cerf/Professionnel de la Faune/Promeneur
Eleveur Bovin/Service technique/Autre…

Zone des observations :

Nom du site Commune Surface approx.
Végétation dominante Altitude approx. Z. privée/Z. publique

Densités en cerf :

Voyez-vous des cerfs à chaque sortie ? Fréquence des observations
Quelle est la pression de chasse ? Présence de bovins ?

Citez les 5 plantes qui sont selon vous **les plus consommées** par le cerf (de la plus consommée à la moins consommée).

	Nom de la plante (Nom scientifique si possible).	Feuille/ Fruit/…	Bovins +/-	Remarque
1				
2				
3				
4				
5				

Citez 5 plantes **consommées uniquement durant les périodes de pénuries alimentaires** (de la plus consommée à la moins consommée).

	Nom de la plante (Nom scientifique si possible).	Feuille/ Fruit/…	Bovins +/-	Remarque
1				
2				
3				
4				
5				

Citez 5 plantes **jamais consommées** (citez les plus abondantes)

	Nom de la plante (Nom scientifique si possible).	Feuille/ Fruit/…	Bovins +/-	Remarque
1				
2				
3				
4				
5				

Annexe 3 : Liste des plantes observées (100 espèces) lors des relevés effectués à Forêt Plate (61 placettes).
Nom scientifique, type biologique, fréquence d'apparition sur les placettes et fréquence d'abroutissement.

Gr : graminées et cypéracées
Herb : autres herbacées
Fo : fougères
La : lianes
Li : ligneux

Nbre Relevés : nombre de fois où la plante a été observée sur l'ensemble des placettes
Nbre Abr : Nombre de fois où la plante a été observée comme abroutie

Abilgardia sp. Plante citée une seule fois, non sélectionnée pour les traitements réalisés par la suite (Présence/ Absence, Abroutissement).

Tetracera billardieri Plante citée seulement deux fois, non sélectionnée pour les traitements en abroutissement (l'estimation sur un ou deux individus étant trop approximative.

			Catégories				
Espèces par genre	**Données**	**Total**	**Herb**	**Fo**	**G/C**	**La**	**Li**
Abilgardia sp.	Nbre Relevé	1			X		
	Nbre Abr. Obs	1					
Acronychia laevis	Nbre Relevé	11					X
	Nbre Abr. Obs	1					
Acropogon sp.	Nbre Relevé	2					X
	Nbre Abr. Obs	0					
Ageratum conizoides	Nbre Relevé	21	X				
	Nbre Abr. Obs	2					
Alaeocarpus angustifolius	Nbre Relevé	16					X
	Nbre Abr. Obs	0					
Aleurites moluccana	Nbre Relevé	1					X
	Nbre Abr. Obs	0					
Asclepias curassavica	Nbre Relevé	2	X				
	Nbre Abr. Obs	0					
Axonopus affinis	Nbre Relevé	2			X		
	Nbre Abr. Obs	2					
Babingtonia virgata	Nbre Relevé	1					X
	Nbre Abr. Obs	0					
Baselinia sp.	Nbre Relevé	3					X
	Nbre Abr. Obs	0					
Callanthe triplicata	Nbre Relevé	1	X				
	Nbre Abr. Obs	0					
Calophyllum caledonicum	Nbre Relevé	11					X
	Nbre Abr. Obs	0					
Chizea dichotoma	Nbre Relevé	12		X			
	Nbre Abr. Obs	0					
Codia montana	Nbre Relevé	1					X
	Nbre Abr. Obs	0					
Codiaeum peltatum	Nbre Relevé	38					X
	Nbre Abr. Obs	0					
Crotalaria sp.	Nbre Relevé	1					X
	Nbre Abr. Obs	0					

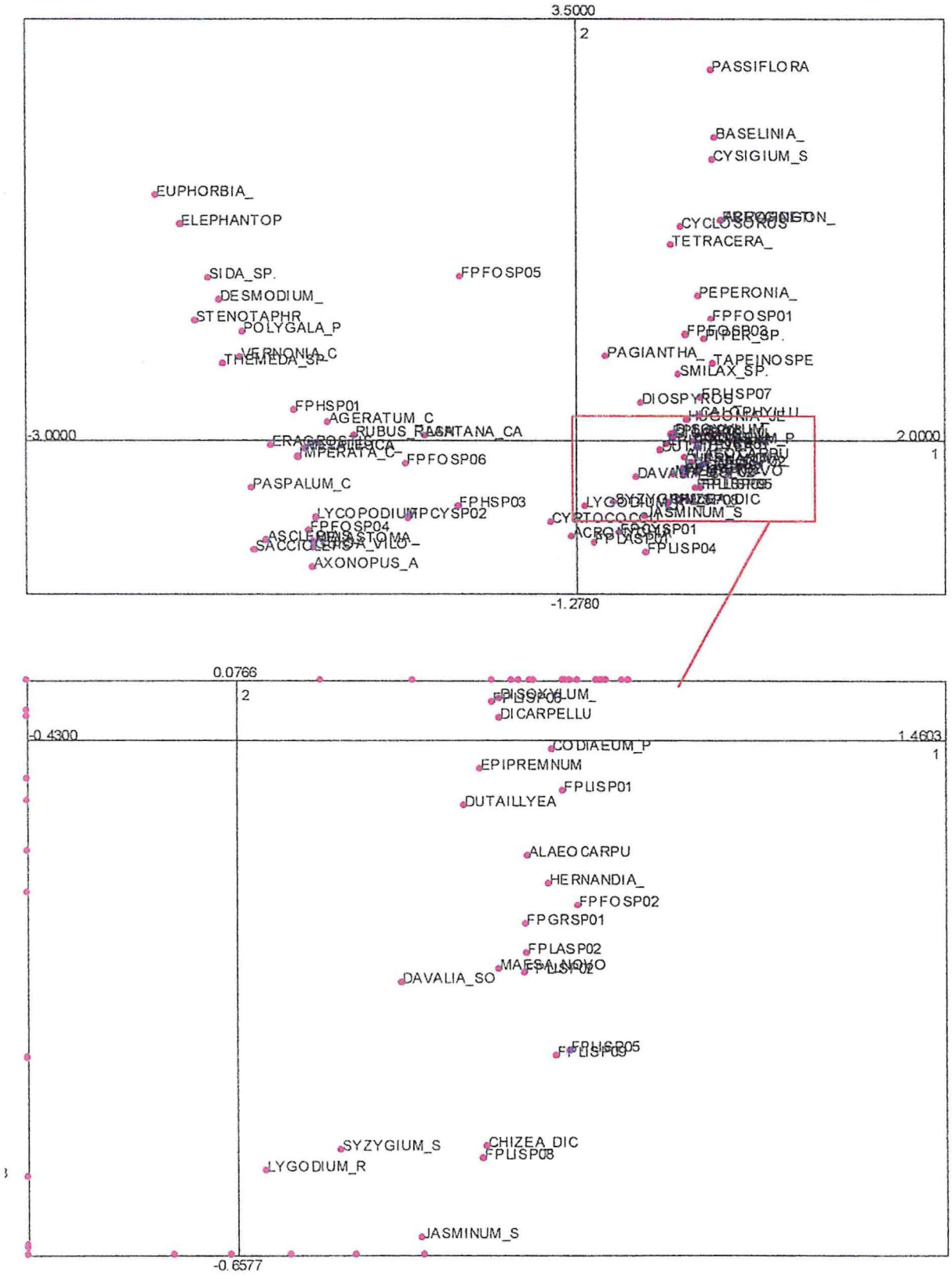
			Catégories				
Espèces par genre	Données	Total	Herb	Fo	G/C	La	Li
Cryptocaria sp.	Nbre Relevé	1					X
	Nbre Abr. Ob:	1					
Cyclosorus sp.	Nbre Relevé	2		X			
	Nbre Abr. Ob:	0					
Cyrtococcum oxyphyllum	Nbre Relevé	11			X		
	Nbre Abr. Ob:	0					
Cyslcium sp.	Nbre Relevé	2					X
	Nbre Abr. Ob:	0					
Davalia solida	Nbre Relevé	31		X			
	Nbre Abr. Ob:	1					
Desmanthus virgatus	Nbre Relevé	1	X				
	Nbre Abr. Ob:	1					
Desmodium sp.	Nbre Relevé	4	X				
	Nbre Abr. Ob:	2					
Dicarpellum sp.	Nbre Relevé	3					X
	Nbre Abr. Ob:	0					
Diospyros sp.	Nbre Relevé	3					X
	Nbre Abr. Ob:	0					
Disoxylum sp.	Nbre Relevé	57					X
	Nbre Abr. Ob:	8					
Dutaillyea drupacea	Nbre Relevé	47					X
	Nbre Abr. Ob:	1					
Elephantopus mollis	Nbre Relevé	2	X				
	Nbre Abr. Ob:	0					
Epipremnum pinatum	Nbre Relevé	34				X	
	Nbre Abr. Ob:	1					
Eragrostis spartinoides	Nbre Relevé	4			X		
	Nbre Abr. Ob:	4					
Euphorbia hirta	Nbre Relevé	2	X				
	Nbre Abr. Ob:	0					
FPCySp01	Nbre Relevé	13			X		
	Nbre Abr. Ob:	11					
FPCySp02	Nbre Relevé	3			X		
	Nbre Abr. Ob:	3					
FPFoSp01	Nbre Relevé	5		X			
	Nbre Abr. Ob:	0					
FPFoSp02	Nbre Relevé	4		X			
	Nbre Abr. Ob:	2					
FPFoSp03	Nbre Relevé	11		X			
	Nbre Abr. Ob:	4					
FPFoSp04	Nbre Relevé	3		X			
	Nbre Abr. Ob:	1					
FPFoSp05	Nbre Relevé	2		X			
	Nbre Abr. Ob:	0					
FPFoSp06	Nbre Relevé	9		X			
	Nbre Abr. Ob:	3					

			Catégories				
Espèces par genre	Données	Total	Herb	Fo	G/C	La	Li
FPGrSp01	Nbre Relevé	4			X		
	Nbre Abr. Obs	0					
FPGrSp02	Nbre Relevé	1			X		
	Nbre Abr. Obs	0					
FPHSp01	Nbre Relevé	12	X				
	Nbre Abr. Obs	2					
FPHSp02	Nbre Relevé	1	X				
	Nbre Abr. Obs.						
FPHSp03	Nbre Relevé	5	X				
	Nbre Abr. Obs	0					
FPLaSp01	Nbre Relevé	6				X	
	Nbre Abr. Obs	6					
FPLaSp02	Nbre Relevé	17				X	
	Nbre Abr. Obs	5					
FPLaSp03	Nbre Relevé	1				X	
	Nbre Abr. Obs	1					
FPLiSp01	Nbre Relevé	6					X
	Nbre Abr. Obs	1					
FPLiSp02	Nbre Relevé	18					X
	Nbre Abr. Obs	1					
FPLiSp03	Nbre Relevé	3					X
	Nbre Abr. Obs	0					
FPLiSp04	Nbre Relevé	4					X
	Nbre Abr. Obs	0					
FPLiSp05	Nbre Relevé	3					X
	Nbre Abr. Obs	0					
FPLiSp06	Nbre Relevé	7					X
	Nbre Abr. Obs	0					
FPLiSp07	Nbre Relevé	24					X
	Nbre Abr. Obs	0					
FPLiSp08	Nbre Relevé	2					X
	Nbre Abr. Obs	0					
FPLiSp09	Nbre Relevé	10					X
	Nbre Abr. Obs	6					
FPSp03	Nbre Relevé	1		X			
	Nbre Abr. Obs	1					
Freycinetia sp.	Nbre Relevé	7				X	
	Nbre Abr. Obs	6					
Garcinia sp.	Nbre Relevé	1					X
	Nbre Abr. Obs	0					
Guetarda sp.	Nbre Relevé	1					X
	Nbre Abr. Obs	0					
Guioa vilosa	Nbre Relevé	2					X
	Nbre Abr. Obs	0					

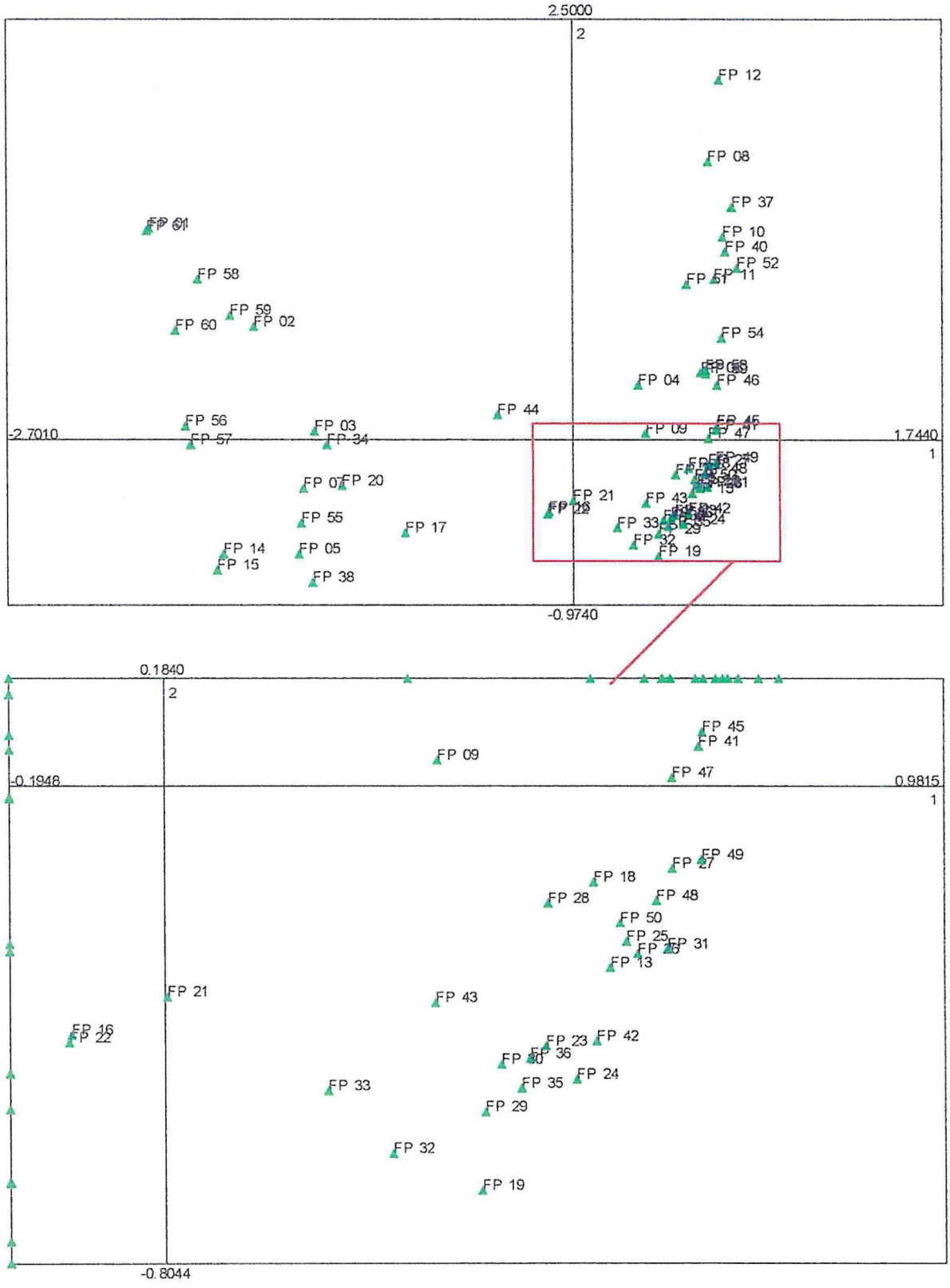
			Catégories				
Espèces par genre	Données	Total	Herb	Fo	G/C	La	Li
Hernandia cordigera	Nbre Relevé	12					X
	Nbre Abr. Obs	0					
Histiopteris incisa	Nbre Relevé	1		X			
	Nbre Abr. Obs	0					
Hugonia jenkinsii	Nbre Relevé	5				X	
	Nbre Abr. Obs	1					
Imperata cylindrica	Nbre Relevé	11			X		
	Nbre Abr. Obs	9					
Indigofera suffruticosa	Nbre Relevé	1					X
	Nbre Abr. Obs	0					
Jasminum sp.	Nbre Relevé	11				X	
	Nbre Abr. Obs	8					
Killinga brevifolia	Nbre Relevé	1			X		
	Nbre Abr. Obs	0					
Lantana camara	Nbre Relevé	8					X
	Nbre Abr. Obs	1					
Lycopodium cernum	Nbre Relevé	8		X			
	Nbre Abr. Obs	0					
Lygodium reticulatum	Nbre Relevé	23		X			
	Nbre Abr. Obs	2					
Maesa novocaledonica	Nbre Relevé	12				X	
	Nbre Abr. Obs	1					
Marsdenia sp.	Nbre Relevé	1				X	
	Nbre Abr. Obs	1					
Melaleuca quinquenervia	Nbre Relevé	22					X
	Nbre Abr. Obs	4					
Melastoma denticulata	Nbre Relevé	8					X
	Nbre Abr. Obs	1					
Mimosa pudica	Nbre Relevé	1	X				
	Nbre Abr. Obs	1					
Miscanthus floridulus	Nbre Relevé	1			X		
	Nbre Abr. Obs	1					
Nienveyera balansae	Nbre Relevé	1					X
	Nbre Abr. Obs	0					
Pagiantha cerifera	Nbre Relevé	6					X
	Nbre Abr. Obs	0					
Panchena sp.	Nbre Relevé	1					X
	Nbre Abr. Obs	0					
Paspalum conjugatum	Nbre Relevé	2			X		
	Nbre Abr. Obs	2					
Passiflora suberosa	Nbre Relevé	2				X	
	Nbre Abr. Obs	0					
Peperonia sp.	Nbre Relevé	4	X				
	Nbre Abr. Obs	0					

			Catégories				
Espèces par genre	Données	Total	Herb	Fo	G/C	La	Li
Piper sp.	Nbre Relevé	12				X	
	Nbre Abr. Obs	0					
Polygala paniculata	Nbre Relevé	3	X				
	Nbre Abr. Obs	0					
Pteridium aquilinum	Nbre Relevé	1		X			
	Nbre Abr. Obs	1					
Pyrrosia confluens	Nbre Relevé	1	X				
	Nbre Abr. Obs	0					
Rubus rasaefolius	Nbre Relevé	4					X
	Nbre Abr. Obs	2					
Sacciolepsis indica	Nbre Relevé	5					
	Nbre Abr. Obs	3					
Schefflera sp.	Nbre Relevé	1					X
	Nbre Abr. Obs	0					
Sida sp.	Nbre Relevé	5	X				
	Nbre Abr. Obs	0					
Smilax sp.	Nbre Relevé	11				X	
	Nbre Abr. Obs	1					
SpNI	Nbre Relevé	401	X	X	X	X	X
	Nbre Abr. Obs	70					
Stachytarpheta sp.	Nbre Relevé	1	X				
	Nbre Abr. Obs.						
Stenotaphrum sp.	Nbre Relevé	6			X		
	Nbre Abr. Obs	1					
Styphelia sp.	Nbre Relevé	1					X
	Nbre Abr. Obs	0					
Syzygium sp.	Nbre Relevé	7					X
	Nbre Abr. Obs	0					
Tapeinosperma sp.	Nbre Relevé	11				X	
	Nbre Abr. Obs	1					
Tetracera billardieri	Nbre Relevé	2				X	
	Nbre Abr. Obs	0					
Themeda sp.	Nbre Relevé	8			X		
	Nbre Abr. Obs	2					
Vernonia cinerea	Nbre Relevé	3	X				
	Nbre Abr. Obs	0					
Total Nbre Relevé		1139	106	171	104	185	573
Total Nbre Abr. Obs.		191	15	21	57	49	49

Annexe 4a : AFC sur les espèces codées en présence/absence, visualisation des noms des espèces végétales



Annexe 4b : AFC sur les espèces codées en présence/absence, visualition des noms des placettes



Annexe 5 : Liste des plantes observées (90 espèces) lors des relevés effectués à Forêt Plate (142 placettes).
Nom scientifique, type biologique, fréquence d'apparition sur les placettes et fréquence d'abroutissement.

Gr : graminées et cypéracées
Herb : autres herbacées
Fo : fougères
La : lianes
Li : ligneux

Nbre Relevés : nombre de fois où la plante a été observée sur l'ensemble des placettes
Nbre Abr : Nombre de fois où la plante a été observée comme abroutie

			Catégorie					
Espèce	Données	Total	Herb.	Fo.	Gr/Cyp.	La.	Li.	Semi-li.
Acacia farnesiana	Nbre relevés	113					X	
	Nbre Abr. Obs.	105						
Achyrantes aspera	Nbre relevés	19	X					
	Nbre Abr. Obs.	15						
Alyxia sp.	Nbre relevés	46				X		
	Nbre Abr. Obs.	28						
Apium leptophyllum	Nbre relevés	8	X					
	Nbre Abr. Obs.	3						
Arthrochlamys sp.	Nbre relevés	1					X	
	Nbre Abr. Obs.	0						
Avithera sp.	Nbre relevés	2					X	
	Nbre Abr. Obs.	1						
Asclepias curassavica	Nbre relevés	1	X					
	Nbre Abr. Obs.	0						
Bothriochloa pertusa	Nbre relevés	110			X			
	Nbre Abr. Obs.	110						
Brachiaria sp.	Nbre relevés	111			X			
	Nbre Abr. Obs.	109						
Capparis artensis	Nbre relevés	19				X		
	Nbre Abr. Obs.	16						
Carissa ovata	Nbre relevés	61					X	
	Nbre Abr. Obs.	47						
Cassia obtusifolia	Nbre relevés	4						X
	Nbre Abr. Obs.	2						
Cassia occidentalis	Nbre relevés	2						X
	Nbre Abr. Obs.	0						
Cassia sp.	Nbre relevés	1					X	
	Nbre Abr. Obs.	0						
Cassine curtipendula	Nbre relevés	5					X	
	Nbre Abr. Obs.	0						
Casuarina collina	Nbre relevés	1					X	
	Nbre Abr. Obs.	0						
Cirsium vulgare	Nbre relevés	20	X					
	Nbre Abr. Obs.	0						
Cleistanthus stipitatus	Nbre relevés	3					X	
	Nbre Abr. Obs.	0						

			Catégorie				
Espèce	Données	Total	Herb. Fo.	Gr/Cyp.	La.	Li.	Semi-li.
Clerodendron inerme	Nbre relevés	2				X	
	Nbre Abr. Obs.	1					
Codiaeum peltatum	Nbre relevés	26				X	
	Nbre Abr. Obs.	4					
Cordia dichotoma	Nbre relevés	5				X	
	Nbre Abr. Obs.	0					
Crotalaria pallida	Nbre relevés	27	X				
	Nbre Abr. Obs.	13					
Croton insularis	Nbre relevés	3				X	
	Nbre Abr. Obs.	1					
Cynodon dactylon	Nbre relevés	7		X			
	Nbre Abr. Obs.	6					
Cyperus gracilis	Nbre relevés	39		X			
	Nbre Abr. Obs.	39					
Dactyloctenium aegyptium	Nbre relevés	29		X			
	Nbre Abr. Obs.	25					
Desmanthus virgatus	Nbre relevés	52					X
	Nbre Abr. Obs.	49					
Desmodium sp.	Nbre relevés	114	X				
	Nbre Abr. Obs.	19					
Dichondra repens	Nbre relevés	24	X				
	Nbre Abr. Obs.	0					
Diospyros sp.	Nbre relevés	3				X	
	Nbre Abr. Obs.	0					
Echinocloa colona	Nbre relevés	24		X			
	Nbre Abr. Obs.	14					
Entada phaseoloides	Nbre relevés	1			X		
	Nbre Abr. Obs.	0					
Eugenia sp.	Nbre relevés	14				X	
	Nbre Abr. Obs.	3					
Euphorbia hirta	Nbre relevés	97	X				
	Nbre Abr. Obs.	0					
Euphorbia prostrata	Nbre relevés	37	X				
	Nbre Abr. Obs.	1					
Fontainea pancheri	Nbre relevés	35				X	
	Nbre Abr. Obs.	0					
FSCySp01	Nbre relevés	20		X			
	Nbre Abr. Obs.	19					
FSGrSp01	Nbre relevés	16		X			
	Nbre Abr. Obs.	15					
FSHSp01	Nbre relevés	8	X				
	Nbre Abr. Obs.	2					
FSHSp02	Nbre relevés	8	X				
	Nbre Abr. Obs.	1					
FSHSp03	Nbre relevés	38	X				
	Nbre Abr. Obs.	2					
FSHSp04	Nbre relevés	1	X				
	Nbre Abr. Obs.	1					
FSHSp05	Nbre relevés	5	X				
	Nbre Abr. Obs.	1					
FSHSp06	Nbre relevés	13	X				
	Nbre Abr. Obs.	0					

			Catégorie				
Espèce	Données	Total	Herb. Fo.	Gr/Cyp.	La.	Li.	Semi-li.
FSHSp07	Nbre relevés	12	X				
	Nbre Abr. Obs.	0					
FSHSp08	Nbre relevés	3	X				
	Nbre Abr. Obs.	0					
FSHSp09	Nbre relevés	4	X				
	Nbre Abr. Obs.	0					
FSHSp10	Nbre relevés	7	X				
	Nbre Abr. Obs.	0					
FSHSp11	Nbre relevés	2	X				
	Nbre Abr. Obs.	0					
FSHSp12	Nbre relevés	1	X				
	Nbre Abr. Obs.	0					
FSHSp13	Nbre relevés	12	X				
	Nbre Abr. Obs.	0					
FSLaSp01	Nbre relevés	1			X		
	Nbre Abr. Obs.	0					
FSLaSp02	Nbre relevés	1			X		
	Nbre Abr. Obs.	0					
FSLISp01	Nbre relevés	6					X
	Nbre Abr. Obs.	6					
FSLISp02	Nbre relevés	2					X
	Nbre Abr. Obs.	2					
FSLISp03	Nbre relevés	2					X
	Nbre Abr. Obs.	1					
Gardenia urvillei	Nbre relevés	38				X	
	Nbre Abr. Obs.	3					
Gleichdion sp.	Nbre relevés	1				X	
	Nbre Abr. Obs.	0					
Heteropogon contortus	Nbre relevés	51		X			
	Nbre Abr. Obs.	51					
Homalium deplanchei	Nbre relevés	1				X	
	Nbre Abr. Obs.	0					
Jasminum didymum	Nbre relevés	62			X		
	Nbre Abr. Obs.	53					
Lantana camara	Nbre relevés	42					X
	Nbre Abr. Obs.	4					
Leucaena leucocephala	Nbre relevés	5				X	
	Nbre Abr. Obs.	0					
Maclura cochinchinensis	Nbre relevés	4				X	
	Nbre Abr. Obs.	3					
Malesia scandens	Nbre relevés	34			X		
	Nbre Abr. Obs.	8					
Maytenus tournieri	Nbre relevés	1				X	
	Nbre Abr. Obs.	0					
Mimosa pudica	Nbre relevés	16	X				
	Nbre Abr. Obs.	13					
Morenda sp.	Nbre relevés	1			X		
	Nbre Abr. Obs.	0					
Oxalis sp.	Nbre relevés	33	X				
	Nbre Abr. Obs.	0					
Pachygone sp.	Nbre relevés	2			X		
	Nbre Abr. Obs.	1					

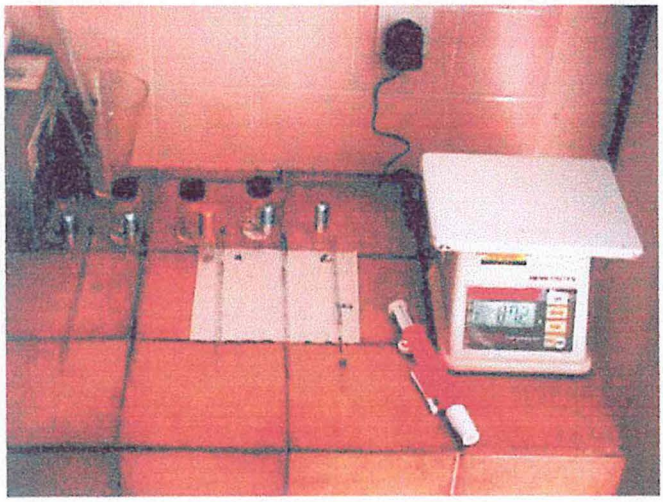
CIRAD-Dist
UNITÉ BIBLIOTHÈQUE
Baillarguet

			Catégorie					
Espèce	Données	Total	Herb.	Fo.	Gr/Cyp.	La.	Li.	Semi-li.
Paspalidium elegantulum	Nbre relevés	2			X			
	Nbre Abr. Obs.	1						
Paspalum sp.	Nbre relevés	22			X			
	Nbre Abr. Obs.	22						
Passiflora suberosa	Nbre relevés	2				X		
	Nbre Abr. Obs.	0						
Polymeria pusila	Nbre relevés	48	X					
	Nbre Abr. Obs.	4						
Premna corembosa	Nbre relevés	46					X	
	Nbre Abr. Obs.	23						
Psidium guajava	Nbre relevés	13					X	
	Nbre Abr. Obs.	4						
Psydrax odorata	Nbre relevés	1					X	
	Nbre Abr. Obs.	0						
Rapanea sp.	Nbre relevés	4					X	
	Nbre Abr. Obs.	0						
Rhizophora mucronata	Nbre relevés	3					X	
	Nbre Abr. Obs.	2						
Rhizophora sp.	Nbre relevés	8					X	
	Nbre Abr. Obs.	3						
Secamone elliptica	Nbre relevés	1				X		
	Nbre Abr. Obs.	0						
Sida cordifolia	Nbre relevés	13						X
	Nbre Abr. Obs.	9						
Sida rhombifolia	Nbre relevés	3						X
	Nbre Abr. Obs.	1						
Sida sp1.	Nbre relevés	104						X
	Nbre Abr. Obs.	104						
Solanum sp.	Nbre relevés	2						X
	Nbre Abr. Obs.	2						
SpNI	Nbre relevés	137	X	X	X	X	X	X
	Nbre Abr. Obs.	49						
Stachytarpheta urticaefolia	Nbre relevés	1						X
	Nbre Abr. Obs.	1						
Vernonia cinerea	Nbre relevés	85	X					
	Nbre Abr. Obs.	52						
Vitex trifoliata	Nbre relevés	24					X	
	Nbre Abr. Obs.	0						
Wickstroemia indica	Nbre relevés	98					X	
	Nbre Abr. Obs.	0						
Total Nbre relevés		2136	671	1	461	188	569	244
Total Nbre Abr. Obs.		1074	129	0	428	111	215	190

Annexe 6 : Matériel nécessaire à l'élaboration des solutions de monoterpènes

La base alimentaire utilisée a été le pain de mie et le détail du matériel utilisé lors des tests est donné dans la liste suivante.

Ethanol absolu (acclimatation, etc.)	10 mL * nombre essai + extra
Monoterpènes	variable selon le composé
Pipette de 5 mL, précision 1/10 mL.	1 pour chaque solution (minimum 6)
Vaporisateur de 5mL minimum	1 pour chaque solution (minimum 6)
Bouteille de 100 mL (stockage des solutions)	1 pour chaque solution (minimum 6)
Bols pour la présentation du pain	1 pour chaque solution (minimum 6)
Balance (précision au 1/10 g.)	
Pain de mie	20 g. * nombre essai + extra



Matériel utilisé.