

INVENTAIRE MYRMECOLOGIQUE DES AIRES PROTEGEES DE LA PROVINCE SUD



Phase 2 : Etudes des
réserves
du Mont Do, du Pic
Ninga, du Mont
Humboldt, de Nodéla
et des Chutes de la
Madeleine.

LABORATOIRE D'ENTOMOLOGIE APPLIQUEE

**UMR 022 CENTRE BIOLOGIE GESTION DES
POPULATIONS**



Institut de recherche
pour le développement

Emilie Baby & Hervé Jourdan

Rapport de Convention DENV
Province Sud
Convention n° 3739
Nouméa, Janvier 2010

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS

I) Introduction4

Cadre et objectifs de l'étude.....4

Les myrmécofaunes comme indicateurs biologiques de l'état de perturbation des forêts.....4

II) Matériel et méthodes..... 5

Présentation des réserves étudiées.....5

Réserves des Chutes de la Madeleine.....5

Réserve du Mont Do5

Réserve du Mont Humboldt.....6

Réserve de Nodéla6

Réserve du Pic Ninga6

Méthode d'échantillonnage : le protocole standard ALL.....7

Pièges d'interception.....7

Prélèvement de litière.....8

Mise en application du protocole.....9

Traitement des échantillons et analyse des données.....10

III) Résultats.....11

Résultats globaux.....11

Richesses spécifiques et densités.....12

Composition des communautés de Formicidae et diversité spécifique.....13

Similarités inter-communautés.....18

IV) Discussion & Perspectives.....19

Bibliographie.....22

ANNEXES26

Remerciements

Nous remercions l'équipe du laboratoire de botanique Appliquée, en particulier Frédéric Rigaud et Laure Barrabé pour leur aide cartographique, mais également l'orientation vers des zones intéressantes de prospection sur le terrain. Nous remercions vivement Tanguy Jaffré, pour les discussions sur la conservation des milieux forestiers et la problématique de la fragmentation des habitats.

Nous remercions également Dominique Garnier et David Paulaud de la DENV pour leur disponibilité et leur aide pour la préparation du terrain et des contacts préalables (en particulier pour la réserve de Nodella). Enfin, nous adressons un grand merci à Alain Quéval, pilote de l'hélicoptère de la Province, qui nous a permis de réaliser notre mission sur le Mont Humboldt.

I) Introduction

Cadre et objectifs de l'étude

Pour tenter de conserver le patrimoine naturel, exceptionnel de la province Sud, 24 aires protégées terrestres ont été créées pour un total d'environ 50000 ha, répartis sur l'ensemble de la province et couvrant les divers écosystèmes terrestres (Barrabé et al. 2007,2008, Anonyme 2009).

Cependant, les connaissances relatives à la biodiversité de ces zones restent peu développées et surtout hétérogènes selon les aires protégées considérées (Baby et Jourdan, 2009). Pourtant la conservation de ces zones passe avant tout par une meilleure caractérisation de leur flore et de leur faune.

Cette étude faunistique correspond à la seconde phase des inventaires réalisés par l'équipe de l'UMR CBGP de l'IRD dans le cadre de la convention cadre pluriannuelle d'objectifs et de moyens n° 3739 passée avec la Province Sud.

En 2008 six réserves du Gand Sud calédonien ont été échantillonnées. Il s'agissait des réserves du Cap N'dua, du Pic du Pin, du Pic du Grand Kaori, de Yaté Barrage, de la Forêt Cachée et de la Forêt Nord (Cuénot et al, 2008). Au cours de l'année 2009, nous avons pu échantillonner cinq réserves qui sont dispersées dans toute la Province Sud. Il s'agit (du Sud au Nord) des réserves des Chutes de la Madeleine, du Mont Humboldt, du Pic Ninga, du Mont Do et de Nodéla (cf. fig1).

Les myrmécofaunes comme indicateurs biologiques de l'état de perturbation des forêts.

Si l'objectif idéal est la connaissance la plus exhaustive possible de la faune résidente des formations forestières étudiées, la dimension du travail (nombre d'espèces d'invertébrés), l'état de nos connaissances (moins de 6000 espèces nommées en Nouvelle-Calédonie, pour un total estimé à plus de 25000 espèces (Chazeau 1993 ; Jourdan 1999)), l'absence de taxonomistes susceptibles d'en entreprendre l'identification et le temps disponible pour réaliser les études, rendent irréaliste une telle entreprise. Dans le contexte d'urgence de la conservation des formations forestières en Nouvelle-Calédonie, l'évaluation faunistique des habitats doit donc être ciblée sur des groupes considérés comme des indicateurs de la qualité des milieux naturels, tant sur les plans de la richesse spécifique, de la diversité, de l'originalité taxinomique et de l'état de conservation.

Les invertébrés sont reconnus pour être de façon générale de bons indicateurs des conditions écologiques car ils présentent une forte diversité et sont fonctionnellement importants. De plus ils peuvent intégrer une variété de processus écologiques, sont sensibles aux changements environnementaux et sont relativement simples à échantillonner (Greenslade 1984, Brown 1997, McGeoch 1998, Andersen et al. 2004). De plus leurs qualités en tant que bio-indicateurs ont été particulièrement reconnues dans le contexte des changements écologiques associés à l'utilisation humaine des habitats (Rosenberg et al. 1986).

Le groupe des fourmis (Insecta, Hymenoptera, Formicidae) n'échappe pas à ce constat et est utilisé comme indicateur pour caractériser des zones sensibles dans des milieux écologiquement très divers, ainsi que pour le suivi de leur évolution pendant des processus de restauration, tels que la réhabilitation d'anciens sites miniers (Majer 1983, Andersen 1990, 1997, Majer et de Kock 1992, Majer et Beeston 1996, King et al. 1998, Bisevac et Majer 1999,). La forte réactivité du groupe aux

perturbations anthropiques justifie donc son utilisation comme indicateur de l'état des habitats dans l'étude des réserves de la Province Sud. En Nouvelle-Calédonie, la myrmécofaune recensée compte à l'heure actuelle environ 200 morphospecies, avec une taxonomie relativement bien établie, même s'il subsiste encore de nombreuses espèces non décrites (Jourdan 2002). Ainsi, contrairement à la majorité des groupes d'insectes en Nouvelle-Calédonie, on dispose d'une connaissance taxinomique compatible avec la distinction ou l'identification rapide des espèces et leur assignation à des groupes fonctionnels.

II) Matériel et méthodes

Présentation des réserves étudiées

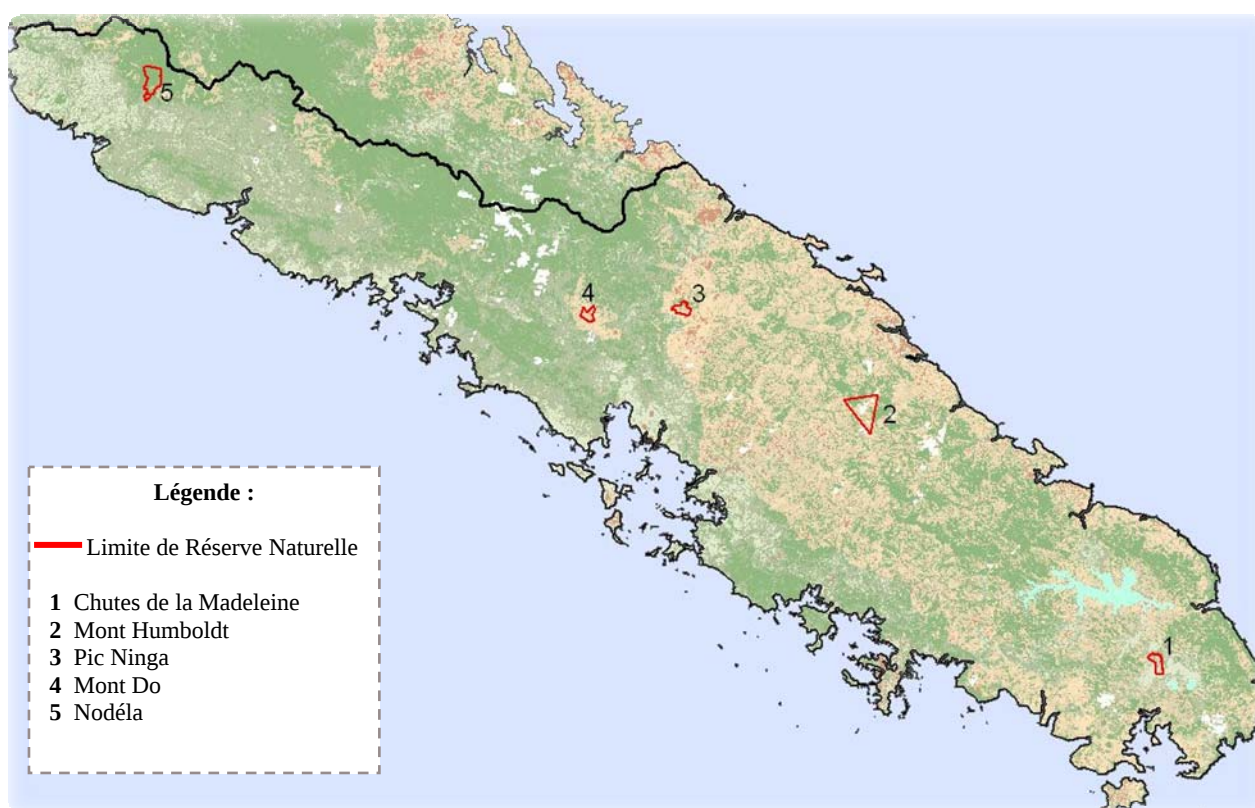


Figure 1 : localisation géographique des cinq réserves étudiées

Réserves des Chutes de la Madeleine:

Cette réserve se distingue fortement des quatre autres réserves ici étudiées. En effet elle est composée à 75% d'un maquis minier ligno-herbacé de zones plus ou moins hydromorphe (Barrabé et al 2008). Ce type de végétation est très original.

Réserve du Mont Do) :

Cette réserve, située sur sols ultramafiques ne fait pas parti du Grand Massif du Sud mais se trouve à proximité immédiate au Nord Ouest de celui-ci. Elle est composée à 53% de maquis minier

et à 44% de forêt dense humide, dont le faciès principal est à *Araucaria laubenfelsii* et *Nothofagus codonandra* (Grignon et al 2009).

Réserve du Mont Humboldt :

Cette réserve culmine à plus 1600m. C'est la réserve la plus haute de la Province Sud. Elle est caractérisée par des formations d'altitude dont une forêt de mousse importante.

Réserve de Nodéla :

Elle se distingue des autres réserves par un sol d'une composition plus complexe. C'est également la réserve la plus au Nord de la Province Sud. Le gradient altitudinal y est très important puis que la partie basse de la réserve est à seulement 120m d'altitude et sa partie haute culmine à 1420m. C'est une réserve majoritairement forestière (68% de forêt dense humide) (Barrabé et al 2008).

Réserve du Pic Ninga :

Cette réserve est principalement forestière (à 80%) et elle se décompose en deux types de forêts. Entre 400m et 1100m on trouve de la forêt dense humide dont le faciès principal est un faciès forestier sur pente avec des éboulis rocheux de péridotite et au-delà de 1100 on trouve une forêt de mousse. Ces deux formations représentent respectivement 58% et 23% de la végétation totale (Grignon et al 2009). Nous avons principalement travaillé sur la zone de forêt humide comprise entre 1000 et 1100m.

Tableau 1 : Caractéristiques principales des réserves étudiées. (Formation végétales : F= Forêt dense humide, M= Maquis minier, R= végétation aquatique / Substrats édaphiques : Bas. =basaltes,, Pér. = péridotites, Serp. = serpentines, All. = alluvions, Coll ; = colluvions, Fluv. = fluviolacustre., (sources : Anonyme 2009, Barrabé et al. 2007))

	Statut	Surface administratives (ha)	Altitude inférieure	Altitude supérieure	Formation végétales	Contraintes édaphiques
Chutes de la Madeleine	Réserve naturelle	400	240	340	M,R	Pér ; Coll. & Fluv.
Mont Do	Réserve naturelle	300	380	1020	M,F	Pér.
Mont Humboldt	Réserve naturelle	3200	500	1600	M,F	Pér.
Nodéla	Réserve naturelle	935	120	1420	M,F	Pér., Serp., Bas., All. & Coll.
Pic Ninga	Réserve naturelle	340	680	1340	M,F	Pér.

Au cours de cette étude et comme pour la précédente, nous avons choisi d'effectuer l'inventaire myrmécologique uniquement sur les zones de forêt humide. En effet le maquis minier étant une formation secondaire et de transition vers une recolonisation forestière, les espèces de Formicidae présentes sur cette zone ne peuvent être considérées comme stables et caractéristiques du milieu (Chazeau et al. 2003, 2004).

Méthode d'échantillonnage : le protocole standard ALL

Notre stratégie d'échantillonnage repose sur l'application du protocole standard ALL ('Ants of the Leaf Litter'), proposé par Agosti et al. (2000). Cette méthode s'impose aujourd'hui comme un standard dans les études de la diversité des myrmécofaunes à l'échelle planétaire (Agosti et al. 2000a) : pour un effort d'échantillonnage donné, il permet d'obtenir des résultats calibrés, et permet une comparaison avec les résultats obtenus au cours d'études précédentes.

Ce protocole repose donc sur un double échantillonnage synchrone au niveau du sol. Le long d'un layon, des échantillons de litière sont systématiquement prélevés, tous les 10 m, sur une surface de 1 m². Parallèlement, des pièges d'interception de type Barber ('pitfall traps') sont posés au voisinage des points de prélèvement de litière et sont maintenus en place pendant 48 heures. Dans la pratique, le marquage du transect et la pose des pièges de Barber sont faits le même jour ; le relevé des pièges est fait après 48 heures de capture et le prélèvement de la litière est fait immédiatement après.

Pièges d'interception

Ces pièges d'interception sont constitués par des pots en matière plastique enfouis dans le sol, dont le bord supérieur affleure à la surface de la litière ou du sol (h 70 mm, Ø 65 mm). Chaque pot est partiellement rempli d'une solution de di-éthylène-glycol (antigel du commerce) additionnée de 2% de formol (formaldéhyde). Ces pièges donnent une assez bonne image des communautés de fourmis (Jourdan 1999 ; Agosti et al. 2000). L'enfouissement se fait à l'aide d'un emporte-pièce. Les pièges sont protégés par un couvercle en plastique surélevé pour limiter leur contamination par les débris végétaux et les eaux de pluies.



Figure 2 : Dispositif de piégeage de type « Pitfall » (source : B. Gatimel / IRD).

Prélèvement de litière

L'extraction de la faune de la litière est réalisée par la méthode des sacs ou extracteurs de Winkler. Sur le terrain, une première étape consiste à prélever la totalité de la litière présente sur 1m² en s'aidant d'un cadre articulé en cornières d'aluminium de 1 m x 1 m. Cette litière est immédiatement tamisée (tamis de maille 0,4 cm) et recueilli dans des sacs de toile numérotés, conservés à l'abri de la chaleur.



Figure 3 : Tamisage de litière en forêt (source : B. Gatimel / IRD).

Compte tenu de la répartition irrégulière de la litière, à chaque point de récolte, le quadrat de litière est prélevé de façon pragmatique à une distance variable du repère décimétrique sur le transect (là où il existe une quantité convenable de litière), mais assez loin de l'emplacement du piège de Barber pour éviter toute interférence sur l'activité de fourragement et donc d'interception des Formicidae.

La seconde étape, l'extraction de la faune récoltée est réalisée au laboratoire. Le contenu des sacs en toile est transféré dans des sacs en filet. Ces sacs sont immédiatement suspendus dans des extracteurs en toile, dont la partie inférieure reçoit un pot contenant de l'alcool à 95°. Les insectes sont ainsi recueillis, au fur et à mesure de leur descente, qui accompagne la dessiccation lente du contenu de l'extracteur. Le temps standardisé pour une extraction convenable est de 48 heures.



Figure 4 : Extraction à l'aide des sacs de « Winkler » (source : B. Gatimel / IRD).

Mise en application du protocole

Il est nécessaire de faire quelques remarques sur la réalisation du protocole ALL dans certaines des réserves afin de pouvoir interpréter par la suite certains résultats importants.

Pour l'échantillonnage de la réserve des Chutes de la Madeline il nous a fallu adapter ce protocole standard. En effet compte tenu des particularités de la végétation de cette réserve nous n'avons réalisé que deux lignes sur lesquelles nous n'avons pas effectué de prélèvement de litière. La première ligne est située dans un milieu rivulaire juste au bord de la rivière. La seconde, parallèle à la première a quant à elle été réalisée à une centaine de mètre de la rive.

Nous avons vu précédemment que la réserve du Mont Humboldt est composée d'un faciès particulier de forêt dense humide qui est la forêt à mousses. Les deux premières transects ont été réalisées au cœur de ce type de forêt, et la troisième dans une forêt humide plus ordinaire.

Concernant la réserve de Nodéla, nous devons préciser que les deux premières lignes ont été réalisées à une altitude similaire (600-700m). Par contre la troisième ligne a été réalisée plus bas (400m) et surtout le faciès de la végétation y était assez différent (sous bois très dégradé certainement en raison d'une fréquentation importante de cerfs et de cochons sauvages).

Traitement des échantillons et analyse des données

Les contenus des pièges de Barber et le produit d'extraction des sacs de Winkler sont triés sous microscope binoculaire, toutes les fourmis sont identifiées et dénombrées puis conservées dans de l'alcool à 95°, dans des tubes référencés.

Il n'existe pas de clé générale d'identification pour la myrmécofaune néo-calédonienne. Sa connaissance est loin d'être exhaustive et plusieurs espèces collectées ne sont pas encore nommées (Jourdan 1999, 2002).

Lorsque l'identification à une espèce décrite n'a pas été possible, on distingue une *morphospecies* par l'utilisation des critères discriminants les plus communément utilisés. L'existence d'un polymorphisme de caste dans certains groupes, qui complique souvent l'identification des fourmis, est également prise en compte pour ces identifications. Chacune reçoit un code d'identification.

Afin de caractériser les différents sites étudiés nous avons d'abord calculé des indices de diversité. Ces indices permettent de mettre en évidence des phénomènes éventuels de dominance d'espèce dans le milieu. Plus il y a dominance d'une seule espèce, moins la diversité de la communauté est importante.

Par la suite, nous avons calculé des indices estimateurs de la richesse spécifique. En effet même si l'effort d'échantillonnage est important, toutes les espèces présentes dans le milieu sont rarement récoltées. Ces indices permettent d'estimer la richesse réelle du milieu.

Pour calculer ces différents indices nous avons utilisé deux logiciels informatiques : *Spade* (Chao. A., Shen T.J., 2003) et *Estimates 8.0* (Colwell. R.K., 2005).

Indices estimateurs de la diversité spécifique

- **Alpha** : indice de la série logarithmique.
- **Shanon H'** : indice de diversité de Shannon.
- **Simpson D (ou plutôt 1/D)** : indice de diversité de Simpson.

Plus les valeurs de ces indices seront élevées plus la communauté sera considérée comme diversifiée, c'est-à-dire avec peu de dominance d'espèces. A noter qu'on considère que des communautés obtenant une valeur de l'indice de Shanon inférieure à 1,5 sont perturbées. De la même façon une communauté dont la valeur de l'indice de Simpson est inférieure à 1 présente une très forte dominance.

Indices estimateurs de la Richesse spécifique

- **ACE** : Estimateur de richesse fondé sur l'incidence des espèces.
- **ICE** : Estimateur de richesse fondé sur l'abondance des espèces.
- **Chao1** : Estimateur de richesse donnant des informations sur l'abondance spécifique.
- **Chao2** : Estimateur de richesse donnant des informations sur l'incidence spécifique.
- **Jack1** : Estimateur de richesse Jackknife de premier ordre.
- **Jack2** : Estimateur de richesse Jackknife de second ordre.
- **Bootstrap** : Estimateur de richesse par la méthode du bootstrap.

Ces estimateurs sont relatifs ; ainsi pour un estimateur donné, la forêt en présentant la plus forte valeur a la plus forte richesse spécifique. Ce sont donc ces sept indices qui vont nous permettre de comparer les richesses de chaque forêt.

(Toutes les formules permettant de calculer les principaux indices sont données en annexe)

III) Résultats

Résultats globaux :

Au cours de notre échantillonnage dans ces 5 réserves naturelles, nous avons analysé le contenu de 520 prélèvements (280 Pitfall et 240 Winkler), ce qui représente 2800m de transects parcourus.

Dans chacune des réserves, nous avons échantillonné le long de 600m de transects (hormis dans la réserve des Chutes de la Madeleine où seulement 200m ont été parcourus compte tenu des conditions d'habitats rencontrées, ie maquis sans couvert de litière dense).

L'analyse de ces prélèvements nous a permis d'identifier un total de 46 morphospecies répartis en 25 genres et 7 sous familles parmi les 10 que compte la Nouvelle Calédonie (**Annexe 2**) Cela représente un effectif total de 3256 individus dont 2406 ont été récoltés grâce à la méthode de tamisage par Winkler et 850 grâce au piégeage par Pitfall.

Le taux d'endémisme global est très impressionnant car il atteint 84.8%, même s'il varie selon les réserves d'un taux de 60% aux Chutes de la Madeline à 91.3% au Mont Do.

Richesses spécifiques et densités :

Le **Tableau 2** donne les résultats du calcul des différents indices de richesse spécifique obtenus grâce au logiciel Estimates 8.0.

Tableau 2 : indices de richesse spécifique calculés par le logiciel Estimates 8.0

	Nodéla	Mont Do	Pic Ninga	Humboldt	Madeleine
Sobs	31	23	20	10	5
ACE	55	27.17	21	11.71	5.75
ICE	58.89	31.28	21.42	20	11
Chao1	49	27.17	20.5	11	5.25
Chao2	47.2	27.05	19.89	16	7.25
Jack1	43	29	21.67	14	6.5
Jack2	47.33	30.33	21.5	15.5	6.5
Bootstrap	36.7	26.04	20.52	11.89	5.75

Nous observons d'abord que la réserve la plus riche est celle de Nodéla avec une richesse spécifique observée de 31 espèces. Cependant les différents indices donnent une richesse possible beaucoup plus importante (jusqu'à 58 pour l'indice ICE). A l'opposé se trouve la réserve des Chutes de la Madeleine dont l'indice moyen de richesse spécifique est de 6.9.

Pour les autres réserves les estimations de richesse spécifique sont toujours un peu supérieures à la richesse observée (Sobs), mais la différence est moins importante que dans le cas de la réserve de Nodéla.

A partir des effectifs récoltés d'une part par la méthode de Winkler et d'autre part par le piégeage par Pitfall, nous pouvons calculer respectivement une densité et un indice de fourragement pour chaque réserve (**Tableau 3**). Cependant ces résultats englobent les résultats des trois lignes, alors que les effectifs peuvent parfois varier de façon importante d'une ligne à l'autre. C'est par exemple le cas pour la réserve de Nodéla. Nos résultats montrent en effet que le nombre d'individus récoltés est beaucoup moins important au niveau de la troisième ligne que sur les deux premières. Par ailleurs le nombre d'espèces y est légèrement plus faible.

Sur la réserve des Chutes de la Madeleine nous pouvons observer dans les résultats une différence importante dans les effectifs récoltés le long de nos deux zones d'échantillonnage. Le premier transect (en zone rivulaire) n'a permis de récolter que 21 individus contre 327 spécimens récoltés au niveau du second transect (maquis). Au niveau spécifique, nous avons recensé 5 espèces près de la rive contre seulement 2 sur le transect en maquis.

Tableau 3 : Calcul de la densité et de l'indice de fourragement pour chaque réserve

	Nodéla	Mont Do	Pic Ninga	Humboldt	Madeleine
nbr total individus Winkler	1159	156	677	414	0
nbr total individus Pitfall	233	60	150	59	348
nbr total esp Winkler	10	17	17	9	0
nbr total esp Pitfall	12	15	14	5	5
densité (ind/m ²)	57.95	7.8	33.85	20.7	0
indice de fourragement (ind/jour/piège	5.825	1.5	3.75	1.475	8.7

Composition des communautés de Formicidae et diversité spécifique :

Pour chacune des réserves, nous présentons les données acquises sous forme d'un graphe « rang/abondance », sur lequel les espèces échantillonnées dans la localité sont ordonnées de la plus abondante à la moins abondante sur l'axe des abscisses, et les abondances relatives sont représentées à l'échelle logarithmique sur l'axe des ordonnées. Cette représentation permet de visualiser rapidement les phénomènes de dominance ou au contraire d'équitabilité au sein de la communauté représentée. A noter que nous avons systématiquement regroupé les données obtenues par Pitfall et Winkler. Toutes les valeurs des indices de diversités sont reportées dans le **Tableau 4**.

Tableau 4 : Indices de diversité calculés grâce au logiciel Estimates 8.0

	Nodéla	Mont Do	Pic Ninga	Humboldt	Madeleine
Alpha	5.62	6.51	3.47	1.79	0.83
Shanon	1.62	2.38	1.33	1.21	0.63
Simpson	3.19	6.53	2.22	2.15	1.61

Réserve des Chutes de la Madeleine :

A partir des 40 Pitfall prélevés nous avons finalement identifié 348 spécimens qui se répartissent en seulement 5 espèces réparties en 5 genres différents.

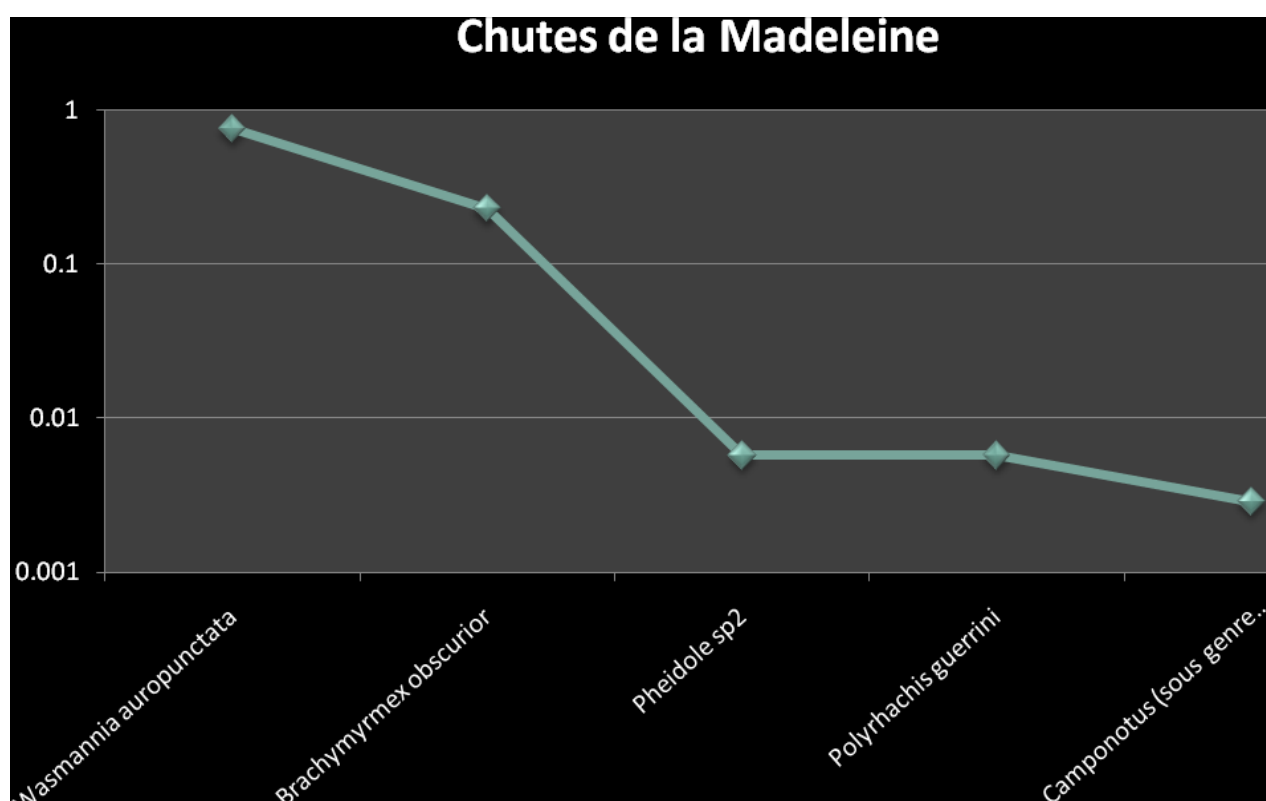


Figure 5 : graphe rang abondance représentant la structure de la communauté de Formicidae de la réserve des Chutes de la Madeleine

Nous pouvons remarquer sur le graphe (**Figure 5**) que 2 espèces dominent la communauté : *Wasmannia auropunctata* et *Brachymyrmex obscurior*, et représentant respectivement 75 et 23% des effectifs totaux récoltés. Alors que les 3 autres espèces recensées (qui sont endémiques) sont représentées à moins de 1% chacune. Les différents indices de diversité que nous avons calculés donnent des scores très bas pour cette réserve (**Tableau 4**).

Cependant, il faut noter une différence significative dans la composition des communautés entre les deux transects échantillonnés.

A proximité immédiate du rivage nous avons recensé 5 espèces différentes dont trois sont endémiques. Au cours de l'échantillonnage le long du second transect, nous avons seulement récoltées deux espèces (*Wasmannia auropunctata* et *Brachymyrmex cf obscurior*). Il s'agit de 2 espèces exotiques, originaire de la région néotropicale. Le taux d'endémisme global de cette réserve atteint de 60%. Mais, globalement cette communauté apparaît très appauvrie, illustrant une altération des habitats. Une espèce supplémentaire de Formicidae a également été observée mais non piégée au cours de la mise en œuvre de notre protocole : il s'agit de *Solenopsis geminata*, une fourmi également introduite et qui construit des fourmilières en dôme dans les zones plus ouvertes. C'est également un envahisseur agressif.

Réserve du Mont Humboldt :

473 individus répartis en 10 espèces ont été recensés dans cette réserve. Ces 10 espèces se répartissent en 9 genres différents. 9 espèces ont été récoltées à partir des Winkler contre 5 à partir des Pitfall. Une espèce domine la communauté. Il s'agit de *Monomorium sp1* qui représente 66% des effectifs totaux. La seconde espèce la plus commune appartient également au genre *Monomorium* (*Monomorium sp2*) et contribue à 10% des effectifs totaux récoltés. On remarque donc une dominance du genre *Monomorium* qui contribue à lui seul à hauteur de 76% des effectifs totaux (**Figure 6**). Ces deux espèces sont endémiques et le taux global d'endémisme de cette réserve est de 80%. Remarquons cependant que la troisième espèce en termes d'effectifs est *Wasmannia auropunctata*. Nous l'avons principalement rencontrée sur le premier transect qui prend son origine à l'entrée de la forêt de mousse, dans la pente vers 820 m d'altitude. Parmi les espèces récoltées, nous signalons particulièrement *Iridomyrmex obsidianus*, qui apparaît comme une espèce à la distribution restreinte aux milieux d'altitude (>900-1000 m). Pour mémoire, la station de description correspond au sommet du Humboldt. Cette fourmi n'est pas dominante dans nos prélèvements forestiers, mais nous l'avons beaucoup observé à vue au cours de notre séjour sur le Mont Humboldt, en particulier en maquis à proximité du refuge et sur le sentier vers le sommet.

La communauté échantillonnée apparaît pauvre. Ce résultat est surprenant compte tenu de l'originalité floristique des formations forestières de montagne. Notons également que les deux premières lignes qui ont été réalisées dans une zone de forêt de mousse sont chacune, deux fois moins riches en nombre d'individus que la troisième effectuée dans un faciès différent. Les indices de diversité sont assez faibles mais ne montrent pas un état de perturbation important du milieu (**Tableau 4**). Cette faible richesse interroge sur les conditions d'habitats, nous discuterons plus amplement ce point dans la troisième partie.

Réserve du Pic Ninga :

L'échantillonnage de la réserve du Pic Ninga a permis d'identifier au total 20 espèces qui sont réparties à travers 13 genres. Cela représente un effectif total de 827 individus. Sur le graphe (**Figure 7**) nous pouvons observer une assez forte dominance de l'espèce *Paratrechina foreli nigriventris* qui représente en effet 65% des effectifs totaux alors que la seconde espèce en terme d'abondance (*Pheidole sp1*) n'est présente qu'à hauteur de 12%.

L'endémisme sur cette réserve atteint 85% ; seulement deux espèces sont des espèces introduites et elles sont présentes en faibles effectifs. Les indices de diversité sont plutôt équilibrés, même si l'indice de Shanon est légèrement inférieur à 1,5, ce qui dénote d'une légère perturbation du milieu (**Tableau 4**). Nous avons en particulier noté un sous bois perturbé par une forte pression de cerfs (altération du couvert de litière, absence de recrutement de jeunes plantules au sol...).

Réserve du Mont Do :

Le travail réalisé sur la réserve du Mont Do a permis de récolter uniquement 216 individus mais qui sont répartis dans 23 espèces et 14 genres différents. L'espèce la plus commune est *Paratrechina foreli nigriventris*, mais elle ne représente que 33% des effectifs totaux. Une seule autre espèce atteint un effectif supérieur à 10% et toutes les autres espèces c'est-à-dire 21, présentent des effectifs inférieurs à 10%.

Cependant, nous remarquons aisément sur le graphe (**Figure 8**) que cette communauté est très bien équilibrée. Les indices de diversité confirment cette observation car la réserve du Mont Do est celle qui obtient les indices les plus élevés (**Tableau 4**).

Le taux d'endémisme atteint les 91.3%, ce qui démontre l'originalité de cette communauté.

Réserve de Nodéla (Pentes ouest du massif du Mé Maoya)

Cette réserve est celle où nous avons capturé le plus grand nombre de spécimens: 1392 individus ont été récoltés. Il s'agit également de la zone la plus riche échantillonnée au cours de l'année, puisque nous avons pu identifier 31 morphospecies, appartenant à 22 genres différents.

Cependant la diversité spécifique est un peu moins importante que celle du Mont Do (**Tableau 4**). Il est par contre remarquable, que l'espèce la plus abondante (*Pheidole sp1*) représente moins de 50% des effectifs totaux (**Figure 9**), ce qui est en contraste avec les autres réserves échantillonnées au cours de l'année. Le taux d'endémisme est également important puisqu'il atteint 80.6%.

Néanmoins, au cours de notre échantillonnage, nous avons noté la présence de 3 espèces envahissantes : *Anoplolepis gracilipes*, *Paratrechina vaga* et *Wasmannia auropunctata*. *W. auropunctata* a été uniquement collectée dans la station échantillonnée à 400 m d'altitude.

Paratrechina vaga qui est la seconde espèce en termes d'abondance. Cependant l'ensemble de l'effectif est localisé sur un seul point se trouvant à proximité de la piste, ce qui peut relativiser cette observation.

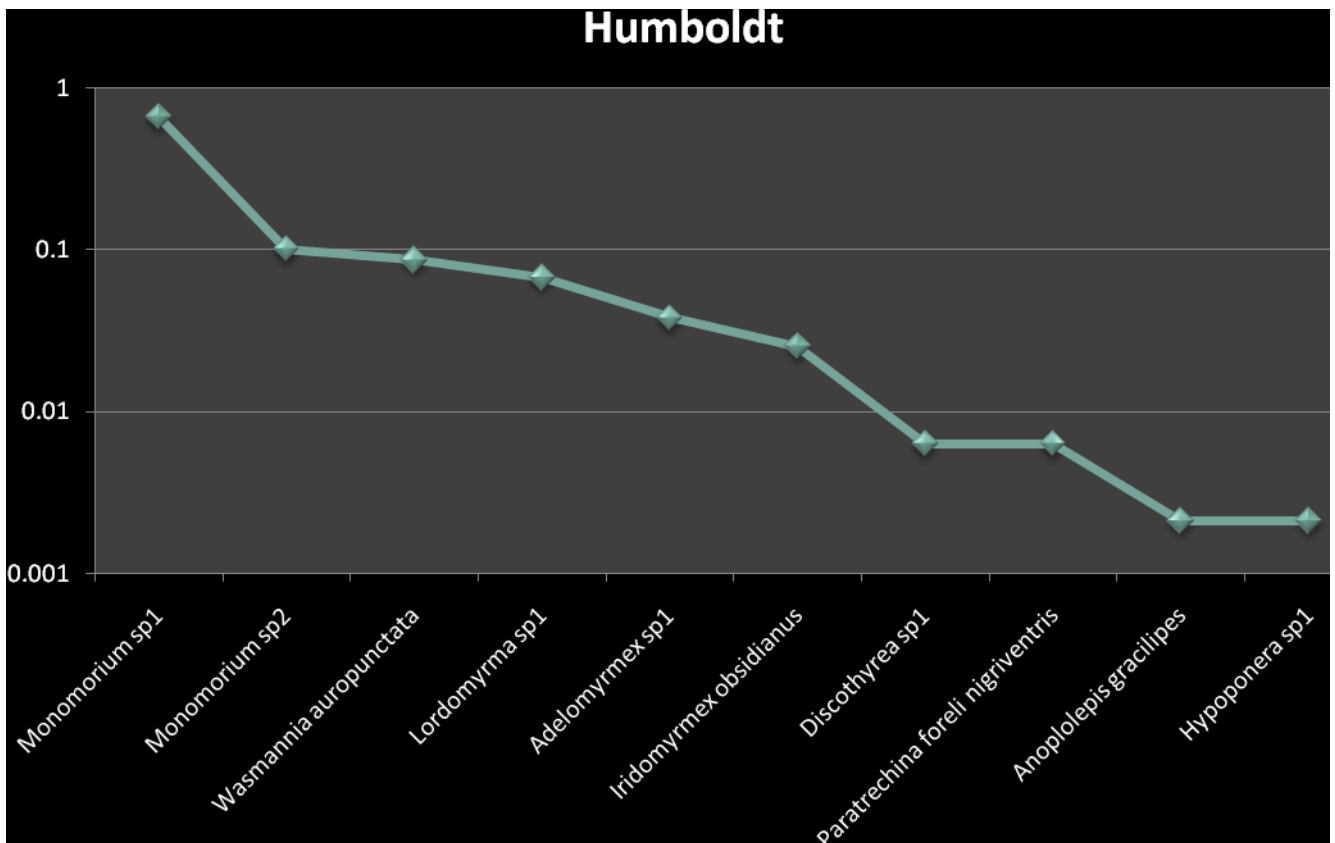


Figure 6 : graphe rang abondance représentant la structure de la communauté de Formicidae de la réserve du Mont Humboldt

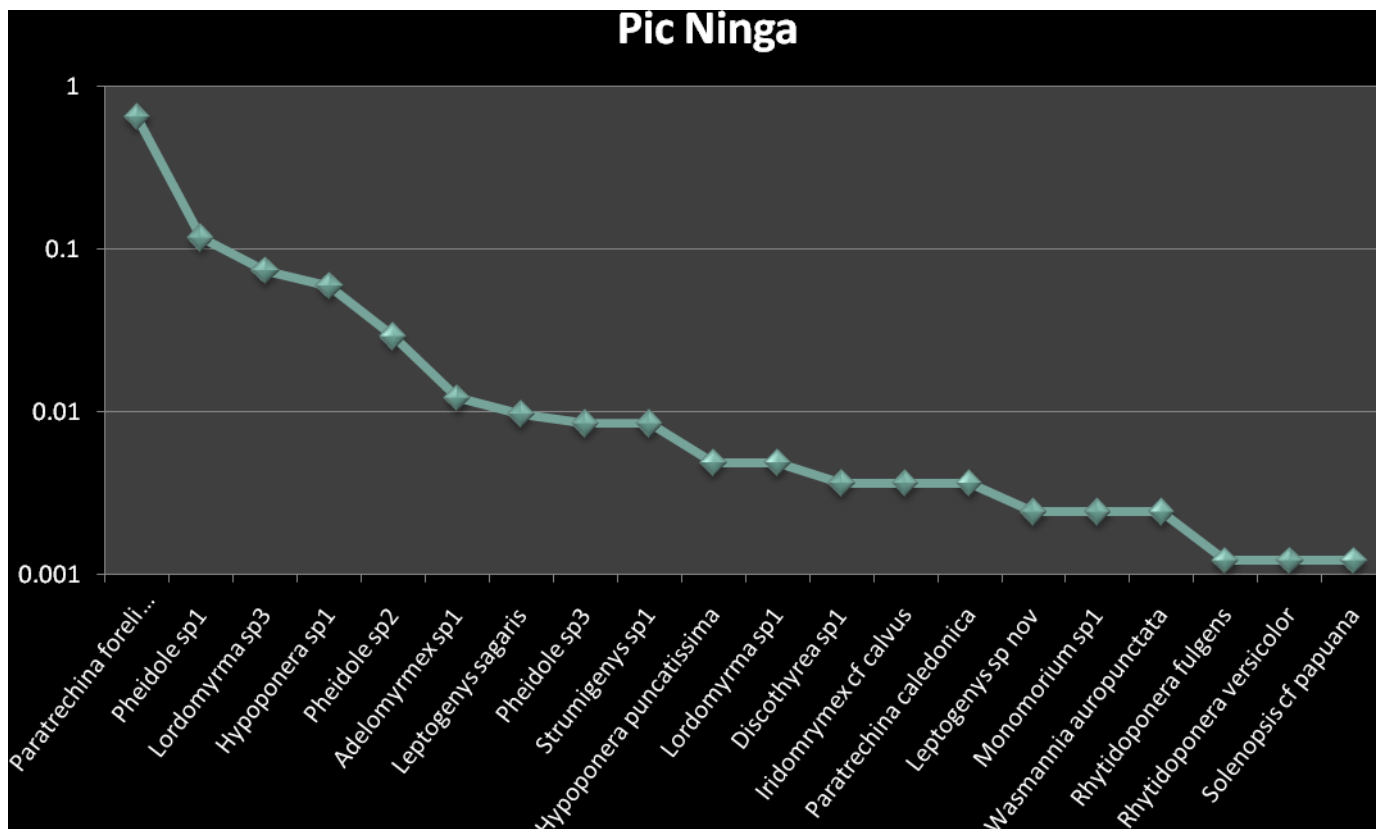


Figure 7 : graphe rang abondance représentant la structure de la communauté de Formicidae de la réserve du Pic Ninga

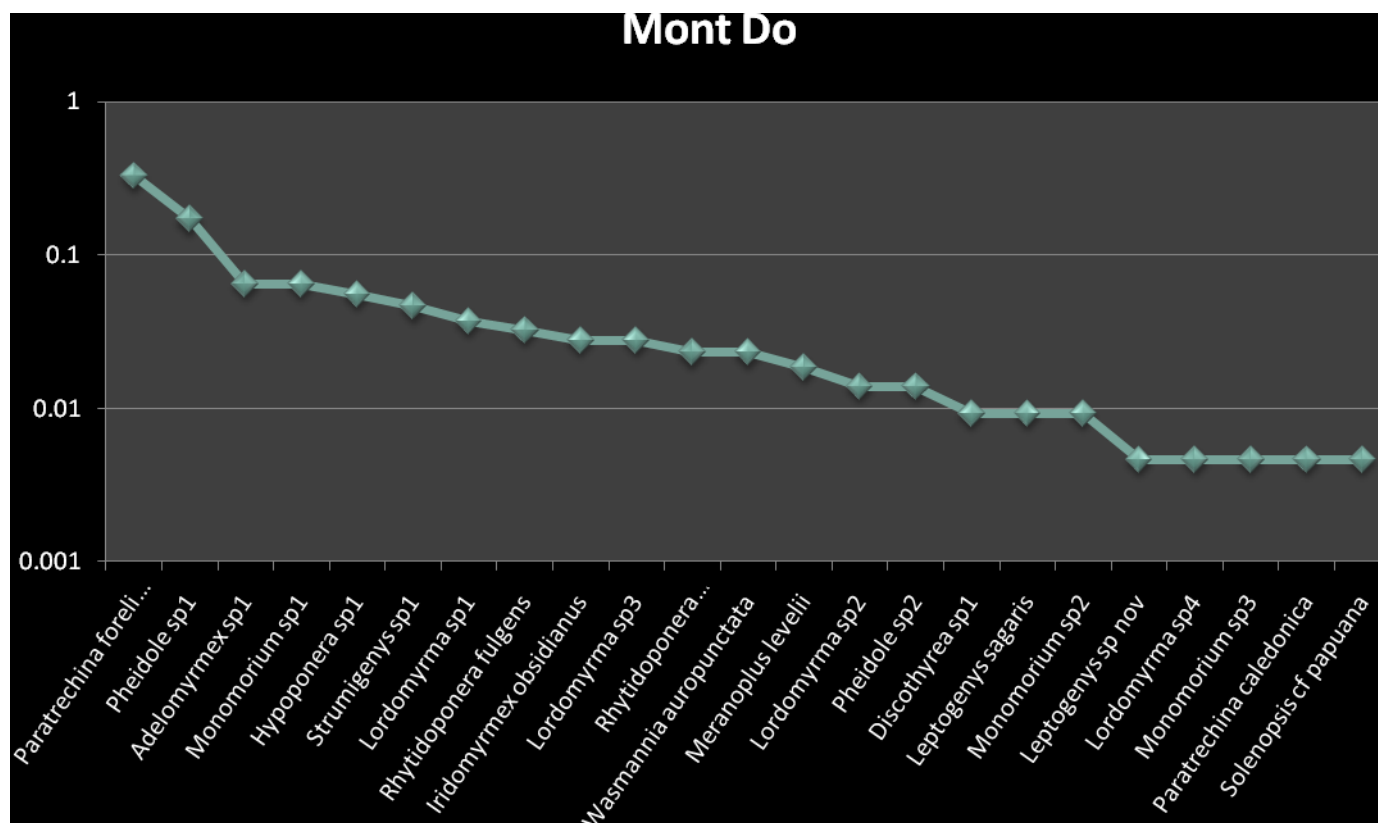


Figure 9 : graphe rang abondance représentant la structure de la communauté de Formicidae de la réserve du Mont Do

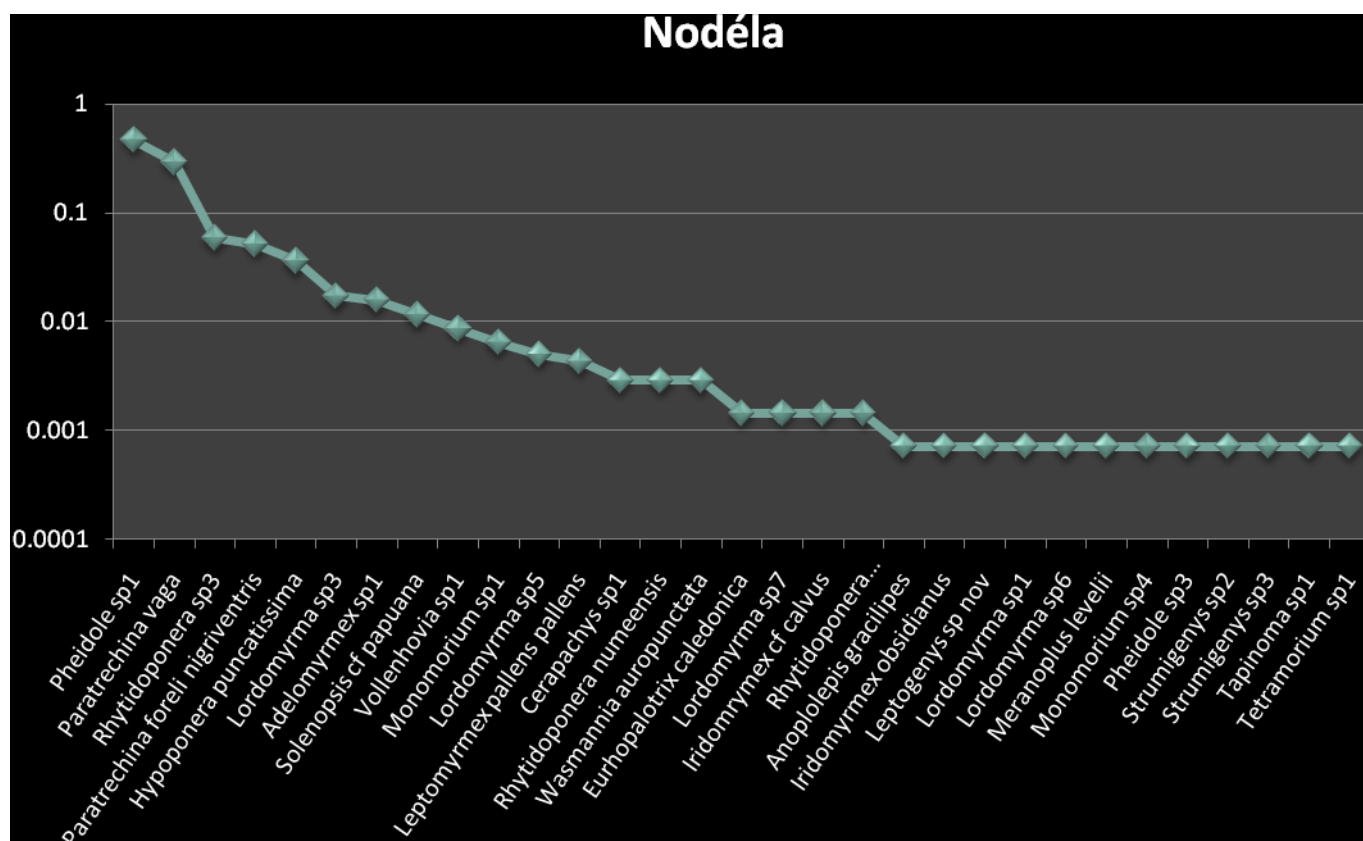


Figure 8 : graphe rang abondance représentant la structure de la communauté de Formicidae de la réserve de Nodéla

Similarités inter-communautés

Grâce au logiciel Estimates 8.0, nous avons également calculé des indices de similarité entre chaque réserve. Le tableau 5 donne les résultats des indices de Jaccard (en vert dans le tableau) et de Morisita-Horn (en jaune dans le tableau).

Tableau 5 : indice de similarité entre chaque réserve. Dans la partie jaune : résultat de l'indice de Morisita-Horn, et dans la partie verte résultats de l'indices de Jaccard (les valeurs sont en %)

	Nodéla	Mont Do	Pic Ninga	Humboldt	Madeleine
Nodéla		42.2	23.7	1.4	0.4
Mont Do	28.5		79.8	17.3	4.4
Pic Ninga	30.7	59.2		1.5	0.3
Humboldt	20.5	37.5	30.4		12
Madeleine	2.8	7.6	8.6	7.1	

La différence entre les deux indices retenus est que pour le calcul de l'indice de Morisita-Horn, l'abondance relative de chaque espèce au sein de chaque site est prise en compte. Ce n'est pas le cas pour l'indice de Jaccard. L'indice de Morisita-Horn est donc plus précis que celui de Jaccard qui se base en fait uniquement sur des données d'occurrence.

D'après les deux indices, les deux réserves qui ont les communautés les plus similaires sont les réserves du Mont Do et du Pic Ninga. Ces réserves sont en effet les plus proches géographiquement (Figure 1), ce qui explique en grande partie cette proximité.

Pour les autres réserves il y a toujours moins de 50% de recouvrement, ce qui montre que les communautés de chaque réserve sont originales les unes par rapport aux autres.

IV) Discussion & Perspectives

Au cours de notre étude, nous avons pu récolter 46 morphospecies répartis en 25 genres et 7 sous familles parmi les 10 que compte la Nouvelle-Calédonie. Pour un effort d'échantillonnage standardisé, nous avons obtenu de 5 à 31 morphospecies selon les zones prospectées.

Globalement, les réserves échantillonnées montrent des assemblages natifs. Quatre des cinq réserves étudiées présentent des éléments originaux et attestent de milieux naturels d'intérêt. Ainsi, nous avons pu observé des taux d'endémisme supérieurs à 80%, pour la myrmécofaune des réserves de Nodéla, du Mont Do, du Pic Ninga et du Mont Humboldt.

Cependant, aucune de ces réserves n'est épargnée par la présence de *Wasmannia auropunctata*, espèce la plus nuisible pour les écosystèmes calédoniens. Ce qui est d'autant plus frappant c'est que jusque là cette espèce n'avait jamais été trouvée à une altitude supérieure à 700m (Jourdan 1999).

Nos résultats montrent que cette espèce est en réalité présente à des altitudes supérieures à 900m voire 1000m, que ce soit au Mont Do, à Nodéla ou au mont Humboldt. Il faut savoir que *Wasmannia auropunctata* est présente dans sa région d'origine en Colombie jusqu'à 1100 m d'altitude (Jourdan 1999). Ces nouvelles observations en altitude confirment la grande menace représentée par la progression de cet envahisseur biologique et interroge sur les conséquences pour les milieux forestiers d'altitude dont on connaît la grande originalité (Barrabé et al. 2008, Nasi et al. 2002). A ce propos, la faiblesse numérique observée sur le Humboldt, interroge sur une possible saisonnalité marquée des communautés de Formicidae et plus généralement des arthropodes en milieu forestier d'altitude. Un échantillonnage complémentaire en saison chaude permettrait de répondre à cette interrogation et de préciser au contraire si ce sont des milieux naturellement pauvre en espèce et de ce fait encore plus fragile et originaux (maintien de communautés d'altitude adaptée à ces conditions difficile – humidité (ie forêt de mousse) et de fraîcheur (températures basses pendant une grande période de l'année en particulier la nuit).

D'autres espèces introduites ont été recensées comme *Paratrechina vaga* ou *Anoplolepis gracilipes*, en particulier à Nodella. La plupart du temps leurs effectifs sont faibles et on les récolte sur des points qui sont proches de zones anthropisées (pistes) ou plus dégradées (lisières de forêt). Cependant, compte tenu de son pouvoir envahissant (Young et al. 2001, Abbott et al. 2006), comme observé ailleurs dans d'autres îles, *Anoplolepis gracilipes* pourrait faire l'objet d'un suivi particulier. Si globalement, cette fourmi apparaît peu envahissante dans le contexte calédonien, ponctuellement on peut observer des pullulations comme dans certains maquis du grand sud (Chazeau et al. 2003). Un suivi de l'évolution de cette population pourrait être entrepris afin de mesurer sa capacité d'invasion et de perturbation des milieux forestiers. Les fragments forestiers échantillonnés sur le Pic Ninga, sont globalement situés à une altitude supérieure à celle où ont été réalisés les échantillonnages sur le Humboldt. Pourtant, la communauté apparaît plus riche.

On note en particulier l'absence de forêt de mousse au Ninga. Les conditions de milieu sont peut être de ce fait plus favorable pour le maintien d'une communauté diversifiée de Formicidae (plus de ressources disponibles ?).

Quoi qu'il en soit, nos résultats illustrent la pression d'invasion réalisée par les espèces envahissantes de Formicidae sur les milieux naturels en Nouvelle-Calédonie, y compris les milieux à priori assez isolées. L'altitude semble néanmoins être un frein à la prolifération de ces espèces,

mais il serait sûrement intéressant de suivre de plus près l'évolution des ces espèces pour pouvoir réagir rapidement et efficacement en cas d'augmentation de leurs effectifs.

La structure des communautés est fortement corrélée à leur composition. D'une manière générale la présence d'espèces envahissantes a tendance à déstabiliser la structure des communautés. Mais cela nous révèle également l'état éventuel de perturbation du milieu.

Le cas de la réserve des Chutes de la Madeleine est exemplaire. Nous n'avons pu échantillonner que 5 espèces échantillonnées, associé à une abondante population de *Wasmannia auropunctata*. Ces caractéristiques sont symptomatiques d'un milieu perturbé.

Cette réserve a été fortement impactée par les feux et on voit en fait que la zone la moins perturbée se situe à proximité immédiate de la rivière. Les efforts de lutte contre les feux et de revégétalisation doivent continuer au sein de cette réserve afin de permettre aux espèces cantonnées à la zone rivulaire de recoloniser une zone plus importante. Si les conditions rivulaires permettent le développement d'un cortège floristique originale, il est difficile d'avoir un diagnostic pour les communautés de Formicidae. La communauté semble appauvrie. Les feux qui ont contribué au développement des maquis et les conditions rivulaires inondables ne sont sans doute pas propice au maintien d'une communauté originale. En outre, la présence de 2 espèces envahissantes amplifie sans doute cet appauvrissement de la communauté. Un complément d'échantillonnage avec des appâts alimentaires pourrait compléter notre diagnostic. On pourrait également envisager, une extension de l'échantillonnage vers Netcha, pour rechercher des formations rivulaires présentant un couvert de litière au sol.

La faible richesse spécifique de la réserve du Mont Humboldt est en fait une surprise. Cette zone est relativement bien isolée et peu fréquentée, même si nous avons pu observer de nombreux déchets en particulier aux abords du refuge. Le Mont Humboldt est le deuxième plus haut sommet de la Nouvelle-Calédonie et le plus haut de la Province Sud. La faune à de telles altitudes est en fait finalement très peu connue, mais il semblerait que les forêts de mousses soient des milieux très peu favorables à l'établissement d'une faune riche et diversifiée. Le taux d'humidité au sol très important dans ces forêts pourrait être un facteur défavorable pour la faune.

Au Pic Ninga nous avons travaillé à la même altitude qu'au Humboldt et il s'avère que la communauté y était beaucoup plus riche et diversifiée. Ce qui confirme à priori l'hypothèse précédente. Cependant, il ya un très fort impact des cerfs sur les recrues forestières et sur la litière présente au sol. A moyen terme, cette perturbation des conditions de stratification de l'habitat mais également des conditions de micro-habitats et de micro-climats au niveau du sol pourrait être néfaste au maintien de s communautés natives d'arthropodes.

Les réserves du Pic Ninga, du Mont Do et de Nodéla sont donc celles qui apparaissent en « meilleur santé ». La richesse spécifique y est au minimum de 20 et les communautés plutôt bien équilibrées. Les indices de similarité ont montré que les réserves du Pic Ninga et du mont Do sont très proches en termes de communautés. La proximité géographique pourrait expliquer cette similarité importante. Pourtant il semblerait que la vallée située entre ces deux massifs soit une barrière naturelle qui créerait une discontinuité dans la distribution des espèces de Scincidae (R. Sadlier, comm. pers.). Cela pose donc la question des échanges possibles d'espèces entre ces deux zones, compte tenu de la relativement faible capacité de dispersion des Formicidae. Ces deux massifs sont-ils en train de s'isoler en raison du morcellement des forêts dû aux feux de brousse et aux activités minières, ou bien cette discontinuité est-elle naturelle ?

Quoi qu'il en soit les trois réserves précédemment citées méritent toutes les attentions qui pourront permettre de les préserver au mieux. La lutte contre les feux de brousse qui rongent les

marges des forêts doit continuer à être un objectif majeur de conservation, ainsi que la lutte contre les espèces envahissantes.

L'utilisation des communautés de Formicidae permet de donner un diagnostic rapide sur l'état de conservation des habitats. Cependant pour appréhender plus finement certaines perturbations (tels que impact des cerfs..), nous préconisons un complément d'inventaire sur une base standardisé (effort d'échantillonnage calibré et répété) portant sur d'autres groupes d'invertébrés illustrant d'autres compartiments fonctionnels des communautés (Coléoptères xylophages ; Coléoptères phytophages ; Orthoptéroïdes...). Cependant, cette proposition se heurte aujourd'hui à un réel problème méthodologique (validation et établissement de protocole standard) et à un réel manque de connaissance taxonomique sur les groupes cibles. Pourtant, des travaux montrent l'intérêt d'une telle approche pluri-organismes (Lawton et al. 1998, Alinvi et al. 2007, Nakamura et al. 2007). Une telle approche permettrait d'intégrer une dimension fonctionnelle supplémentaire.

Bibliographie

- ABBOTT, K., GREAVES S. et al.** 2007. "Behaviourally and genetically distinct populations of an invasive ant provide insight into invasion history and impacts on a tropical ant community." *Biological Invasions* 9(4): 453-463.
- AGOSTI D., ALONSO L.E.,** 2000. The ALL Protocol: A Standard Protocol for the Collection of Ground-Dwelling Ants. In "Ants Standard Method for Measuring and Monitoring Biodiversity", 204-207
- AGOSTI D., MAJER J., ALONSO L. and SCHULTZ T.,** 2000a. Sampling Ground-dwelling Ants : Case Studies from the World's Rain Forests. Curtin University School of Environmental Biology Bulletin N° 18. Perth, Australia. 75pp.
- ALINVI, O., BALL J. et al.** 2007. "Sampling saproxylic beetle assemblages in dead wood logs: comparing window and elector traps to traditional bark sieving and a refinement." *Journal of Insect Conservation* 11(2): 99-112.
- ANDERSEN AN,** 1990. The use of ant communities to evaluate change in Australian terrestrial ecosystems: a review and recipe. *Proc. Ecol. Soc. Aus.* 16: 347-357.
- ANDERSEN A. N., FISHER A., HOFFMANN B. D., READ J. L., RICHARDS R.,** 2004. Use of terrestrial invertebrates for biodiversity monitoring in Australian rangelands, with particular reference to ants. *Austral Ecology*, Vol 29, 87-92.
- ANDERSEN A.N., SPARLING G. P.,** 1997. Ants as indicators of restoration success: Relationship with soil microbial biomass in the Australian seasonal tropics. *Restoration Ecology*, Vol. 5, 109-14.
- ANDERSEN A.N., HOFFMANN B.D., MULLER W.J., GRIFFITHS A.D.,** 2002. Using Ants as Bioindicators in Land Management: Simplifying Assessment of Ant Community Responses. *The Journal of Applied Ecology*, Vol. 39, No 1, 8-17.
- ANONYME,** 2009. Code de l'environnement de la Province Sud. DENV, Nouméa.
- BABY E. et JOURDAN H.,** 2009. Inventaire entomologique des aires protégées de la Province Sud. Synthèse bibliographique. IRD-DENV Province Sud, Nouméa.
- BARRABE L., RIGAULT F., DAGOSTINI G. et MUZINGER J.,** 2007. Recensement du patrimoine botanique des aires protégées terrestres de la Province Sud, rapport intermédiaire, synthèse bibliographique. IRD-DENV Province Sud, Nouméa.
- BARRABE L., RIGAULT F., DAGOSTINI G., NIGOTE W. et MUZINGER J.,** 2008. Recensement du patrimoine botanique des aires protégées terrestres de la Province Sud, rapport d'étapes 1, caractérisation et cartographie des formations végétales de 10 aires protégées terrestres de la Province Sud. IRD-DENV Province Sud, Nouméa.
- BISEVAC L., MAJER JD,** 1999. Comparative study of ant communities of rehabilitated mineral sand mines and heathland western Australia. *Restoration Ecology* 7: 117-126.
- BOUCHET P., JAFFRÉ T., VEILLON J.M.** 1997. Threatened plants of New Caledonia: Is the system of protected areas adequate? *Biodiv. Conser.* 7(1): 109-135.
- BROWN K.S. Jr,** 1997. Diversity, disturbance and sustainable use of Neotropical forests: insects as indicators for conservation monitoring. *Journal of Insect Conservation*, 1, 25-42.
- CHAO A., SHEN, T.J.,** 2003. Program SPADE (Species Prediction and Diversity Estimation).
- CHAZEAU J.,** 1993. Research on new caledonian terrestrial fauna: achievements and prospects. *Biodiversity letters*, Vol.1, 123-129.
- CHAZEAU, J.** 1997. Caractères de la faune sauvage de quelques milieux naturels sur sols ultramafiques en Nouvelle-Calédonie. Ecologie des milieux sur roches ultramafiques et sur sols métallifères. T. Jaffré, R. D. Reeves and T. Becker. Nouméa, ORSTOM: 95-105.
- CHAZEAU J., JOURDAN H., SADLIER R.** 2003. Caractérisation zoologique des écosystèmes représentatifs du grand Sud calédonien et de la vallée de la Tontouta. Convention Province Sud/IRD N° 6024-12-2000/DRN-EN. Conventions Sciences de la Terre, Botanique, IRD Nouméa, 12: 50pp.

- CHAZEAU J., JOURDAN H.**, 2004. Recherche des caractéristiques faunistiques à l'échelle spécifique et écosystémique, des habitats se trouvant sur les sites du complexe de Goro Nickel et sur les sites immédiatement voisins présentant un intérêt pour la conservation. Rapport final de consultance (Convention Goro Nickel/IRD). IRD Nouméa, 74 pp.
- COLWELL R. K.**, 2005. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples.
- FOUCAUD J., JOURDAN H., LE BRETON J., KONGHOULEUX J., LOISEAU A., ESTOUP A.**, 2006. Rare sexual reproduction events in the clonal reproduction system of introduced populations of the little fire ant. *Evolution* 60(8): 1646-1657.
- GREENSLADE P.J.M. and GREENSLADE P.**, 1984. Invertebrate and environmental assesment. *Environment and Planning*, 3,13-15.
- JAFFRE T., BOUCHET P., VEILLON J.M.** 1998. Threatened plants of New Caledonia: Is the system of protected areas adequate? *Biodiv. Conser.* 7(1): 109-135.
- JAFFRE T., MORAT P., VEILLON J.M., RIGAULT F., DAGOSTINI G.**, 2004. Composition et caractéristiques de la flore de la Nouvelle-Calédonie / Composition and Characteristics of the native flora of New Caledonia. Nouméa, IRD, (Documents scientifiques et techniques, II 4), 124 p. + 16 planches photos
- JAFFRE T. & VEILLON J.M.**, 1994. Les principales formations végétales autochtones en Nouvelle-Calédonie: caractéristiques, vulnérabilité, mesures de sauvegarde. ORSTOM, Nouvelle-Calédonie.
- JAFFRE T., VEILLON J.M., RIGAULT F., DAGOSTINI G.**, 1997. Impact des feux de brousse sur la flore et les groupements végétaux. Rapport CORDET-ORSTOM, Impact des feux de brousse sur le milieu naturel en Nouvelle-Calédonie, Nouméa, Nouvelle-Calédonie, 1-47.
- JOURDAN H.**, 1999. Dynamique de la biodiversité de quelques écosystèmes terrestres Néo-calédoniens sous l'effet de l'invasion de la fourmi peste *Wasmannia auropunctata* (Roger), 1863, (Hymenoptera : Formicidae). Thèse de Doctorat Université Paul Sabatier, Toulouse, 373p.
- JOURDAN H.**, 2002. New Caledonian ant fauna: a hot spot for ant diversity in the Pacific. XIV International Congress of IUSSI. The golden Jubilee Proceedings, Sapporo, 27th july - 3rd August 2002, Hokkaido University.
- JOURDAN, H., CHAZEAU, J.**, 1999. Les fourmis comme bio-indicateurs: l'exemple de la myrmécofaune néo-calédonienne. Actes Collectifs. Insectes Sociaux. 12: 165-170.
- JOURDAN, H., BONNET DE LARBOGNE, L., CHAZEAU, J.** 2002 - The recent introduction of the tramp ant *Wasmannia auropunctata* (Roger) into Vanuatu archipelago and overview of the inferred consequences. *Sociobiology* 40 (3): 483-509.
- JOURDAN, H., SADLIER, R., BAUER, A.**, 2001 - Little fire ant invasion (*Wasmannia auropunctata*) as a threat to New Caledonian Lizard: Evidences from a sclerophyll forest (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology* 38 (3): 283-301.
- KETTLE C.J, HOLLINGSWORTH P.M., JAFFRE T., MORAN B. and ENNOS R.A.**, 2007. Identifying the early genetic consequences of habitat degradation in highly threatened tropical conifer, *Araucaria nemorosa* Laubenfels. *Molecular Ecology* 16 : 3581-3591.
- KING JR, ANDERSEN AN, CUTTER AD**, 1998. Ants as bioindicators of habitat disturbance: validation of the functional group model for Australia's humid tropics. *Biodiv. Cons.* 7: 1627-1638.
- LAWTON J. H., BIGNELL J.E.** et al. 1998. "Biodiversity inventories, indicator taxa and effects of habitat modification in tropical forest." *Nature* 391: 72-76.
- LE BRETON, J., CHAZEAU, J., JOURDAN, H.** 2003 - Immediate impacts of invasion by *Wasmannia auropunctata* (Hymenoptera: Formicidae) on native litter ant fauna in a New Caledonian rain forest. *Austral Ecology* 28: .204-209.
- MAGURRAN A.E.**, 1988. Ecological diversity and its measurement. Croom Helm, London et Sydney.
- MAJER J. D.**, 1983. Ants : bio-indicators of mine site rehabilitation, land-use, and land conservation. *Environmental Management*, 7, 345-383.

- MAJER J. D., DE KOCK A. E.**, 1992. Ant recolonization of sand mines near Richards Bay, South Africa: an evaluation of progress with rehabilitation. *Science African Journal of Science*, No 88, 31-37.
- MAJER J. D., BEESTON G.**, 1996 The biodiversity integrity index: an illustration using ants in Western Australia. *Conservation Biology*, No 10, 65-73.
- McGEOCH M.A.**, 1998. The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators. *Biological Review*, 73, 181-201.
- MONTEITH G.B, BURWELL C.J. and WRIGHT S.G.**, 2006. L'inventaire de l'entomofaune de quatre réserves du sud de la Nouvelle Calédonie. Muséum du Queensland, Brisbane.
- MYERS, N., R. A. MITTERMEIER, C. G. MITTERMEIER, G. A. B. & DA FONCESCA, KENT, J.**, 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 573-575
- NAKAMURA, A., CATTERALL, C. et al.** 2007. "The use of ants and other soil and litter arthropods as bio-indicators of the impacts of rainforest clearing and subsequent land use." *Journal of Insect Conservation* 11(2): 177-186.
- NASI, R., JAFFRE, T., SARRAILH, J.M.** 2002. Les forêts d emontagne de la Nouvelle-Calédonie. *Bois et forêts des Tropiques* 274 (4) : 5-18.
- ROSENBERG D.M., DANKS H.V. and LEHMKUHL D.M.**, 1986. Importance of insects in environmental impact assessment. *Environmental Management*, 10, 773-783.
- ROSENZWEIG M.L.**, 2003. *Win-Win Ecology*. Oxford University, Oxford-New York, 211 p.
- SADLER R.A. AND SHEA G.M.**, 2006. A Survey of the Lizard Fauna of the Special Reserves Forêt Nord, Cap N'Doua, Pic du Pin, and Pic du Grand Kaori, DENV, Nouméa.
- YOUNG GR, BELLSI GA, BROWN GR, SMITH ESC.** 2001. The crazy ant *Anoplolepis gracilipes* (Smith) (Hymenoptera: Formicidae) in East Arnhem land, Australia. *Aus. Entomol.* 28: 97-104.
- WILSON E.O.**, 1988. *Biodiversity*. National Academic Press, Washington D.C., 521 p.



ANNEXES

ANNEXE 1 : Tableau récapitulatif des espèces de Formicidae échantillonnées pour chaque localité.

	Nodéla	Mont Do	Pic Ninga	Humboldt	Madeleine
<i>Anoplolepis gracilipes</i>	1	0	0	1	0
<i>Brachymyrmex obscurior</i>	0	0	0	0	80
<i>Camponotus (Myrmobrachis) sp1</i>	0	0	0	0	1
<i>Cerapachys sp1</i>	4	0	0	0	0
<i>Discothyrea sp1</i>	0	2	3	3	0
<i>Eurhopalotrix caledonica</i>	2	0	0	0	0
<i>Hypoponera sp1</i>	0	12	49	1	0
<i>Hypoponera punctatissima</i>	50	0	4	0	0
<i>Iridomyrmex obsidianus</i>	1	6	0	12	0
<i>Leptogenys sagaris</i>	0	2	8	0	0
<i>Leptogenys sp nov</i>	1	1	2	0	0
<i>Leptomyrmex pallens pallens</i>	6	0	0	0	0
<i>Adelomyrmex sp1</i>	22	14	10	18	0
<i>Lordomyrma sp1</i>	1	8	4	32	0
<i>Lordomyrma sp2</i>	0	3	0	0	0
<i>Lordomyrma sp3</i>	24	6	61	0	0
<i>Lordomyrma sp4</i>	0	1	0	0	0
<i>Lordomyrma sp5</i>	7	0	0	0	0
<i>Lordomyrma sp6</i>	1	0	0	0	0
<i>Lordomyrma sp7</i>	2	0	0	0	0
<i>Meranoplus levelii</i>	1	4	0	0	0
<i>Monomorium sp1</i>	9	14	2	314	0
<i>Monomorium sp2</i>	0	2	0	48	0
<i>Monomorium sp3</i>	0	1	0	0	0
<i>Monomorium sp4</i>	1	0	0	0	0
<i>Iridomyrmex cf calvus</i>	2	0	3	0	0
<i>Paratrechina foreli nigriventris</i>	72	71	538	3	0
<i>Paratrechina caledonica</i>	0	1	3	0	0
<i>Paratrechina vaga</i>	408	0	0	0	0
<i>Pheidole sp1</i>	652	37	97	0	0
<i>Pheidole sp2</i>	0	3	24	0	2
<i>Pheidole sp3</i>	1	0	7	0	0
<i>Polyrhachis guerini</i>	0	0	0	0	2
<i>Rhytidoponera acanthoponeroides</i>	2	5	0	0	0
<i>Rhytidoponera fulgens</i>	0	7	1	0	0
<i>Rhytidoponera sp3</i>	82	0	0	0	0
<i>Rhytidoponera numeensis</i>	4	0	0	0	0

<i>Rhytidoponera versicolor</i>	0	0	1	0	0
<i>Solenopsis cf papuana</i>	16	1	1	0	0
<i>Strumigenys sp1</i>	0	10	7	0	0
<i>Strumigenys sp2</i>	1	0	0	0	0
<i>Strumigenys sp3</i>	1	0	0	0	0
<i>Tapinoma sp1</i>	1	0	0	0	0
<i>Tetramorium sp1</i>	1	0	0	0	0
<i>Vollenhovia sp1</i>	12	0	0	0	0
<i>Wasmannia auropunctata</i>	4	5	2	41	263
Total	1392	216	827	473	348

ANNEXE 2: Tableau récapitulatif de l'ensemble des espèces récoltées

	Espèce	statut	Nodéla	Mont Do	Pic Ninga	Humboldt	Madeleine
Cerapachyinae	<i>Cerapachys sp1</i>	E	X				
Dolichoderninae	<i>Iridomyrmex cf calvus</i>	E	X		X		
	<i>Iridomyrmex obsidianus</i>	E	X	X		X	
	<i>Leptomyrmex pallens pallens</i>	A	X				
	<i>Tapinoma sp1</i>	E	X				
Ectatominae	<i>Rhytidoponera acanthoponeroides</i>	E	X	X			
	<i>Rhytidoponera fulgens</i>	E		X	X		
	<i>Rhytidoponera numeensis</i>	E	X				
	<i>Rhytidoponera sp3</i>	E	X				
	<i>Rhytidoponera versicolor</i>	E			X		
Formicinae	<i>Anoplolepis gracilipes</i>	I	X			X	
	<i>Brachymyrmex obscurior</i>	I					X
	<i>Camponotus (Myrmobrachis) sp1</i>	E					X
	<i>Paratrechina caledonica</i>	E		X	X		
	<i>Paratrechina foreli nigriventris</i>	E	X	X	X	X	
	<i>Paratrechina vaga</i>	I	X				
	<i>Polyrhachis guerini</i>	E					X
Myrmicinae	<i>Adelomyrmex sp1</i>	E	X	X	X	X	
	<i>Eurhopalotrix caledonica</i>	E	X				
	<i>Lordomyrma sp1</i>	E	X	X	X	X	
	<i>Lordomyrma sp2</i>	E		X			
	<i>Lordomyrma sp3</i>	E	X	X	X		
	<i>Lordomyrma sp4</i>	E		X			
	<i>Lordomyrma sp5</i>	E	X				
	<i>Lordomyrma sp6</i>	E	X				
	<i>Lordomyrma sp7</i>	E	X				
	<i>Meranoplus leveleii</i>	E	X	X			
	<i>Monomorium sp1</i>	E	X	X	X	X	
	<i>Monomorium sp2</i>	E		X		X	
	<i>Monomorium sp3</i>	E		X			
	<i>Monomorium sp4</i>	E	X				
	<i>Pheidole sp1</i>	E	X	X	X		
	<i>Pheidole sp2</i>	E		X	X		X
	<i>Pheidole sp3</i>	E	X		X		
	<i>Solenopsis cf papuana</i>	A	X	X	X		
	<i>Strumigenys sp1</i>	E		X	X		
	<i>Strumigenys sp2</i>	E	X				
	<i>Strumigenys sp3</i>	E	X				
	<i>Tetramorium sp1</i>	E	X				
	<i>Vollenhovia sp1</i>	E	X				

	<i>Wasmannia auropunctata</i>	<i>I</i>	X	x	X	x	X
Ponerinae	<i>Hypoponera cf punctatissima</i>	<i>I</i>	X		X		
	<i>Hypoconera sp1</i>	<i>E</i>		x	X	x	
	<i>Leptogenys sagaris</i>	<i>E</i>		x	X		
	<i>Leptogenys sp nov</i>	<i>E</i>	X	x	X		
Proceratinae	<i>Discothyrea sp1</i>	<i>E</i>		x	X	x	
Nombre d'espèces		39	31	23	20	10	5

ANNEXE 3 : Estimateurs de richesse

(d'après Colwell, 1997)

- **S** ou **S_{obs}** : nombre d'espèces observées dans l'ensemble des échantillons du transect
- **I** : nombre d'individus observés dans l'ensemble des échantillons du transect
- **Q_j** : nombre d'espèces présentes dans j échantillons (Q₁ est la fréquence des espèces uniques, Q₂ la fréquence des duplicates)
- **S_{freq}** : nombre des espèces fréquentes (présentes dans plus de 10 échantillons)
- **S_{infr}** : nombre des espèces peu fréquentes (présentes dans 10 échantillons ou moins)
- **m** : nombre total d'échantillons
- **m_{infr}** : nombre d'échantillons comptant au moins 1 espèce peu fréquente
- **N_{infr}** : nombre total d'incidences (occurrences) des espèces peu fréquentes

- **Jackknife 1** : estimateur jackknife de premier ordre de la richesse spécifique fondé sur l'incidence, selon Burnham & Overton 1978

$$S_{jack1} = S_{obs} + Q_1 (m - 1) / m$$

$$S_{jack2} = S_{obs} + \left[(Q_1(2m - 3) / m) - (Q_2(m - 2)^2 / m(m - 1)) \right]$$

- **Bootstrap** : estimateur bootstrap de la richesse spécifique fondé sur l'incidence, selon Smith & Van Belle 1984

$$S_{boot} = S_{obs} + \sum_{k=1}^{S_{obs}} (1 - p_k)^m$$

- **Chao 2** : estimateur de richesse, selon Chao 1987

$$S_{Chao2} = S_{obs} + Q_1^2 / 2 Q_2$$

- **ICE** ou **S_{ice}** : Estimateur de richesse fondé sur l'incidence des espèces

$$S_{ice} = S_{freq} + \underline{S}_{infr} / C_{ice} + \gamma_{ice}^2 (Q_1 / C_{ice})$$

avec $C_{ice} = 1 - Q_1 / N_{infr}$

et $\gamma_{ice}^2 = \max \left\{ (\underline{S}_{infr} / C_{ice}) (m_{infr} / (m_{infr} - 1)) (\sum_{j=1}^{10} j(j-1)Q_j) / (N_{infr})^2 - 1, 0 \right\}$

Annexe 4 : Indices de diversité

d'après Magurran 1988

- S : richesse spécifique observée (nombre total d'espèces observées)
- N : abondance totale (nombre total d'individus)
- N_i : abondance de la $i^{\text{ème}}$ espèce

- **Alpha** ou α : indice de la série logarithmique

$$\alpha = N (1 - x) / x ,$$

où x est calculé en résolvant par itération l'équation :

$$S / N = (1 - x) [- \ln (1 - x)] / x$$

- **Shannon** : indice de diversité de Shannon

$$H' = - \sum p_i \ln p_i ,$$

où p_i est l'abondance relative de la $i^{\text{ème}}$ espèce (soit $p_i = n_i / N$)

- **Simpson** : indice de diversité de Simpson

$$D = \sum [n_i (n_i - 1) / N (N - 1)]$$

ANNEXE 4 - Photos des localités échantillonnées



Figure 10 : Mont Humboldt
(IRD, H. Jourdan)



Figure 11 : Mont Humboldt
(IRD, H. Jourdan)



Figure 12 : Pic Ningua
(IRD, H. Jourdan)



Figure 13 : Mont Mou
(IRD, H. Jourdan)



Figure 14 : Nodella
(IRD, H. Jourdan)

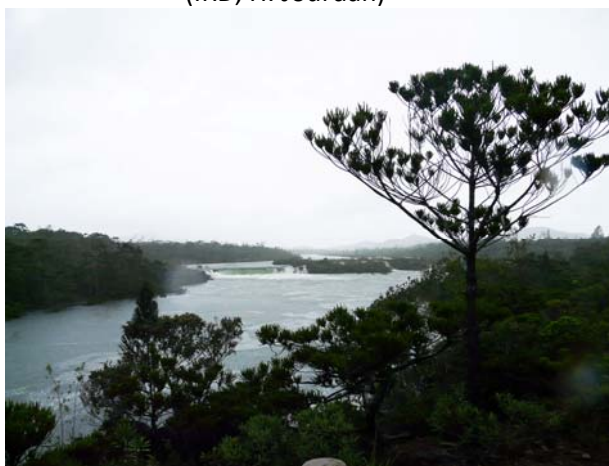


Figure 15 : Chutes de la Madeleine
(IRD, H. Jourdan)