



UNIVERSITÉ PIERRE ET MARIE CURIE – PARIS VI

LABORATOIRE ÉVOLUTION ET DIVERSITÉ BIOLOGIQUE de
l'Université Toulouse III, Équipe Biologie des Interactions –
LABORATOIRE D'ENTOMOLOGIE du Muséum National d'Histoire
Naturelle

Structure Taxonomique et Application de la Notion de Minimalisme Taxonomique à la Myrmécofaune des Nouragues, Guyane Française



Sarah GROC

Mémoire de Master 2 SEP (Systématique, Évolution et
Paléontologie, parcours Systématique et Évolution)

Année 2006-2007

Sous la co-direction du Pr. Claire Villemant et du Dr. Jérôme Orivel



SOMMAIRE

REMERCIEMENTS.....	2
INTRODUCTION.....	3
MATÉRIEL ET MÉTHODES.....	4
<i>Sites d'étude.....</i>	<i>4</i>
<i>Protocole expérimental.....</i>	<i>5</i>
<i>Analyses statistiques.....</i>	<i>6</i>
RÉSULTATS	7
<i>Échantillonnage de la myrmécofaune du sol des Nouragues</i>	<i>7</i>
<i>Structure taxonomique de la myrmécofaune de litière des Nouragues</i>	<i>8</i>
<i>a) composition taxonomique de la myrmécofaune totale</i>	<i>8</i>
<i>b) structure taxonomique de la myrmécofaune de chaque milieu</i>	<i>10</i>
<i>Variation de la résolution taxonomique et recherche de taxons indicateurs de milieux 13</i>	
<i>a) Variation de la résolution taxonomique.....</i>	<i>13</i>
<i>b) Détermination de taxons indicateurs de la myrmécofaune terricole des Nouragues</i>	<i>14</i>
DISCUSSION	17
<i>Échantillonnage de la myrmécofaune des Nouragues</i>	<i>17</i>
<i>Composition taxonomique de la myrmécofaune des Nouragues</i>	<i>18</i>
<i>Le minimalisme taxonomique.....</i>	<i>19</i>
<i>Conclusions et perspectives.....</i>	<i>20</i>
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	21
Annexe 1.....	26

REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à remercier mes co-encadrants Claire Villemant et Jérôme Orivel qui m'ont permis de réaliser ce stage de recherche de Master 2 dans les meilleures conditions, et de mener ainsi un véritable travail de recherche de longue durée. Je remercie particulièrement Jérôme pour m'avoir encadrée, guidée (et supportée !) tout au long du stage.

Merci au professeur Jacques Delabie qui m'a accueillie dans son laboratoire et son foyer, qui a effectué pour moi l'identification de toutes les espèces de fourmis récoltées, et qui m'a accompagnée et conseillée tout au long du stage.

Merci à l'équipe de techniciens du Laboratoire de Myrmécologie du centre de recherche sur le cacao d'Itabuna qui m'a beaucoup aidé pour le traitement des échantillons de litière ainsi que le montage des fourmis.

Enfin, je souhaite aussi remercier Gaël Grenouillet pour son aide au traitement des données statistiques et Régis Céréghino pour ses précieux conseils.

INTRODUCTION

Progressivement, la reconnaissance de l'importance des invertébrés dans les processus touchant les écosystèmes ainsi qu'en tant que composants majeurs de la biodiversité, a provoqué une augmentation significative de leur représentation dans les études biologiques (Andersen et al., 2002 ; Hites et al., 2004 ; Rohr et al., 2006). Cependant, leur incorporation dans les études, en particulier pour les écosystèmes terrestres, est plutôt considérée comme onéreuse (Andersen et al., 2002 ; New, 1996 ; Oliver & Beattie, 1996a; Schnell et al., 2003). En effet, l'identification au niveau de l'espèce n'est pas toujours faisable du fait d'une expertise taxonomique limitée, du temps et/ou des moyens financiers disponibles, et de la connaissance des caractéristiques biologiques nécessaires pour identifier les organismes collectés. Il en résulte que la majorité de ces études écologiques concernent plutôt les vertébrés et les plantes vasculaires, bien que cela tendent à s'équilibrer au fil du temps. Parmi les invertébrés terrestres, les fourmis possèdent de nombreux attributs les rendant essentielles dans les projets de conservation. En effet, de par leur dominance écologique dans la plupart des écosystèmes terrestres et particulièrement sous les tropiques, leur diversité, leur relative facilité d'échantillonnage et leur sensibilité aux changements environnementaux, elles constituent des bio-indicateurs pertinents (Agosti et al., 2000 ; Andersen et al., 2002 ; Kaspari & Majer, 2000 ; Lapolla et al., 2006 ; Rohr et al., 2006).

Depuis peu, les fourmis de la litière sont couramment utilisées comme bio-indicateurs dans des dizaines d'études de biodiversité conduites dans des localités des régions tropicales (Brühl et al., 1998 ; Fisher, 1999, 2002 ; Delabie et al., 2000b ; Longino et al., 2002 ; Leponce et al., 2004). En effet, les fourmis terricoles forment un groupe particulièrement prometteur puisqu'elles représentent une large proportion de la myrmécofaune, et qu'un protocole standardisé pour leur échantillonnage a été élaboré (protocole « ALL », voir Agosti & Alonso, 2000; Fisher et al., 2000). Ce protocole fournit une méthodologie quantitative d'échantillonnage des fourmis de litière, qui permet, pour des sites donnés, des comparaisons de richesse spécifique, donc de diversité. Ceci est très important car il existe peu de méthodes standardisées pour l'échantillonnage d'invertébrés, et cela malgré un appel grandissant pour l'utilisation de ceux-ci en biologie de la conservation (New, 1995 ; Samways, 2005).

Il est incontestable que les Néotropiques possèdent une des plus riches myrmécofaune du monde, avec environ 3100 espèces connues (Fernández & Sandoya, 2004). Par exemple, une seule localité du Costa Rica, La Selva, aire biologique préservée d'environ 1500 ha, possède au moins 437 espèces de fourmis (Longino et al., 2002), alors qu'à Ilheus (Bahia, Brésil), sur environ 1750 km², ont été répertoriées 442 espèces (Delabie et al., 1998). En comparaison, la diversité de la myrmécofaune guyanaise est encore mal connue ainsi que largement inexplorée, et la littérature taxonomique peu abondante. En 1916, Mann et Wheeler ont été dans les premiers à avoir publié des inventaires de fourmis de litière, originaires des pays limitrophes ou proches de la Guyane (respectivement du Brésil, du Guyana et de Trinidad). Puis, Wheeler, en 1918, et Borgmeier, en 1934, ont publié une contribution à la connaissance des fourmis du Guyana. Enfin, Kempf est le premier à avoir produit des listes taxonomiques complètes de fourmis du nord du Brésil (Amapa : 1959, 1960 ; Amazonie brésilienne : 1970) et du Surinam (1961). Il a dénombré ainsi 171 espèces au Surinam (distribués dans 59 genres), 102 espèces pour l'Amazonie brésilienne, et 141 espèces pour l'état brésilien d'Amapa (appartenant à 51 genres). Depuis la fin des années 1990, des inventaires de la myrmécofaune se multiplient dans les pays limitrophes de la Guyane Française, souvent dans le cadre de projets visant une meilleure connaissance de la biodiversité. Ainsi, plusieurs études sur la myrmécofaune terricole, notamment à l'aide de la méthode Winkler, ont été conduites au Guyana (Lapolla et al., 2006), en Argentine (Leponce

et al., 2004), au Costa Rica (Longino & Colwell, 1997) ou encore au Brésil (Delabie et al., 2000a; Marinho et al., 2002 ; Vasconcelos et al., 2003 ; Hites et al., 2005).

Un des problèmes majeurs de l'utilisation des fourmis et d'autres invertébrés dans les études écologiques et environnementales, réside dans la tâche d'identification des échantillons de terrain (New, 1996). Bien que les fourmis soient taxonomiquement relativement mieux connues que d'autres familles d'insectes, beaucoup d'espèces restent sous-décrites, et il existe peu de spécialistes pouvant reconnaître les espèces formellement nommées. En revanche, il devient évident que la détection des changements dans la structure des communautés ne nécessite pas obligatoirement l'identification au niveau de l'espèce. Le concept d'identifier des organismes à un niveau de résolution taxonomique suffisant pour répondre aux objectifs d'une étude est appelé « minimalisme taxonomique » (« taxonomic sufficiency » ou TS) (Ellis, 1985). Sous ce concept pragmatique est reconnu que les changements ou les différences dans des communautés observées au niveau de l'espèce, peuvent aussi être visibles à des niveaux taxonomiques supérieurs, comme le genre ou parfois même le phylum. Cette approche s'est montrée très efficace pour mesurer les réponses des communautés d'invertébrés benthiques face à la pollution aquatique (Warwick, 1993 ; Ferraro & Cole, 1995 ; Wright et al., 1995 ; Mistri & Rossi, 2001). Cependant malgré plus de dix ans de travaux sur l'efficacité de la suffisance taxonomique dans les systèmes aquatiques, très peu de travaux de recherche ont été menés sur le potentiel de cette approche dans les études des assemblages d'invertébrés terrestres (Andersen, 1995, 1997; Oliver & Beattie, 1996a, 1996b ; Pik et al., 1999 ; Schnell et al., 2003). Un tel axe de recherche est opportun alors que les invertébrés terrestres sont de plus en plus utilisés dans les études de conservation, d'impact sur l'environnement et de surveillance environnementale.

La méconnaissance de la myrmécofaune terricole de Guyane française suscite un attrait justifiant le choix de ce travail, dont l'objectif principal était d'effectuer une analyse de la diversité des fourmis de la litière de la réserve naturelle des Nouragues, site totalement préservé en Guyane française. Cette étude a été réalisée dans le cadre du projet Biodiversité des Insectes de Guyane (Programme Amazonie, CNRS). Elle a consisté, dans un premier temps, en la réalisation d'une collection de référence et l'identification des espèces récoltées. Dans un deuxième temps, une réflexion sur le minimalisme taxonomique et son application à la myrmécofaune de litière des Nouragues ont été développées, suite à la difficulté d'identification des espèces récoltées, et ceci malgré l'aide d'un taxonomiste spécialiste des fourmis néotropicales.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Sites d'étude

Les sites d'études étaient localisés dans la réserve naturelle des Nouragues en Guyane Française. La station des Nouragues se situe dans le massif des Montagnes Balenfois, au Sud-Est de la commune de Régina. L'aire des Nouragues, principalement dominée par des collines, est couverte par une étendue dense de forêt tropicale primaire, inhabitée depuis plus de deux siècles. Ce site est particulièrement intéressant pour son inselberg granitique (affleurement rocheux surplombant la forêt et atteignant 430m au-dessus du niveau de la mer). La géologie des Nouragues est dominée par deux types principaux de substrats : le granite type « Carabbean » et les roches métavolcaniques des séries de Paramaca, la lithologie

de ses terrains influençant les reliefs et les sols ; d'où des sols acides. De plus, la végétation y est particulièrement hétérogène.

Quatre milieux différents y ont été échantillonnés selon un gradient altitudinal, dans la période du 25 au 31 Mars 2006: une forêt de lianes (FL), un grand plateau recouvert d'une forêt de basse altitude (GP), une forêt basse de transition (FT) et une forêt sommitale d'inselberg (IN) (Tableau 1). D'une grande étendue, les forêts de lianes et de grand plateau bien que différentes, possédaient une importante richesse spécifique d'arbres et arbustes, tout comme leur composition floristique. Leur diversité végétale est similaire à celle décrite dans la région de l'Amazonie centrale près de Manaus (dominance des espèces de Leguminosae et Lecythidaceae). Quant à la forêt de transition, elle consistait en une poche de forêt majoritairement arbustive très localisée. Elle était beaucoup moins diversifiée que les deux milieux précédents et caractérisée par l'absence de grands arbres). Enfin, la forêt sommitale de l'inselberg était très différente des autres du fait de sa faible superficie d'une part, et d'autre part d'une végétation spécifique adaptée à la sécheresse de type « savane-roche » : dominance d'espèces arbustives et herbacées xériques de type *Clusia* (Clusiaceae) et *Pitcairnia* (Bromeliaceae) (Bongers et al., 2001).

Les distances inter-milieux étaient variables : la forêt de lianes étaient distante du grand plateau de 700m, le grand plateau et la forêt de transition de 400m, et la forêt de transition et la forêt sommitale de l'inselberg de 700m.

Tableau 1 : Code, coordonnée GPS et altitude moyenne de chacun des milieux échantillonnés

Code	Type de milieu	Coordonnées GPS	Altitude moyenne (m)
FL	Forêt de lianes	4°04'58"N, 52°40'28"O	140
GP	Grand plateau	4°05'20"N, 52°40'28"O	120
FT	Forêt de transition	4°05'30"N, 52°40'38"O	200
IN	Inselberg	4°05'47"N, 52°40'51"O	430

L'épaisseur de litière des quatre milieux échantillonnés était variable, celle-ci dépendant de l'altitude, du type de sol et de végétation. La couche de litière abondait dans le grand plateau (forêt tropicale primaire classique), la forêt de lianes (enchevêtrement de lianes provoquant l'effondrement des arbres) et la forêt sommitale de l'inselberg. Elle était minimale dans la forêt de transition.

Protocole expérimental

Dans chaque milieu, la méthode Winkler a été appliquée (pour l'utilisation des extracteurs de litière Winkler, voir Bestelmeyer et al., 2000) et 1 m² de litière a été récolté par échantillon. La méthode Winkler est hautement recommandée pour la réalisation des inventaires de faunes du sol des habitats forestiers où la litière est abondante (Nadkarni & Longino, 1990 ; Olson, 1991 ; Fisher, 1996, 1999).

Le protocole « the Ants of the Leaf Litter (ALL) Protocol » (Agosti & Alonso, 2000 ; Fisher et al., 2000), suggère un minimum de 20 points d'échantillonnage séparés de 10 m d'intervalle pour capturer au moins 70 % de la myrmécofaune d'un site. Ainsi, le transect du grand plateau mesurait 500 m et se composait de 50 points d'échantillonnage séparés de 10 m, tout comme ceux de la forêt de lianes rassemblés sur deux transects de 250 m de longueur et éloignés de 10m. Pour les deux autres milieux, l'éloignement de 10 m entre les transects et les

points d'échantillonnage a également été respecté : la forêt de transition comportait 50 échantillons et l'inselberg 20. Cependant, l'échantillonnage s'est fait sur plus de 2 transects du fait de l'exiguïté de l'espace échantillonné.

Tous les échantillons de fourmis collectés ont été conservés dans de l'alcool 70%. Pour chaque échantillon, au moins un individu par morpho-espèce a été monté afin de constituer une collection de référence. Ensuite, après le morphotypage, les fourmis ont été identifiées à l'espèce par le systématique J.H.C. Delabie du Laboratoire de Myrmécologie du centre de recherches sur le cacao, au Brésil (Bahia). La nomenclature taxonomique (sous-famille, tribu, genre, morpho-espèce) suit les classifications de Bolton (1994, 1995) et Bolton et al. (2006). La collection de référence est déposée au Laboratoire de Myrmécologie du centre de recherches sur le cacao, au Brésil (Bahia).

Analyses statistiques

Tous les résultats reportés ici sont basés uniquement sur les ouvrières, bien que la présence d'autres castes (sexués mâles et femelles) ait été notée. Pour chaque échantillon, le nombre de morpho-espèces a été noté. Ainsi, la richesse spécifique (nombre d'espèces collectées) et l'occurrence des espèces (nombre de fois qu'une espèce donnée a été récoltée dans tous les échantillons de Winkler) ont été comparées entre les milieux.

Afin d'estimer l'efficacité avec laquelle la myrmécofaune du sol des Nouragues a été échantillonnée, les courbes d'accumulation d'espèces (nombre cumulé d'espèces ou S obs en fonction du nombre d'occurrences de chaque espèce) en fonction du milieu ont été construites à l'aide du programme EstimateS (version 7.5) (Colwell, 2005). Sachant que le nombre d'individus n'est pas une valeur fiable dans le cas d'études sur les insectes sociaux (données facilement faussées si la récolte se fait près d'un nid ou d'une piste), il vaut mieux ne tenir compte que des occurrences des espèces. Le programme construit ces courbes avec un intervalle de confiance de 95% en utilisant les formules analytiques de Colwell et Mao (2004). Sachant que la forme de ces courbes est influencée par l'ordre dans lequel chaque échantillon est ajouté au total (Colwell, 2005 ; Colwell & Coddington, 1994 ; Longino, 2000), l'ordre des échantillons a été tiré au hasard 500 fois avec le programme EstimateS pour produire des courbes lisses et régulières (Colwell, 2005, Version 7.5, [http : //viceroy.eeb.uconn.edu/estimates](http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates)).

Afin de comparer la perte d'information lors de la diminution de la résolution taxonomique, les matrices de distances ont été calculées pour chaque niveau de résolution taxonomique considéré : espèce, genre, tribu et sous-famille. Les données étant de type présence-absence donc qualitatives, c'est la distance de Jaccard (Rohlf, 1989) qui a été utilisée pour la construction de ces matrices. Ensuite, le test de comparaison de matrices de Mantel (Mantel, 1967) a été utilisé pour mesurer la corrélation entre les matrices de distance. Ce test détermine la similarité entre deux matrices de données basées sur des distances calculées à partir de données qualitatives (distance de Jaccard par exemple). Les coefficients de corrélation r de Mantel (Mantel, 1967) ont été calculés à l'aide du logiciel R (R Development Core Team, 2003), pour toutes les paires de comparaison de niveaux taxonomiques possibles avec le niveau espèce (espèce/genre, espèce/tribu, espèce/sous-famille) pour la communauté totale et celle de chacun des milieux. Ce test a aussi été appliqué à des matrices de distances basées sur des présence/absence d'espèces, pour comparer la myrmécofaune totale et celle de chaque milieu à deux communautés simplifiées artificiellement : une basée sur des genres indicateurs de milieux, et l'autre basée sur des RTUs (« Unités taxonomiques Reconnaisables»). Pour toutes les comparaisons de matrices

de distance, la significativité d'une corrélation donnée a été déterminée par 1000 permutations aléatoires par matrice ainsi que la génération d'une distribution nulle des valeurs de r (Mantel, 1967) à partir de ces permutations.

RÉSULTATS

Échantillonnage de la myrmécofaune du sol des Nouragues

Les courbes d'accumulation d'espèces sont très couramment utilisées dans le cadre d'études de diversité en tant qu'outil d'estimation de la qualité de l'échantillonnage. Elles permettent de visualiser le comportement de la courbe représentant le nombre cumulé d'espèces en fonction de l'augmentation du nombre d'échantillons. En effet, plus le nombre d'espèces nouvelles augmente avec l'ajout d'échantillons, plus la croissance de la courbe tend à ralentir et à atteindre une asymptote horizontale correspondant au nombre total d'espèces estimé pour chaque milieu. Ces courbes permettent également de visualiser l'évolution d'estimateurs de diversité typiquement utilisés dans ce type d'études.

Les courbes d'accumulation d'espèces ci-dessous permettent donc d'estimer si la myrmécofaune terricole des Nouragues a globalement été échantillonnée de façon convenable ou non (figures 1A et 1B).

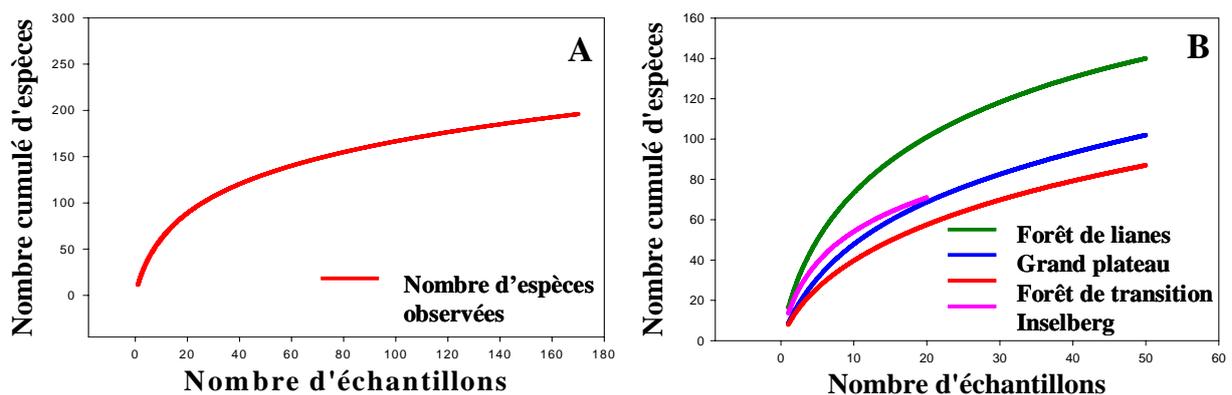


Figure 1 : Courbes d'accumulations d'espèces représentant le nombre cumulé total d'espèces en fonction du nombre d'échantillons (A) pour tous les milieux confondus (N=170 échantillons) et (B) pour chaque milieu échantillonné (N=50 échantillons pour les forêts de liane et de transition ainsi que le grand plateau et N=20 échantillons pour l'inselberg)

À la vue de ces courbes, on peut estimer qu'une bonne partie de la communauté de fourmis terricole a été récoltée car la croissance de la courbe globale (tous milieux confondus) tend à ralentir, c'est à dire que le nombre d'espèces nouvelles diminue avec l'augmentation du nombre d'échantillons (figure 1A). Il en est de même pour les quatre milieux qui ont donc été échantillonnés de façon acceptable (figure 1B). Idéalement, un effort d'échantillonnage supérieur aurait été nécessaire pour chacun de ces milieux afin de s'approcher davantage de l'asymptote horizontale.

Après s'être assuré que l'échantillonnage de la myrmécofaune globale et de chaque milieu est tout à fait convenable, il faut à présent se pencher sur la composition taxonomique de la myrmécofaune de litière des Nouragues et sur la communauté d'espèces de chaque milieu.

Structure taxonomique de la myrmécofaune de litière des Nouragues

a) composition taxonomique de la myrmécofaune totale

Pour étudier la composition taxonomique globale de la myrmécofaune du sol des Nouragues, il est intéressant de procéder selon l'augmentation de la résolution taxonomique, c'est-à-dire en allant de la sous-famille aux espèces en passant par les genres.

A partir de 170 m² d'échantillons de litière provenant des quatre milieux, un total de 196 espèces de fourmis a été collecté, appartenant à 47 genres et représentant 9 sous-familles : Amblyoponinae, Dolichoderinae, Ectatomminae, Formicinae, Leptanilloidinae, Myrmicinae, Ponerinae, Proceratiinae et Pseudomyrmicinae (tableau 2).

Les Myrmicinae sont les plus communes, avec 27 genres et 127 espèces, suivies par les Ponerinae (6 genres et 31 espèces), les Formicinae (4 genres et 13 espèces), les Ectatomminae (3 genres et 13 espèces), les Dolichoderinae (2 genres et 3 espèces), les Amblyoponinae (2 genres et 3 espèces), puis les Leptanilloidinae, Proceratiinae et Pseudomyrmicinae (1 genre et 2 espèces). Environ 70% des genres et 80% des espèces collectés appartiennent aux Myrmicinae et Ponerinae (tableau 2) ; cette dominance est typique dans les communautés de fourmis du sol sous les Néotropiques.

Bien que la sous-famille des Myrmicinae soit la plus diversifiée taxonomiquement, la proportion la plus grande d'espèces est occupée par un nombre restreint de tribus (4 sur 15 au total) : Attini, Dacetonini, Pheidolini, Solenopsidini (tableau 2). La tribu des Attini est la plus diversifiée au niveau générique (7 genres contre 4, 2 et 1 respectivement pour les Solenopsidini, les Dacetonini et les Pheidolini) (Annexe 1).

Sous-familles	Genres		Espèces	
	Nombres	%	Nombres	%
Myrmicinae	27	57.4	127	64.8
Ponerinae	6	12.8	31	25
Formicinae	4	8.5	13	6.6
Ectatomminae	3	6.4	13	6.6
Amblyoponinae	2	4.3	3	1.5
Dolichoderinae	2	4.3	3	1.5
Leptanilloidinae	1	2.1	2	1.0
Proceratiinae	1	2.1	2	1.5
Pseudomyrmicinae	1	2.1	2	1.0

Tableau 2 : Nombre et proportion des genres et des espèces pour chaque sous-famille de fourmis récoltées

Les 5 genres les plus riches en espèces étaient respectivement *Pheidole* (42 spp.), *Solenopsis* (13 spp.), *Pyramica* (12 spp.), *Gnamptogenys*, et *Hypoponera* (10 spp.) (annexe 1). Tous les autres genres étaient moins diversifiés et comptaient moins de 10 espèces. Il est surprenant que le genre *Gnamptogenys* ait été si diversifié contrairement aux genres *Pheidole*, *Solenopsis* et *Hypoponera*, dont l'importante richesse spécifique est typique dans les communautés de fourmis du sol néotropicales.

Enfin, sur les 196 espèces échantillonnées, 37 (soit un peu moins de 20%) sont répertoriées pour la première fois en Guyane française (tableau 3). La majorité de ces espèces sont des Myrmicinae, mais c'est aussi le cas d'une espèce d'Amblyoponinae, d'Ectatomminae et de Proceratiinae. Trois genres sont également détectés pour la première fois en Guyane française : *Asphinctanilloides* (Leptanilloidinae), *Cryptomyrmex* et *Stegomyrmex* (Myrmicinae) (Bolton et al., 2006).

Tableau 3 : Espèces récoltées répertoriées pour la première fois en Guyane française

<p>Sous-famille MYRMICINAE Lepeletier</p> <p>Adelomyrmecini Fernández <i>Cryptomyrmex longinodus</i> (Fernández & Brandão)</p> <p>Attini Smith <i>Mycocepurus tardus</i> Weber</p> <p>Blepharidattini Wheeler & Wheeler <i>Wasmannia scrobifera</i> Kempf</p> <p>Cephalotini Smith <i>Procryptocerus hylaeus</i> Kempf</p> <p>Crematogastrini Forel <i>Crematogaster flavosensitiva</i> Longino <i>Crematogaster sotobosque</i> Longino <i>Crematogaster wardi</i> Longino</p> <p>Dacetoniini Forel <i>Pyramica appretiata</i> (Borgmeier) <i>Pyramica beebei</i> (Wheeler) <i>Pyramica deinomastax</i> Bolton <i>Pyramica hadrodens</i> Bolton <i>Pyramica hyphata</i> (Brown) <i>Pyramica metopia</i> (Brown) <i>Strumigenys cosmotela</i> Kempf <i>Strumigenys diabolus</i> Bolton <i>Strumigenys dyseides</i> Bolton <i>Strumigenys elongata</i> Roger <i>Strumigenys lanuginosa</i> Wheeler <i>Strumigenys trudifera</i> Kempf & Brown</p> <p>Pheidolini Emery <i>Pheidole alienata</i> Borgmeier <i>Pheidole carinata</i> Wilson <i>Pheidole dolon</i> Wilson <i>Pheidole midas</i> Wilson <i>Pheidole pedana</i> Wilson <i>Pheidole scolioceps</i> Wilson <i>Pheidole walacei</i> Mann</p>	<p>Sous-famille MYRMICINAE Lepeletier (suite)</p> <p>Pheidologetonini Emery <i>Carebara elongata</i> Fernández <i>Carebara urichi</i> Wheeler</p> <p>Stegomyrmecini Wheeler <i>Stegomyrmex manni</i> Smith</p> <p>Stenammini Ashmead <i>Lachnomyrmex pilosus</i> Weber <i>Rogeria alzatei</i> Kugler <i>Rogeria lirata</i> Kugler <i>Rogeria scobinata</i> Kugler <i>Rogeria subarmata</i> Kempf</p> <hr/> <p>Sous-famille AMBLYOPONINAE Bolton</p> <p>Amblyoponini Forel <i>Amblyopone lurilabes</i> Lattke</p> <hr/> <p>Sous-famille ECTATOMMINAE Lepeletier</p> <p>Ectatommini Emery <i>Gnamptogenys enodis</i> Lattke, Fernandez & Palacio</p> <hr/> <p>Sous-famille PROCERATIINAE Bolton</p> <p>Proceratiini Emery <i>Discothyrea sexarticulata</i> Borgmeier</p>
---	--

Parmi ces espèces nouvelles en Guyane, au moins 5 étaient considérées comme endémiques d'un pays ou d'une région avant cette étude: *Ca. elongata* en Colombie, *Cr. wardi*, *M. tardus* et *P. carinata* en Amérique centrale, ainsi que *R. alzatei* en Amérique Centrale et aux Antilles. Ces espèces nouvelles en Guyane regroupent aussi des espèces déjà répertoriées dans des pays limitrophes de Guyane ou dans une grande partie d'Amérique du

Sud : *W. scrobifera* (Guyana et Surinam), ainsi que *Ca. urichi* et *S. elongata* (Surinam et nombreux pays) (Bolton et al., 2006).

En outre, sur toutes les espèces collectées, seulement 108 (soit 55%) ont pu être identifiées au niveau de l'espèce. Les 45% restants sont constitués par des nouvelles espèces et des espèces en cours de description dans les genres les plus diversifiés et les plus longs et difficiles à identifier (*Paratrechina*, *Pheidole*, *Pyramica*, *Solenopsis*), ainsi que de ceux dont la révision n'a pas encore été faite (par exemple *Hypoponera*). Parmi ces espèces, il y en a au moins 11 de nouvelles (le genre *Pheidole* en comportant peut-être plusieurs) ou en cours de description (tableau 4).

Tableau 4 : Espèces récoltées nouvelles ou en cours description

Sous-famille	Tribu	Espèces	Etat
Ectatomminae	Typhlomyrmecini	<i>Typhlomyrmex</i> sp.	en cours de description
Leptanilloidinae	Leptanilloidini	<i>Asphinctanilloides</i> sp.1	espèce nouvelle
		<i>Asphinctanilloides</i> sp.2	espèce nouvelle
Myrmicinae	Basicerotini	<i>Octostruma</i> sp. proche <i>iheringi</i>	en cours de description
		<i>Rhopalothrix</i> sp.	espèce nouvelle
	Dacetonini	<i>Pyramica</i> sp.3 groupe <i>thaxteri</i>	espèce nouvelle
	Myrmicini	<i>Hylomyrma</i> sp.	espèce nouvelle
		<i>Lachnomyrmex</i> sp.	en cours de description
	Pheidolini	<i>Pheidole</i> sp.34	espèce nouvelle
Pheidologetonini	<i>Carebara</i> sp.	espèce nouvelle	
Ponerinae	Thaumatomyrmecini	<i>Thaumatomyrmex</i> sp.	espèce nouvelle

Après s'être intéressé à la composition taxonomique globale de la myrmécofaune du sol des Nouragues, il faut s'attarder sur la communauté d'espèces de fourmis de chacun des milieux échantillonnés.

b) structure taxonomique de la myrmécofaune de chaque milieu

L'utilisation de la méthode Winkler a permis la réalisation d'un inventaire relativement complet de la myrmécofaune terricole vivant dans les quatre milieux forestiers échantillonnés. Respectivement dans la forêt de lianes, le grand plateau, la forêt de transition et la forêt sommitale de l'inselberg, 140, 102, 87 et 71 espèces de fourmis ont été répertoriées.

Sur les 196 espèces récoltées au total, 140 soit 71,43% ont été trouvées dans la forêt de lianes. La forêt de lianes et le grand plateau rassemblent 168 espèces, soit 85,71% des espèces totales (tableau 5).

Tableau 5 : Nombre de sous-familles, de genres et d'espèces, ainsi que proportion d'espèces récoltés dans chacun des milieux échantillonnés

Code	Type de milieu	Sous-familles	Genres	Nombre d'espèces	% d'espèces
FL	Forêt de lianes	5	38	140	71.43
GP	Grand plateau	3	29	102	52.04
FT	Forêt de transition	5	31	87	44.39
IN	Inselberg	5	29	71	36.22

Comme attendu, la proportion des sous-familles en terme de nombre d'espèces de fourmis variait en fonction du milieu. La proportion des sous-familles en terme d'espèces restait globalement constante pour les Myrmicinae, les Formicinae et les Ectatomminae, donc les plus diversifiées. En ce qui concerne les sous-familles les moins représentées, les Leptanilloidinae étaient inféodées à la forêt de lianes, et les Amblyoponinae et les Proceratiinae se trouvaient ponctuellement dans trois milieux sur quatre. Il est important de noter que les Ponerinae, prédateurs de litière, n'étaient bien représentées que dans les forêts de basse altitude (forêt de lianes et grand plateau). De plus, la présence des Dolichoderinae et Pseudomyrmicinae, bien que peu diversifiées, uniquement dans la forêt de transition et l'inselberg, est inattendue. Les représentants de ces deux sous-familles sont majoritairement arboricoles sous les Néotropiques et la végétation basse des deux milieux où elles sont représentées peut jouer un rôle (annexe 1).

Chacun des milieux, original par son altitude et son type de formation végétale dominante possède une communauté d'espèces de fourmis de litière qui lui est propre. La myrmécofaune d'un milieu donné se compose en général d'espèces généralistes (c'est-à-dire qui se retrouvent dans les autres milieux environnants), parfois d'espèces qui lui sont spécifiques, le tout associé à un cortège d'espèces plus ou moins fréquentes.

D'abord, sur le groupe total d'espèces piégées, 34 se rencontrent à la fois dans les quatre milieux ; on parle d'espèces ubiquistes (tableau 6 et annexe 1). Parmi elles se trouvent des espèces dont le nombre d'occurrences par milieu est très élevé, un peu moins élevé, assez faible ou très faible. Ce nombre est caractéristique de la fréquence de ces espèces dans les milieux échantillonnés (tableau 6).

Tableau 6 : Nombre d'espèces ubiquistes, spécifiques et nouvelles ainsi que pourcentage d'espèces spécifiques pour chacun des milieux échantillonnés

	Forêt de lianes	Grand plateau	Forêt de transition	Inselberg
Espèces ubiquistes	34	34	34	34
Espèces spécifiques	41	24	15	8
Pourcentage	29.29	23.53	17.24	11.27
Espèces nouvelles	8	6	2	1

La distribution des fréquences par échantillon des espèces ubiquistes est variable en fonction du milieu. Le nombre d'espèces à fréquence très faible (c'est-à-dire récoltées une ou deux fois seulement) augmente de la forêt de lianes vers le grand plateau et la forêt de transition alors qu'il n'y pas d'espèces ubiquistes rares dans l'inselberg. Il y a environ la même proportion d'espèces ubiquistes assez fréquentes dans les quatre milieux. En revanche, la proportion d'espèces ubiquistes fréquentes et très fréquentes (c'est-à-dire présentes dans plus de la moitié des échantillons) est supérieure dans la forêt de lianes et l'inselberg (figure 2). Trois espèces ubiquistes sont intéressantes car ce sont les espèces les plus fréquemment trouvées dans tous les milieux : *Pyramica denticulata*, *Solenopsis (Diplorhoptrum) sp. 4* et *Solenopsis (Diplorhoptrum) sp. 5* (annexe 1).

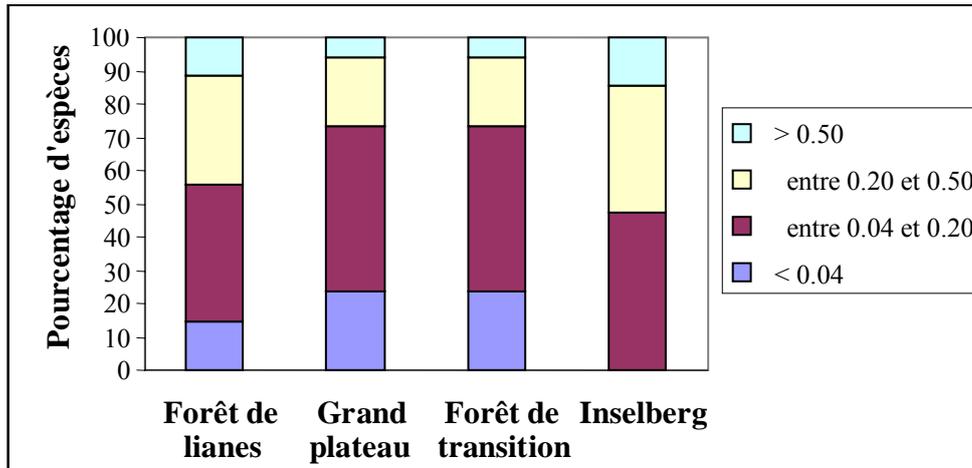


Figure 2 : Histogrammes représentant la distribution des espèces ubiquistes en fonction de leur fréquence dans chacun des milieux (N=50 échantillons pour les forêts de lianes et de transition et le grand plateau, et N=20 échantillons pour l’Inselberg)

Bien que les espèces généralistes d’une communauté soient importantes, il est essentiel de se focaliser sur les espèces spécifiques d’un type de milieu. Ce sont elles qui permettront de caractériser les milieux et de les distinguer les uns des autres ; on parle alors d’espèces indicatrices de milieux. Le nombre d’espèces spécifiques à la forêt de lianes s’élève à environ 29%, 24% pour le grand plateau, 17% pour la forêt de transition et 11% pour l’inselberg. Ainsi, le nombre d’espèces spécifiques de chaque milieu diminue de la forêt de lianes vers l’inselberg, et suit entre autre un gradient altitudinal. En général, ces espèces sont assez peu fréquentes (tableau 6 et annexe 1).

Le nombre d’espèces nouvelles ou en cours de description diminue aussi de la forêt de lianes vers l’inselberg. De plus, au sein des 37 espèces répertoriées pour la première fois en Guyane française (tableau 3), 21 soit 57% sont spécifiques à un des 4 milieux échantillonnés (tableau 6) : 10 pour la forêt de lianes, 7 pour le grand plateau, 3 pour la forêt de transition et 1 pour l’inselberg. Ceci est un argument de plus démontrant l’originalité de la myrmécofaune guyanaise.

La myrmécofaune de chacun des milieux est donc un assemblage d’espèces ubiquistes et spécifiques auxquels s’ajoute un cortège d’espèces de fréquence variable. Ce cortège d’espèces est plus ou moins caractéristique d’un type de milieu. Par exemple, parmi les espèces récoltées, un petit groupe de 16 espèces (d’Ectatomminae, de Ponerinae, de Proceratiinae et de Myrmicinae) assez généralistes se retrouve à la fois dans le grand plateau et les forêts de lianes et de transition. De plus, un assemblage de 17 espèces ne se rencontre uniquement dans la forêt de lianes et le grand plateau, donc en milieu forestier de basse altitude. Il s’agit pour la majorité d’espèces de Myrmicinae, d’Ectatomminae, de Ponerinae et de Formicinae).

La description de la composition taxonomique a ainsi permis de caractériser chacun des milieux échantillonnés par leurs similitudes (proportion des sous-familles, espèces ubiquistes, cortège d’espèces associées plus ou moins généralistes) et leurs différences (espèces spécifiques, espèces nouvelles, espèces répertoriées pour la première fois en

Guyane). Malheureusement, lors de l'étude des communautés de fourmis néotropicales, il est rarement possible de pouvoir nommer et parfois de détecter (cas d'espèces jumelles ou de complexes d'espèces) toutes les espèces récoltées. En effet, sur les 196 espèces récoltées, 79 soit plus de 40% ne sont pas nommées (de ces 79, sont exclues les espèces nouvelles ou en cours de description). Au vu de la proportion importante de ces espèces difficilement identifiables, il est important de se demander s'il n'existerait pas une solution de simplifier le travail taxonomique tout en gardant le maximum d'information pour caractériser cette myrmécofaune.

Variation de la résolution taxonomique et recherche de taxons indicateurs de milieux

Il existe plusieurs possibilités de simplifier le travail taxonomique à l'aide d'outils de « minimalisme taxonomique ». En premier lieu, il peut être envisageable de diminuer la résolution taxonomique c'est-à-dire de se contenter de rangs taxonomiques supérieurs à l'espèce à condition que la perte d'information ne soit pas trop importante. Il existe aussi la possibilité de se focaliser sur des taxons caractérisant la communauté ciblée.

a) Variation de la résolution taxonomique

La diminution de la résolution taxonomique (et par conséquent la perte d'information) a été testée lors de la comparaison de matrices de distance (distance de Jaccard) par le test de Mantel. Les niveaux taxonomiques supérieurs à l'espèce considérés étaient le genre, la tribu et la sous-famille. La valeur du coefficient de Mantel (r_M) permet de mesurer la corrélation entre deux matrices de distance de niveaux taxonomiques différents, et donc de quantifier cette perte d'information entre deux niveaux taxonomiques différents. Il est intéressant de voir l'évolution de la perte d'information d'un niveau taxonomique à l'autre pour la communauté d'espèces totale (tous milieux confondus). Par contre, étant donné que la composition taxonomique de chacun des milieux est caractéristique de communautés d'espèces différentes, il vaut mieux se focaliser davantage sur la façon dont la diminution de la résolution taxonomique influence la perte d'information pour chacun des milieux échantillonnés (tableau 7).

Pour chaque comparaison, le test est très significatif. Le coefficient de Mantel, donc la corrélation entre les différents niveaux, diminue de façon logique avec la résolution taxonomique, et cette diminution permet de quantifier la perte d'information. Pour toutes les comparaisons (communauté totale et de chaque milieu), les matrices des niveaux espèce et genre, et espèce et tribus sont très corrélées, et bien qu'il y ait une perte d'information, elle est peu importante. En revanche, elle l'est beaucoup plus lorsque l'on passe à la sous-famille excepté pour l'inselberg. Cependant, le fait que le test reste très significatif souligne que la focalisation sur le rang de la sous-famille n'est pas aberrante et peut être pertinente autant pour la communauté totale que celle des forêts de lianes et de transition et du grand plateau. Pour l'inselberg, il serait possible de se limiter à la sous-famille, la perte d'information par rapport au niveau de l'espèce étant faible.

Tableau 7 : Résultats de l'application du Test de Mantel (valeur du coefficient de Mantel (r_M) et significativité du test) sur les comparaisons par paires entre les matrices de distance de niveaux taxonomiques supérieurs à l'espèce (genre, tribu et sous-famille) et celle du niveau espèce pour la communauté totale et celle de chacun des milieux

Comparaisons de niveaux taxonomiques	Coefficient de Mantel (r_M)	p
Communauté totale		
espèce vs genre	0.55	< 0.001
espèce vs tribu	0.49	< 0.001
espèce vs sous-famille	0.17	< 0.001
Forêt de lianes		
espèce vs genre	0.59	< 0.001
espèce vs tribu	0.42	< 0.001
espèce vs sous-famille	0.26	< 0.001
Grand plateau		
espèce vs genre	0.61	< 0.001
espèce vs tribu	0.51	< 0.001
espèce vs sous-famille	0.18	< 0.001
Forêt de transition		
espèce vs genre	0.53	< 0.001
espèce vs tribu	0.47	< 0.001
espèce vs sous-famille	0.14	< 0.001
Inselberg		
espèce vs genre	0.59	< 0.001
espèce vs tribu	0.56	< 0.001
espèce vs sous-famille	0.43	< 0.001

D'après ces résultats, la focalisation à un des niveaux supérieurs à l'espèce pour caractériser la myrmécofaune de chacun des milieux est tout à fait envisageable sans que la perte d'information ne soit trop préjudiciable. Ainsi, la diversité générique voire des tribus peut être suffisante pour caractériser la myrmécofaune de litière des forêts de lianes et de transition et celle du grand plateau. Cependant, le fait que la valeur du coefficient de Mantel soit maximale pour les comparaisons des matrices d'espèces et de genres pour tous les milieux indique que, dans ce cas d'étude, le rang taxonomique supérieur à l'espèce le plus informatif est le genre.

b) Détermination de taxons indicateurs de la myrmécofaune terricole des Nouragues

D'après les résultats précédents, se contenter d'un rang taxonomique supérieur à l'espèce, en particulier le genre, est suffisant pour caractériser les communautés de fourmis de litière de chacun des milieux échantillonnés. Afin de simplifier davantage le travail taxonomique, il est nécessaire se demander s'il n'existerait pas des taxons indicateurs de ces milieux, susceptibles à eux seuls de caractériser correctement leur communauté d'espèces. Ces taxons indicateurs peuvent être des genres ou bien une association de plusieurs rangs taxonomiques supérieurs à l'espèce. Dans ce dernier cas, on aurait donc à faire à des « RTUs » (Unités Taxonomiques Reconnaisables) caractéristiques des myrmécofaunes.

Pour identifier des genres indicateurs de la myrmécofaune, il faut dans un premier temps s'intéresser aux genres les plus riches en espèces. Les genres les plus diversifiés (>10 espèces) de notre étude sont *Pheidole*, *Solenopsis*, *Pyramica* et *Gnamptogenys* (tableau 8).

Tableau 8 : Nombre d'espèces pour les genres les plus diversifiés de la myrmécofaune totale récoltée pour lesquels est présenté le nombre d'espèces nommées ainsi que le nombre et le pourcentage de celles non nommées.

Genre	Nombre d'espèces dans le genre	Nombre d'espèces nommée	Nombre d'espèces non nommées
<i>Pheidole</i>	42	7	35 (83%)
<i>Solenopsis</i>	13	2	11 (85%)
<i>Pyramica</i>	12	9	3 (25%)
<i>Hypoponera</i>	11	1	10 (91%)
<i>Gnamptogenys</i>	10	10	0
<i>Pachycondyla</i>	8	5	3 (38%)
<i>Crematogaster</i>	7	7	0
<i>Paratrechina</i>	6	1	5 (83%)
<i>Strumigenys</i>	6	6	0
<i>Anochetus</i>	5	5	0
<i>Odontomachus</i>	5	5	0
<i>Rogeria</i>	5	5	0
<i>Hylomyrma</i>	5	4	1 (20%)
<i>Cyphomyrmex</i>	4	4	0
<i>Octostruma</i>	4	3	1 (25%)
<i>Camponotus</i>	3	3	0
<i>Carebara</i>	3	2	1 (33%)

Parmi ces genres, quatre (*Hypoponera*, *Paratrechina*, *Pheidole* et *Solenopsis*) ont plus de 80% d'espèces non nommées. Les espèces appartenant à ces genres sont très difficiles à identifier (en effet, sur les 79 espèces totales non nommées, 35 soit plus de 44% sont des *Pheidole*, 11 soit 14% des *Solenopsis*, 10 soit plus de 12% des *Hypoponera*, et 5 soit environ 6% des *Paratrechina*). Malgré la révision des *Pheidole* du Nouveau Monde de Wilson (2003), ces espèces sont très difficiles à distinguer et à nommer, même pour un spécialiste de fourmis néotropicales. En revanche, la difficulté d'identification des genres *Hypoponera*, *Paratrechina* et *Solenopsis* vient du fait qu'il n'existe pas de révision moderne les concernant, en plus de la variabilité morphologique des individus d'une même espèce décrite qui peut, en fait, dissimuler un complexe d'espèces cryptiques morphologiquement très proches.

Les 13 genres restants (*Anochetus*, *Camponotus*, *Carebara*, *Crematogaster*, *Cyphomyrmex*, *Gnamptogenys*, *Hylomyrma*, *Octostruma*, *Odontomachus*, *Pachycondyla*, *Pyramica*, *Rogeria* et *Strumigenys*) (tableau 8) sont relativement diversifiés et leurs espèces identifiables car leur taxonomie est mieux résolue, leur révision ayant été réalisée assez récemment et leur identification se basant sur des caractères morphologiques bien visibles pour la plupart. De plus, ces genres appartiennent aux sous-familles les plus diversifiées de notre étude : les Myrmicinae, les Ponerinae, les Ectatomminae et les Formicinae.

Peut-on considérer ces genres comme indicateurs, c'est à dire suffiraient-il à eux seuls à caractériser la myrmécofaune terricole des Nouragues à travers la communauté d'espèces de chaque milieu?

Considérons donc maintenant une communauté d'espèces simplifiée artificiellement, uniquement composée par les espèces des 13 genres sélectionnés précédemment, dont les espèces sont identifiables. Pour chacun des milieux, quelle est la perte d'information au niveau spécifique entre la myrmécofaune réelle et la communauté composée des espèces des 13 genres indicateurs?

Avant tout, pour chacune des comparaisons le test est très significatif. Pour chacun des milieux, le coefficient de Mantel est élevé, c'est-à-dire que la perte d'information entre la communauté totale d'espèces et celle artificiellement réduite aux espèces des 13 genres retenus, est faible (tableau 9). Ces genres peuvent donc être considérés comme de bons indicateurs des milieux, susceptibles à eux seuls de fournir des indications fiables représentatives des communautés de ces milieux.

Tableau 9 : Résultats de l'application du Test de Mantel (valeur du coefficient de Mantel (r_M) et significativité du test) sur les comparaisons des matrices de distance basées sur l'espèce pour les communautés totale et simplifiée (espèces des 13 genres indicateurs) pour chacun des milieux.

Communauté réelle - communauté des 13 genres indicateurs		
Comparaisons des matrices de distance du niveau espèce	Coefficient de Mantel (r_M)	p
Forêt de lianes	0.70	< 0.001
Grand plateau	0.62	< 0.001
Forêt de transition	0.57	< 0.001
Inselberg	0.61	< 0.001

Malgré cela, réduire une communauté d'espèces de fourmis à quelques espèces facilement identifiables n'est pas réaliste. Heureusement, il existe un moyen, grâce à ces genres indicateurs, d'obtenir une information plus complète sur les communautés de ces milieux, tout en utilisant la totalité des autres espèces récoltées et en évitant de se confronter à l'identification problématique de certaines espèces. Afin de conserver un maximum d'information taxonomique, travailler sur une communauté artificiellement simplifiée, composée à la fois par les espèces des genres indicateurs facilement identifiables associées au genre des autres espèces (et notamment les problématiques), semble pertinent. Ceci implique la création de RTUs, groupes composés de taxons de rangs systématiques différents, en l'occurrence ici des espèces associées à des genres.

Il est maintenant nécessaire de quantifier la perte d'information au niveau spécifique entre la communauté d'espèces réelle et cette communauté simplifiée composée des espèces des genres indicateurs associées au genre des autres espèces (tableau 10).

Pour chacune des comparaisons, le test est très significatif. Pour chacun des milieux, le coefficient de Mantel est très élevé, c'est-à-dire que la perte d'information entre la communauté d'espèces totale et celle artificiellement réduite aux RTUs, est faible. De plus, pour tous les milieux, les valeurs des coefficients de Mantel sont supérieures à celles des coefficients des comparaisons entre la communauté totale et celle réduite aux espèces des 13 genres indicateurs du tableau précédent (tableau 8); la perte d'information est donc sensiblement inférieure. Il semblerait donc que ce type de communauté simplifiée soit le meilleur compromis entre la simplification du travail d'identification des espèces de la

myrmécofaune du sol des Nouragues, et la conservation du maximum d'information sur la communauté.

Tableau 10 : Résultats de l'application du Test de Mantel (valeur du coefficient de Mantel (r_M) et significativité du test) sur les comparaisons des matrices de distance basées sur l'espèce pour les communautés totale et simplifiée (RTUs) pour chacun des milieux.

Communauté réelle - communauté des RTUs

Comparaisons des matrices de distance du niveau espèce	Coefficient de Mantel (r_M)	p
Forêt de lianes	0.73	< 0.001
Grand plateau	0.67	< 0.001
Forêt de transition	0.66	< 0.001
Inselberg	0.69	< 0.001

DISCUSSION

Échantillonnage de la myrmécofaune des Nouragues

Malgré l'arrêt de nos courbes d'accumulation d'espèces avant l'asymptote horizontale, la majorité (au moins 70%) des espèces de fourmis terricoles a été récoltée. De nombreuses études ont montré qu'un échantillon de litière d'une taille de 50m² permet le calcul d'estimations fiables à partir d'estimateurs comme le jack-knife de premier ordre ou le Chao2 (Delabie et al., 2000b ; Fisher, 2000). Cependant, Leponce et al. (2004) ont estimé que les transects de litière faits selon le « ALL » protocole, à eux seuls, permettaient la capture d'une moyenne inférieure à 45% de la communauté de fourmis de litière actuelle. Heureusement, malgré un échantillonnage partiel de la myrmécofaune, le degré de représentativité de ces types de transects permet des comparaisons inter-sites (Leponce et al., 2004). Pour prétendre à l'exhaustivité d'un inventaire de myrmécofaune, il est nécessaire de combiner différents types de méthodes d'échantillonnage afin d'obtenir l'information la plus complète sur la richesse des espèces de fourmis terricoles et leurs densités (Andersen, 1997 ; Bestelmeyer et al., 2000 ; Delabie et al., 2000b ; Fisher et al., 2000). Une combinaison de plusieurs méthodes de capture augmenterait indubitablement de façon impressionnante le nombre d'espèces de fourmis guyanaises répertoriées.

Bien que ce ne soit pas surprenant, notre inventaire préliminaire incomplet de la myrmécofaune de litière des Nouragues démontre qu'il reste encore beaucoup à apprendre sur la myrmécofaune guyanaise. Jamais aucun inventaire de la biodiversité des fourmis n'avait été réalisé en Guyane française. Nos résultats indiquent que la diversité de la myrmécofaune de litière des Nouragues est élevée. Les 196 espèces de fourmis récoltées à l'aide de transects de litière (entre 120m et 430m d'altitude) pour une localité donnée (station des Nouragues), suggèrent une diversité de fourmis bien plus grande pour le pays que ce qui est couramment connu. Bien qu'il soit difficile de le quantifier précisément du fait du nombre important de morpho-espèces non nommées dans notre inventaire, il est certain qu'une grande partie des espèces n'y ont jamais été répertoriée (Bolton et al., 2006).

Composition taxonomique de la myrmécofaune des Nouragues

Le site le plus riche en espèces était la forêt de lianes et le moins riche, la forêt sommitale de l'inselberg, le grand plateau et la forêt de transition étant intermédiaire. Ce grand écart de richesse spécifique inter-milieux peut en partie être attribué au gradient altitudinal croissant de la forêt de lianes vers l'inselberg (Araújo et al., 2003). Chaque localité possède une myrmécofaune qui lui est propre (composée d'espèces ubiquistes, plus ou moins fréquentes, spécifiques et nouvelles) résultant en grande partie des conditions géologiques influençant le type de formation végétale dominante conditionnant à son tour les conditions micro-climatiques. La distance inter-milieux peut aussi jouer : en effet, des études dans d'autres localités ont montré que la distance affecte la composition des communautés de fourmis. Wilson (1958) a enregistré les décalages des occurrences distinctes des espèces de fourmis d'une communauté sur des faibles distances de quelques kilomètres dans une forêt tropicale continue et homogène de Nouvelle-Guinée, alors que Majer (1983) a montré que la similarité de la myrmécofaune de forêts de l'Ouest de l'Australie augmentait avec les distances croissantes.

Il apparaît également que la myrmécofaune de litière des Nouragues (et peut-être de Guyane française) possède un taux d'endémisme important. Nous avons trouvé au moins 8 espèces nouvelles tous milieux confondus, toutes attendant d'être décrites (données non publiées). Enfin, parmi les 34 espèces communes à tous les sites, 4 sont intéressantes car elles sont répertoriées pour la première fois en Guyane française : *Crematogaster wardi*, *Pheidole scolioceps*, *Rogeria lirata* et *Strumigenys elongata*. Les résultats de cette étude soulignent le besoin d'accroître la recherche au niveau des Nouragues afin de mieux comprendre cette originalité biologique qui ne se cantonne probablement pas à la myrmécofaune.

La structure taxonomique de la myrmécofaune échantillonnée correspond à celles des autres régions tropicales en deux points. Premièrement, beaucoup d'espèces rares et peu d'espèces abondantes ont été collectées (Malsh, 2000). Deuxièmement, les sous-familles Myrmicinae, Ponerinae, Formicinae et Ectatomminae sont dominantes. Les Myrmicinae à elles seules rassemblent plus de 55% des genres et espèces collectées (Ward, 2000). Cette grande richesse d'espèces de myrmécines est notamment due au fait que les extracteurs de litière, comme la méthode Winkler, ont plutôt tendance à récolter des espèces vivant dans la litière et le sol, souvent de petite taille, cryptiques et peu mobiles qui utilisent des ressources spécialisées. De plus, l'importance relative des sous-familles de Ponerinae et Formicinae dans notre étude corrobore celle des fourmis collectées dans la forêt atlantique et la forêt amazonienne. Dans ces deux régions les Ponerinae sont significativement prédominantes (Majer & Delabie, 1994 ; Delabie et al., 2000a ; Vasconcelos et Delabie, 2000 ; Tavares, 2002), alors que les Formicinae le sont légèrement dans la Serra de Baturité (« Nordeste » brésilien) (Hites et al., 2005).

La proportion des espèces des différentes sous-familles permet également de distinguer les milieux. En effet, outre la présence ubiquiste des Myrmicinae, Formicinae et Ectatomminae, la forêt de transition et l'inselberg se distinguent des autres milieux par une absence de Ponerinae, ainsi que la présence de Dolichoderinae et Pseudomyrmicinae dont la majorité des espèces sont arboricoles. L'originalité de la myrmécofaune de ces deux milieux est sans doute due à leur type de formation végétale atypique.

Dans son étude comparant la diversité des fourmis de litière du monde entier (africaines, australiennes, néarctiques, orientales), Ward (2000) met en évidence des caractéristiques de la myrmécofaune de litière néotropicale particulièrement bien visibles dans la structure taxonomique de la myrmécofaune de litière des Nouragues. D'une part, certains genres communs de fourmis de litière sont largement ou entièrement confinés aux

Néotropiques comme *Adelomyrmex*, *Brachymyrmex*, *Octostruma*, *Pyramica*, *Rogeria*, *Wasmannia*, et tous les genres d'Attines, les fourmis champignonnistes (parmi lesquelles *Cyphomyrmex* apparaît comme la plus fréquente dans les échantillons de Winkler). D'autre part, le genre *Solenopsis*, qui est représenté majoritairement par des petites voire des espèces minuscules, atteint son maximum sous les Néotropiques ; en dépit de leur homogénéité morphologique, les *Solenopsis* néotropicales sont très diversifiées en espèces et indubitablement d'une importance écologique considérable. Enfin, la richesse spécifique par échantillon la plus élevée sous les Néotropiques est due au genre *Pheidole* et la myrmécofaune de litière néotropical est l'absence virtuelle d'espèces des genres *Monomorium* et *Tetramorium*.

Le genre hyperdiversifié *Pheidole* (Wilson, 2003) s'est révélé être le genre le plus riche en espèces dans cette étude. Avec 42 espèces, *Pheidole* représente plus de 21% des espèces de fourmis collectées. En comparaison, le second genre le plus riche en espèces, *Solenopsis*, est seulement représenté par 13 espèces. Cette dominance taxonomique de *Pheidole* est typique des Néotropiques. Les espèces de *Solenopsis* de notre étude méritent une attention. Pour toutes les localités, seulement 13 espèces ont été récoltées avec une moyenne de 1,97 espèce par échantillon, un faible nombre comparé à celui de Ward (2000), dont la moyenne s'élève à 3,14 espèces par échantillon de Winkler. Nous avons probablement sous-estimé le nombre réel d'espèces de *Solenopsis* car ce genre ne possède pas de révision taxonomique moderne, ainsi beaucoup d'espèces de *Solenopsis* restent mal définies et difficiles à identifier. Un autre genre dans lequel le nombre d'espèce est probablement de façon similaire sous-estimé du fait d'un manque de synthèse taxonomique est *Hypoponera*. Ces problèmes ne font que mettre en lumière le besoin de réalisation de révisions taxonomiques pour ces deux genres.

Le minimalisme taxonomique

L'étude de Ward (2000) met en évidence des lacunes importantes de connaissance. D'après lui, sans un effort supérieur dévoué à l'alpha taxonomie (par exemple, la description et la discrimination des espèces de fourmis), nous serons incapables d'obtenir des mesures complètes de la bêta-diversité au niveau de l'espèce. Les causes principales de ces lacunes sont la difficulté d'identification due aux complexes d'espèces, aux espèces en attente de description, aux taxons difficilement identifiables et aux révisions manquantes pour des genres très diversifiés, auxquelles s'ajoute la pénurie de personnes compétentes pour ces identifications. D'où la nécessité de solutions de simplification du travail taxonomique comme le concept de minimalisme taxonomique.

A maintes occasions, l'agrégation de données basées sur l'espèce à des niveaux taxonomiques supérieurs a été faite, et les matrices de données résultantes ont été soumises à plusieurs formes d'analyses statistiques, pour voir à quel point l'information avait été perdue comparé à l'analyse prenant en compte toutes les espèces. Les résultats de ces analyses ont prouvé que peu d'information est perdue suite à l'agrégation (Khan, 2006), ce que corroborent nos résultats. Par exemple, l'utilisation des morpho-espèces est une approche de suffisance taxonomique de plus en plus utilisée pour étudier la structure des assemblages d'invertébrés terrestres (Soares et al., 1998 ; Hadden & Westbrooke, 1999 ; Neville & New, 1999). Bien que les identifications formelles des espèces requièrent l'attention d'un spécialiste, les morpho-espèces peuvent être assignées par un non spécialiste utilisant quelques caractères

suffisants pour classer les spécimens en unités taxonomiques reconnaissables (« recognizable taxonomic units » ou RTUs) ressemblant à des espèces distinctes (Oliver & Beattie, 1993 ; Beattie et Oliver, 1994).

De plus, dans des études de biodiversité terrestre, l'utilisation de la richesse de taxons supérieurs comme substituts des patrons de richesse spécifique reçoit une attention croissante. Le soutien de ce concept est démontré pour de larges zones utilisant des jeux de données globaux ou continentaux (McAllister et al., 1994 ; Gaston & Blackburn, 1995) et réitérés à des échelles inférieures pour des applications locales et régionales (Andersen, 1995 ; Blamford et al., 1996 ; Pik et al., 1999).

Ainsi, l'identification au niveau du genre est une autre approche potentielle de minimalisme taxonomique pour comparer les assemblages de fourmis. Notre étude a notamment montré que le niveau générique est le rang taxonomique supérieur à l'espèce le plus informatif. L'avantage est que les fourmis néotropicales entre autre peuvent être relativement facilement identifiées au genre en utilisant une clé standard de détermination (Bolton, 1994, 1995, 2006 ; Fernández, 2003) alors que leur taxonomie au niveau de l'espèce est mal connue et beaucoup plus délicate. De plus, une étude concernant un seul site peut contenir plusieurs espèces congénériques morphologiquement si similaires qu'elles sont extrêmement difficiles à distinguer l'une de l'autre (par exemple les espèces des genres *Pheidole* et *Hypoponera*). Nos résultats ont également montré qu'en couplant les espèces de genres indicateurs (diversifiés et identifiables) de la myrmécofaune totale ou par milieux aux genres des autres individus récoltés (création de RTUs), l'information obtenue est très proche de celle englobant toutes les espèces, et permet une simplification du travail taxonomique considérable.

Cependant, des études précédentes sur les fourmis australiennes ont montré que l'analyse au niveau du genre peut suffisamment révéler les patrons du niveau de l'espèce pour des habitats localisés (Neville & New, 1999 ; Pik et al., 1999) mais qu'elle est peu fiable pour des comparaisons entre des régions biogéographiques différentes (Andersen, 1995), ce qui indiquerait que les genres ne fournissent pas une résolution taxonomique suffisante pour détecter des changements subtils dans la richesse et la composition spécifique des assemblages de fourmis. Il faut donc être prudent sur le choix de la résolution taxonomique, car il semble qu'il soit nécessaire d'identifier les organismes à l'espèce pour détecter un changement environnemental subtil affectant seulement les espèces, alors qu'un stress plus général éliminant tous les genres d'une famille donnée ne pourrait se détecter qu'en identifiant les organismes d'une communauté seulement au niveau de la famille (Ferraro & Cole, 1995).

Conclusions et perspectives

Pour conclure, l'importante richesse spécifique de la région des Nouragues est indicatrice d'une très grande diversité de la myrmécofaune de Guyane française. L'inventaire exhaustif de cette biodiversité nécessite impérativement d'autres études dans diverses localités guyanaises, d'augmenter l'effort d'échantillonnage et de combiner différentes méthodes de capture. Un tel inventaire de la myrmécofaune implique la récolte de toutes les espèces de fourmis indépendamment de leur écologie : endogées, vivant dans la litière ou le bois mort, semi-arboricoles, arboricoles, etc. Malheureusement il n'existe pas de protocole d'échantillonnage standardisé pour les fourmis autres que terricoles, ce qui complique leur

capture. Un autre inconvénient est que ce type d'étude représente un investissement conséquent, d'où l'utilité du concept de minimalisme taxonomique.

La généralisation de ce concept aux écosystèmes terrestres nécessite des études à plus grande échelle. Pour les fourmis, élargir les objectifs aux communautés tropicales du monde entier serait très intéressant, mais leur comparabilité est problématique. Par exemple, la méthodologie appliquée dans notre étude, basée sur des genres indicateurs de milieu, n'est pas applicable à l'échelle mondiale. La raison est que les genres indicateurs néotropicaux sont sans doute différents de ceux des communautés africaines, asiatiques ou d'Océanie. Il semble donc nécessaire d'adapter la méthodologie développée dans le cadre de ce travail. De plus, le manque de protocole d'échantillonnage standardisé de la myrmécofaune globale repousse davantage l'application du minimalisme taxonomique aux communautés de fourmis tropicales du monde entier.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AGOSTI D. & ALONSO L.E. 2000 The ALL protocol: a standard protocol for the collection of ground-dwelling ants. *In* AGOSTI D., MAJER J., ALONSO L.E. & SCHULTZ T. (eds.), *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Smithsonian Press, Washington, pp. 204-206.
- ANDERSEN A.N. 1995 Measuring more of biodiversity: genus richness as surrogate for species richness in Australian ant faunas. *Biological Conservation*, 73: 39-43.
- ANDERSEN A.N. 1997 Measuring invertebrate biodiversity: surrogates of ant species richness in the Australian seasonal tropics. *Memoirs of Museum of Victoria*, 56: 355-359.
- ANDERSEN A.N., HOFFMAN B.D., MÜLLER W.J. & GRIFFITHS A.D. 2002 Using ants as bioindicators in land management: simplifying assessment of ant community response. *Journal of Applied Ecology*, 39: 8-17.
- BEATTIE A.J. & OLIVER I. 1994 Taxonomic minimalism. *Trends in Ecology and Evolution*, 9: 488-490.
- BESTELMEYER B.T., AGOSTI D., ALONSO L.E., ROBERTO C., BRANDÃO F., DELABIE J.H.C. & SYLVESTRE R. 2000 Field techniques for the study of ground-dwelling ants: an overview, description and evaluation. *In* AGOSTI D., MAJER J., ALONSO L.E. & SCHULTZ T. (eds.), *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Smithsonian Press, Washington, pp. 122-144.
- BLAMFORD A., JAYASURIYA A.H.M & GREEN M.J.B. 1996 Using higher-taxon richness as a surrogate for species richness: II. Local applications. *Proceedings of the Royal Society of London Series B*, 263: 1571-1575.
- BOLTON B. 1994 Identification guide to the ant genera of the world. Harvard University Press, Cambridge, 222p.
- BOLTON B. 1995 A next catalogue of the ants of the world. Harvard University Press, Cambridge, 504p.
- BOLTON B., ALPERT G., WARD P.S. & NASKRECKI P. 2006 Bolton's catalogue of ants of the world: 1758-2005. Harvard University Press, Cambridge.
- BONGERS F., DOMINIQUE P.C., FORGET P.M. & THÉRY M. (eds.) 2001 Nouragues: dynamics and plant-animal interactions in a neotropical rainforest. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, 456p.
- BORGMEIER T. 1934 Contribuição para o conhecimento da fauna mirmecológica dos cafezais de Paramaribo, Guiana Holandesa (Hym; Formicidae). *Arquivos do Instituto de Biologia Vegetal*, 1: 93-113.

- BRÜHL C.A., MOHAMED M. & LIENMAIR K.E. 1998 Altitudinal distribution of leaf litter ants along a transect in primary forests on Mount Kinabalu, Sabah, Malaysia. *Journal of Tropical Ecology*, 15: 265-277.
- COLWELL R.K. 2005 EstimateS: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples. Version 7.5. User's Guide & application published at: <http://purl.oclc.org/estimates>.
- COLWELL R.K. & CODDINGTON J.A. 1994 Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 345: 101-18.
- COLWELL R.K., MAO C.X. & CHANG J. 2004 Interpolating, extrapolating and compared incidence-based species accumulation curves. *Ecology*, 85: 2717-2727.
- DELABIE J.H.C. & NASCIMENTO I.C. 1998 As formigas do Município de Ilhéus (Insecta: Hymenoptera: Formicidae). *Especiaria*, 1: 133-152.
- DELABIE J.H.C., AGOSTI D. & NASCIMENTO I.C. 2000a Litter ant communities of the Brazilian Atlantic rain forest region. In AGOSTI D., MAJER J., ALONSO L.E. & SCHULTZ T. (eds), Sampling ground-dwelling ants: case studies from the worlds' rain forests. Curtin University School of Environmental Biology Bulletin No. 18, Perth, pp. 1-17.
- DELABIE J.H.C., FISHER B.L., MAJER J.D. & WRIGHT I.W. 2000b Sampling effort and choice of methods. In AGOSTI D., MAJER J., ALONSO L.E. & SCHULTZ T. (eds.), Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity. Smithsonian Press, Washington, pp. 145-154.
- ELLIS D. 1985 Taxonomic sufficiency in pollution assessment. *Marine Pollution Bulletin*, 16, 459.
- FERNÁNDEZ F. 2003 Introducción a las hormigas de la región Neotropical. Instituto Humboldt, Bogotá, 424 p.
- FERNÁNDEZ F. & SENDOYA S. 2004 List of neotropical ants. *Biota Colombiana*, 5: 1-93.
- FERRARO S.P. & COLE F.A. 1995 Taxonomic level sufficient for assessing pollution impacts on the Southern California Bight macrobenthos: revisited. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 14: 1031-1040.
- FISHER B.L. 1996 Ant diversity patterns along an elevational gradient in the Réserve Naturelle Intégrale d'Andringitra, Madagascar. *Fieldiana: Zoology (n.s.)*, 85: 93-108.
- FISHER B.L. 1999 Improving inventory efficiency: a case study of leaf litter ant diversity in Madagascar. *Ecological Applications*, 9: 714-731.
- FISHER B.L. 2000 Ant inventories along elevation al gradient in tropical wet forests in Eastern Madagascar. In AGOSTI D., MAJER J.D., ALONSO L.E. & SCHULTZ T. (eds.), Sampling ground-dwelling ants: case studies from the world's rainforests. Curtin University School of Environmental Biology Bulletin n°18, Perth, pp. 41-49.
- FISHER B.L., MALSH A.K.L., GADAGKAR R., DELABIE J.H.C., VASCONSELOS H.L. & MAJER J.D. 2000 Applying the ALL Protocol. In AGOSTI D., MAJER J., ALONSO L.E. & SCHULTZ T. (eds.), Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity. Smithsonian Press, Washington, pp. 207-214.
- FISHER B.L. 2002 Ant diversity patterns along a devotional gradient in the Réserve Spécial de Manogarivo. In GAUTIER L. & GOODMAN S.M. (eds.), Inventaire floristique et faunistique de la Réserve Spéciale de Manongarivo (NW Madagascar). Conservatoire et Jardin Botaniques de Genève.
- GASTON K.J. & BLACKBURN T.M. 1995 Mapping biodiversity using surrogates for species richness: macro scales and New World birds. *Proceedings of the Royal Society of London Series B*, 262: 335-344.

- HADDEN S.A. & WESTBROOKE M.E. 1999 A comparison of the Coleoptera, Aranae and Formicidae fauna in grazed native grassland remnant of Victoria. *In* PONDER W. & LUNNEY D. (eds.), The other 99%. The conservation and biodiversity of invertebrates. Transactions of the Royal Zoological Society of New South Wales, Mosman, pp. 101-106.
- HITES N.L., MOURÃO M.A.N., ARAÚJO F.O., MELO M.V.C., DE BISEAU J.C. & QUINET Y. 2005 Diversity of the ground-dwelling ant fauna (Hymenoptera: Formicidae) of a moist, montane forest of the semi-arid Brazilian “Nordeste”. *Revista de Biologia Tropical*, 53: 165-173.
- KASPARI M. & MAJER J.D. 2000 Using ants to monitor environmental change. *In* AGOSTI D., MAJER J., ALONSO L.E. & SCHULTZ T. (eds.), *Ants: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Smithsonian Press, Washington, pp. 89-98.
- KEMPF W.W. 1959 Insecta Amapaensia – Hymenoptera: Formicidae. *Studia Entomologica*, 2: 209-218.
- KEMPF W.W. 1960 Insecta Amapaensia – Hymenoptera: Formicidae (Segunda contribuição). *Studia Entomologica*, 3: 385-400.
- KEMPF W.W. 1961 A survey of the ants of the soil fauna in Surinam (Hymenoptera: Formicidae). *Studia Entomologica*, 4: 481-524.
- KEMPF W.W. 1970 Levantamento das formigas da Mata Amazônica, nos Arredores de Belém do Pará, Brasil. *Studia Entomologica*, 13: 321-344.
- KHAN S.A. 2006 Is species level identification essential for environmental impact studies? *Current science*, 91: 29-34.
- LAPOLLA J.S., SUMAN T., SOSA-CALVO J. & SCHULTZ T.R. 2006 Leaf litter ant diversity in Guiana. *Biodiversity and Conservation*, 16: 491-510.
- LEPONCE M., THEUNIS L., DELABIE J.H.C and ROISIN Y. 2004 Scale dependence of diversity measures in leaf-litter ant assemblage. *Ecography*, 27: 253-267.
- LONGINO J.T. 2000 What to do with the data. *In* AGOSTI D., MAJER J., ALONSO L.E. & SCHULTZ T. (eds.), *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Smithsonian Press, Washington, pp. 186-203.
- LONGINO J.T. & COLWELL R.K. 1997 Biodiversity assessment using structured inventory: capturing the ant fauna of a tropical rain forest. *Ecological Applications*, 7: 1263-1277.
- LONGINO J.T., CODDINGTON J. & COLWELL R.K. 2002 The ant fauna of a tropical rain forest: estimating species richness three different ways. *Ecology*, 83: 689-702.
- MAJER J.D. 1983 Ants: bio-indicators of minesite rehabilitation, land use, and land conservation. *Environmental Management*, 7: 375-383.
- MAJER J.D. & DELABIE J.H.C 1994 Comparison of the ant communities of annually inundated and terra firme forests at Trombetas in the Brazilian Amazon. *Insectes Sociaux*, 41: 343-359.
- MALSH A. 2000 Investigation of the diversity of leaf-litter inhabiting ants in Pasoh, Malaysia. *In* AGOSTI D., MAJER J.D., ALONSO L.E. & SCHULTZ T. (eds.), *Sampling ground-dwelling ants: case studies from the world’s rainforests*. Curtin University School of Environmental Biology Bulletin n°18, Perth, pp. 31-40.
- MANN W.M. 1916 The ants of Brazil (The Stanford expedition to Brazil, 1911, John C. Branner, Director). *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 60: 399-490.
- MANTEL N. 1967 The detection of disease clustering and a generalized regression approach. *Cancer Research*, 27: 209-220.
- MARINHO C.G.S, ZANETTI R., DELABIE J.H.C, SCHLINDWEIN M.N. & RAMOS L.S 2002 Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) da serapilheira em eucaliptais (Myrtaceae) e área de Cerrado de Minas Gerais. *Neotropical Entomology*, 31: 187-195.

- MCALLISTER D.E., SCHUELER F.W., ROBERTS C.M. & HAWKINS J.P. 1994 Mapping and GIS analysis of the global distribution of coral reef fishes on equal-area grid. In MILLER R.I. (ed.), Mapping the diversity of nature. Chapman et al. London, pp. 155-175.
- MISTRI M. & ROSSI R. 2001 Taxonomic sufficiency in lagoonal systems. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 8: 339-340.
- NADKARNI N.M. & LONGINO J.T. 1990 Invertebrates in canopy and ground organic matter in a Neotropical montane forest, Costa Rica. *Biotropica*, 22: 286-289.
- NEVILLE P.J. & NEW T.R. 1999 Ant genus to species ratios: a practical trial for surrogacy value in Victorian forests. In, PONDER W. & LUNNEY D. (eds.), The other 99%. The conservation and biodiversity of invertebrates. Transactions of the Royal Zoological Society of New South Wales, Mosman, pp. 133-137.
- NEW T.R. 1995 An introduction to invertebrate conservation biology. Oxford University Press, Oxford, 533p.
- NEW T.R. 1996 Taxonomic focus and quality control in insect surveys for biodiversity conservation. *Australian Journal of Entomology*, 35: 97-106.
- OLIVER I. & BEATTIE A.J. 1993 A possible method for the rapid assessment of biodiversity. *Conservation Biology*, 7: 562-568.
- OLIVER I. & BEATTIE A.J. 1996a Designing a cost-effective invertebrate survey: a test of some methods for the rapid assessment of invertebrate biodiversity. *Ecological Applications*, 6: 594-607.
- OLIVER I. & BEATTIE A.J. 1996b Invertebrate morphospecies as surrogates for species: a case study. *Conservation Biology*, 10: 99-109.
- OLSON D.M. 1991 A comparison of the efficacy of litter sifting and pitfall traps for sampling leaf litter ants (Hymenoptera: Formicidae) in a tropical wet forest, Costa Rica. *Biotropica*, 23: 166-172.
- PIK A.J., OLIVER I. & BEATTIE A.J. 1999 Taxonomic sufficiency in ecological studies of terrestrial invertebrates. *Australian Journal of Entomology*, 24: 555-562.
- R Development Core Team 2003 R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna.
- ROHLF F.J. 1989 NTSYS/PC. Numerical taxonomy and multivariate analysis system. Exeter publishing, Setauket, N.Y.
- ROHR J.R., MAHAN C.G. & KIM K.C. 2006 Developing a monitoring program for invertebrates: guidelines and a case study; *Conservation Biology*, 21: 422-433.
- SAMWAYS M.J. 2005 Insect diversity conservation. University of Cambridge Press, Cambridge, 342p.
- SCHNELL M.R., PIK A.J. & DANGERFIELD J.M. 2003 Ant community succession within eucalypt plantations on used pasture and implications for taxonomic sufficiency in biomonitoring. *Austral Ecology*, 28: 553-565.
- SOARES S.M., MARINHO C.G.S. & LUCIA T.M.C.D. 1998 Riqueza de espécies de formigas edáficas em plantação de eucalipto e em mata secundária native. *Revista Brasileira de Zoologia*, 15: 889-898.
- TAVARES A.A. 2002 Estimativas da diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) de serapilheira em quarto remanescentes defloresta ombrófila densa e uma restinga no Estado de São Paulo, Brasil. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, Brazil, 146p.
- VASCONSELOS H.L., MACEDO A.C.C. & DELABIE J.H.C. 2000 Ground ant communities from central Amazonian forest fragments. In AGOSTI D., MAJER J.D., ALONSO L.E. & SCHULTZ T. (eds.), Sampling ground-dwelling ants: case studies from the world's rainforests. Curtin University School of Environmental Biology Bulletin n°18, Perth, pp. 59-69.

- VASCONSELOS H.L., MACEDO A.C.C. & VILHENA J.M.S 2003 Influence of topography on the distribution of ground-dwelling ants in an Amazonian forest. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 38: 115-124.
- WARD P.S. 2000 Broad-scale patterns of diversity in leaf-litter ant communities. In AGOSTI D., MAJER J., ALONSO L.E. & SCHULTZ T. (eds.), *Ants: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Smithsonian Press, Washington, pp. 99-121.
- WARWICK R.M. 1993 Environmental impact studies on marine communities: pragmatical considerations. *Australian Journal of Ecology*, 18: 63-80.
- WHEELER W.M. 1916 Ants collected in British Guiana by the expedition of the American Museum of Natural History during 1911. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 35: 1-14.
- WHEELER W.M. 1916 Ants collected in Trinidad by Professor Roland Thaxter, Mr. F. W. Urich and others. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, LX: 323-330.
- WHEELER W.M. 1918 Ants collected in British Guiana by Mr. C. William Beebe. *Journal of the New York Entomological Society*, 26: 23-28.
- WILSON E.O. 1958 Patchy distributions of ant species in New Guinean rainforests. *Psyche*, 65: 26-38.
- WILSON E.O. 2003 *Pheidole* in the New World. Harvard University Press, Cambridge, 793p.
- WRIGHT I.A., CHESSMAN B.C., FAIRWEATHER P.J. & BENSON L.J. 1995 Measuring the impact of sewage effluent on the macroinvertebrate community of an upland stream: the effect of different levels of taxonomic resolution and quantification. *Australian Journal of Ecology*, 20: 142-149.

Annexe 1: Position systématique et occurrences des espèces collectées pour chacun des sites. Le nom des sous-familles est en majuscule et, en gras et celui de la tribu en minuscule et en gras. Le nom des nouvelles espèces et de celles en cours de description est souligné et en gras, celui des espèces spécifiques à un type de milieu en rouge, celui des espèces présentes dans trois des milieux (excepté l'inselberg) en marron ou dans les quatre en vert, et celui des espèces récoltées uniquement dans la forêt de lianes et le grand plateau en bleu.

Espèces (et leur position systématique)	Occurrences			
	Forêt de lianes	Grand plateau	Forêt de transition	Inselberg
Sous-famille AMBLYOPONINAE Bolton				
Amblyoponini Forel				
<i>Amblyopone lurilabes</i> Lattke	0	0	3	0
<i>Prionopelta</i> sp.1	0	1	0	7
<i>Prionopelta</i> sp.2	0	0	1	2
Sous-famille DOLICHODERINAE Forel				
Dolichoderini Forel				
<i>Azteca instabilis</i> Smith	0	0	4	1
<i>Dolichoderus attelaboides</i> Fabricius	0	0	3	0
<i>Dolichoderus imitator</i> Emery	2	0	0	2
Sous-famille ECTATOMMINAE Lepeletier				
Ectatommini Emery				
<i>Ectatomma lugens</i> Emery	2	1	1	3
<i>Ectatomma (morganii) edentatum</i> Forel	4	3	0	0
<i>Gnamptogenys acuminata</i> Emery	1	0	2	0
<i>Gnamptogenys enodis</i> Lattke, Fernandez & Palacio	4	0	0	0
<i>Gnamptogenys haenschi</i> Emery	1	0	0	0
<i>Gnamptogenys horni</i> Santschi	7	1	3	2
<i>Gnamptogenys mina</i> Brown	1	0	0	0
<i>Gnamptogenys minuta</i> Emery	1	0	0	1
<i>Gnamptogenys mordax</i> Smith	0	1	0	0
<i>Gnamptogenys relictata</i> Mann	0	2	2	1
<i>Gnamptogenys striatula</i> Mayr	1	1	0	0
<i>Gnamptogenys sulcata</i> Smith	0	0	2	0
Typhlomyrmecini Emery				
<i>Typhlomyrmex</i> sp. (sp. nov.4 sensu Lacau, 2005)	3	3	3	0
Sous-famille FORMICINAE Latreille				
Brachymyrmecini Emery				
<i>Brachymyrmex</i> sp.1	0	1	3	5
<i>Brachymyrmex</i> sp.2	0	0	1	0
Camponotini Forel				
<i>Camponotus fastigatus</i> Roger	0	0	1	0
<i>Camponotus femoratus</i> Fabricius	2	1	0	0
<i>Camponotus rapax</i> Fabricius	0	0	1	0
Lasiini Ashmead				
<i>Paratrechina fulva</i> Mayr	10	12	8	14
<i>Paratrechina</i> sp.1	1	4	0	16
<i>Paratrechina</i> sp.2	4	0	0	0
<i>Paratrechina</i> sp.3	4	6	0	0
<i>Paratrechina</i> sp.4	1	0	0	0
<i>Paratrechina</i> sp.5	2	0	0	0
Plagiolepidini Forel				
<i>Acropyga fuhrmanni</i> Forel	0	0	0	1

<i>Acropyga smithii</i> Forel	0	0	0	2
Sous-famille LEPTANILLOIDINAE Bolton				
Leptanilloidini Bolton				
<i>Asphinctanilloides</i> sp.1	1	0	0	0
<i>Asphinctanilloides</i> sp.2	1	0	0	0
Sous-famille MYRMICINAE Lepeletier				
Adelomyrmecini Fernández				
<i>Cryptomyrmex longinodus</i> (Fernández & Brandão)	2	0	0	0
Attini Smith				
<i>Acromyrmex octospinosus</i> Reich	1	0	0	0
<i>Apterostigma</i> sp. groupe <i>pilosum</i> Mayr	16	15	1	1
<i>Cyphomyrmex bigibbosus</i> Emery	0	1	0	0
<i>Cyphomyrmex laevigatus</i> Weber	2	2	1	0
<i>Cyphomyrmex peltatus</i> Kempf	15	9	1	6
<i>Cyphomyrmex salvini</i> Forel	4	0	0	2
<i>Mycocepurus smithii</i> Forel	1	0	0	0
<i>Mycocepurus tardus</i> Weber	0	2	0	0
<i>Myrmicocrypta</i> sp.	5	0	0	1
<i>Sericomyrmex</i> sp.1	1	0	0	0
<i>Sericomyrmex</i> sp.2	0	1	0	0
<i>Trachymyrmex ixodus</i> Mayhé-Nunes & Brandão	0	1	0	0
<i>Trachymyrmex</i> sp.1	0	1	0	0
<i>Trachymyrmex</i> sp.2	3	1	2	1
Basicerotini Brown				
<i>Octostruma balzani</i> Emery	27	4	0	0
<i>Octostruma betschi</i> Perrault	16	8	7	0
<i>Octostruma iheringi</i> Emery	0	0	0	1
<i>Octostruma</i> sp. proche <i>iheringi</i>	1	1	0	0
<i>Rhopalothrix</i> sp.	3	0	0	0
Blepharidattini Wheeler & Wheeler				
<i>Wasmannia auropunctata</i> Roger	3	6	5	3
<i>Wasmannia scrobifera</i> Kempf	0	4	0	0
Cephalotini Smith				
<i>Procryptocerus hylaeus</i> Kempf	1	0	0	0
Crematogastrini Forel				
<i>Crematogaster flavosensitiva</i> Longino	1	0	0	0
<i>Crematogaster limata</i> Smith	41	23	11	4
<i>Crematogaster longispina</i> Emery	6	0	17	1
<i>Crematogaster nigropilosa</i> Mayr	3	0	4	0
<i>Crematogaster sotobosque</i> Longino	7	3	0	0
<i>Crematogaster tenuicula</i> Forel	3	0	0	0
<i>Crematogaster wardi</i> Longino	13	3	22	1
Dacetonini Forel				
<i>Pyramica appretiata</i> (Borgmeier)	0	1	0	0
<i>Pyramica auctidens</i> Bolton	23	1	0	0
<i>Pyramica beebei</i> (Wheeler)	2	0	1	0
<i>Pyramica deinomastax</i> Bolton	2	0	1	0
<i>Pyramica denticulata</i> (Mayr)	47	28	40	19
<i>Pyramica hadrodens</i> Bolton	1	0	0	0
<i>Pyramica hyphata</i> (Brown)	0	0	2	0
<i>Pyramica metopia</i> (Brown)	0	0	0	5
<i>Pyramica subedentata</i> (Mayr)	4	2	2	0
<i>Pyramica</i> sp.1 proche <i>longinoi</i>	0	1	0	0

<u>Pyramica sp.2 groupe thaxteri (Wheeler)</u>	0	1	0	0
<i>Pyramica</i> sp.3 proche groupe <i>substricta</i> (Kempf)	0	0	1	0
<i>Strumigenys cosmotela</i> Kempf	2	0	0	0
<i>Strumigenys diabolus</i> Bolton	0	5	0	0
<i>Strumigenys dyseides</i> Bolton	16	0	0	4
<i>Strumigenys elongata</i> Roger	18	11	2	1
<i>Strumigenys lanuginosa</i> Wheeler	0	1	0	0
<i>Strumigenys trudifera</i> Kempf & Brown	10	0	0	0
Formicoxenini Forel				
<i>Nesomyrmex tristani</i> Emery	0	0	0	1
Myrmicini Lepeletier				
<i>Hylomyrma balzani</i> Emery	18	10	6	0
<i>Hylomyrma immanis</i> Kempf	2	0	1	0
<i>Hylomyrma reginae</i> Kutter	1	0	0	0
<i>Hylomyrma sagax</i> Kempf	1	0	0	0
<u>Hylomyrma sp.</u>	0	1	0	0
Ochetomyrmecini Emery				
<i>Ochetomyrmex neopolitus</i> Fernández	1	2	2	0
<i>Ochetomyrmex semipolitus</i> Mayr	3	1	2	1
Pheidolini Emery				
<i>Pheidole alienata</i> Borgmeier	7	0	3	0
<i>Pheidole carinata</i> Wilson	4	0	0	0
<i>Pheidole dolon</i> Wilson	2	0	1	0
<i>Pheidole midas</i> Wilson	7	0	0	4
<i>Pheidole pedana</i> Wilson	32	13	0	3
<i>Pheidole scolioceps</i> Wilson	2	1	22	8
<i>Pheidole walacei</i> Mann	0	1	0	0
<i>Pheidole</i> sp.1 groupe <i>fallax</i> Mayr	0	1	3	0
<i>Pheidole</i> sp.2 groupe <i>fallax</i> Mayr	0	1	0	0
<i>Pheidole</i> sp.3 groupe <i>fallax</i> Mayr proche <i>tijucana</i>	2	0	0	0
<i>Pheidole</i> sp.4 groupe <i>fallax</i> Mayr	0	0	1	1
<i>Pheidole</i> sp.5 groupe <i>diligens</i> Smith proche <i>spilota</i>	2	0	0	1
<i>Pheidole</i> sp.6 groupe <i>flavens</i> Roger	8	3	9	0
<i>Pheidole</i> sp.7 groupe <i>diligens</i> Smith	2	0	4	0
<i>Pheidole</i> sp.8 groupe <i>flavens</i> Roger	0	4	0	0
<i>Pheidole</i> sp.9 groupe <i>diligens</i> Smith proche <i>medialis</i>	6	2	0	0
<i>Pheidole</i> sp.10 groupe <i>fallax</i> Mayr	3	0	14	1
<i>Pheidole</i> sp.11 groupe <i>flavens</i> Roger	11	5	4	1
<i>Pheidole</i> sp.12 groupe <i>flavens</i> Roger	1	0	0	3
<i>Pheidole</i> sp.13	0	1	0	0
<i>Pheidole</i> sp.14 groupe <i>flavens</i> Roger	1	1	0	4
<i>Pheidole</i> sp.15 groupe <i>flavens</i> Roger	0	0	1	1
<i>Pheidole</i> sp.16 groupe <i>flavens</i> Roger	4	10	2	0
<i>Pheidole</i> sp.17 groupe <i>flavens</i> Roger	0	2	0	0
<i>Pheidole</i> sp.18	1	0	0	0
<i>Pheidole</i> sp.19 groupe <i>diligens</i> Smith	5	0	5	0
<i>Pheidole</i> sp.20 groupe <i>fallax</i> Mayr	6	2	0	0
<i>Pheidole</i> sp.21 groupe <i>fallax</i> Mayr	1	0	0	0
<i>Pheidole</i> sp.22	1	2	0	0
<i>Pheidole</i> sp.23 groupe <i>fallax</i> Mayr	11	6	0	0
<i>Pheidole</i> sp.24	1	0	0	1

<i>Pheidole</i> sp.25 groupe <i>fallax</i> Mayr	0	0	1	0
<i>Pheidole</i> sp.26 groupe <i>flavens</i> Roger	8	1	1	1
<i>Pheidole</i> sp.27 groupe <i>tristis</i> Smith proche <i>pepo</i>	1	0	0	0
<i>Pheidole</i> sp.28 groupe <i>fallax</i> Mayr	1	0	0	0
<i>Pheidole</i> sp.29 groupe <i>flavens</i> Roger	3	1	1	0
<i>Pheidole</i> sp.30	2	0	0	0
<i>Pheidole</i> sp.31	2	1	1	0
<i>Pheidole</i> sp.32	4	3	3	8
<i>Pheidole</i> sp.33	17	7	0	2
<u><i>Pheidole</i> sp.34 groupe <i>tristis</i> Smith proche <i>securiger</i></u>	1	4	0	2
<i>Pheidole</i> sp.35 groupe <i>flavens</i> Roger	1	0	0	0
Pheidologetonini Emery				
<i>Carebara elongata</i> Fernández	2	0	0	0
<i>Carebara urichi</i> Wheeler	5	6	2	0
<u><i>Carebara</i> sp.</u>	0	0	1	0
Solenopsidini Forel				
<i>Allomerus decemarticulatus</i> Mayr	1	0	0	0
<i>Carebarella</i> sp.1	1	0	0	0
<i>Carebarella</i> sp.2	2	0	0	0
<i>Megalomyrmex silvestrii</i> Wheeler	1	2	0	0
<i>Megalomyrmex</i> sp.	2	0	0	0
<i>Solenopsis (Diplorhoptum) pollux</i> Forel	0	0	5	0
<i>Solenopsis virulens</i> Smith	6	9	0	0
<i>Solenopsis (Diplorhoptum) sp.1</i>	16	0	0	0
<i>Solenopsis (Diplorhoptum) sp.2</i>	3	0	0	0
<i>Solenopsis (Diplorhoptum) sp.3</i>	1	0	0	0
<i>Solenopsis (Diplorhoptum) sp.4</i>	35	25	25	15
<i>Solenopsis (Diplorhoptum) sp.5</i>	32	20	12	10
<i>Solenopsis (Diplorhoptum) sp.6</i>	2	0	1	0
<i>Solenopsis (Diplorhoptum) sp.7</i>	6	6	0	3
<i>Solenopsis (Diplorhoptum) sp.8</i>	13	7	22	9
<i>Solenopsis (Diplorhoptum) sp.9</i>	16	10	10	2
<i>Solenopsis (Diplorhoptum) sp.10</i>	10	3	1	0
<i>Solenopsis (Diplorhoptum) sp.11</i>	0	0	1	0
Stegomyrmecini Wheeler				
<i>Stegomyrmex manni</i> Smith	0	1	0	0
Stenammini Ashmead				
<i>Lachnomyrmex pilosus</i> Weber	1	0	0	0
<u><i>Lachnomyrmex</i> sp.</u>	1	1	0	0
<i>Rogeria alzatei</i> Kugler	7	0	1	3
<i>Rogeria lirata</i> Kugler	1	1	1	1
<i>Rogeria micromma</i> Kempf	4	2	1	6
<i>Rogeria scobinata</i> Kugler	11	6	4	11
<i>Rogeria subarmata</i> Kempf	0	0	1	0

Sous-famille PONERINAE Lepeletier

Ponerini Lepeletier

<i>Anochetus diegensis</i> Forel	6	2	2	1
<i>Anochetus horridus</i> Kempf	3	2	1	2
<i>Anochetus inermis</i> André	2	5	0	0
<i>Anochetus mayri</i> Emery	0	0	1	0
<i>Anochetus simoni</i> Emery	0	1	0	0
<i>Hypoponera foreli</i> Mayr	2	4	3	2
<i>Hypoponera</i> sp.1	8	7	9	9

<i>Hypoponera</i> sp.2	2	3	7	5
<i>Hypoponera</i> sp.3	0	1	0	0
<i>Hypoponera</i> sp.4	1	0	0	0
<i>Hypoponera</i> sp.5	4	3	3	6
<i>Hypoponera</i> sp.6	10	5	14	7
<i>Hypoponera</i> sp.7	12	6	1	4
<i>Hypoponera</i> sp.8	5	11	5	6
<i>Hypoponera</i> sp.9	3	0	1	0
<i>Hypoponera</i> sp.10	1	1	0	2
<i>Leptogenys dasygyna</i> Wheeler	1	0	0	3
<i>Odontomachus biumbonatus</i> Brown	7	6	0	0
<i>Odontomachus caelatus</i> Brown	0	1	0	0
<i>Odontomachus haematodus</i> Linnaeus	0	0	0	1
<i>Odontomachus hastatus</i> Fabricius	0	1	0	0
<i>Odontomachus scalptus</i> Brown	1	5	4	0
<i>Pachycondyla arhuaca</i> Forel	1	0	0	1
<i>Pachycondyla constricta</i> Mayr	4	1	5	3
<i>Pachycondyla harpax</i> Fabricius	5	2	2	5
<i>Pachycondyla stigma</i> Fabricius	3	2	1	0
<i>Pachycondyla striata</i> Santschi	1	0	0	0
<i>Pachycondyla</i> sp.1 groupe <i>harpax</i> Fabricius	0	0	1	1
<i>Pachycondyla</i> sp.2 groupe <i>harpax</i> Fabricius	0	1	0	0
<i>Pachycondyla</i> sp.3	0	0	0	1
Thaumatomyrmecini Emery				
<i>Thaumatomyrmex</i> sp.	2	0	0	0
Sous-famille PROCERATIINAE Bolton				
Proceratiini Emery				
<i>Discothyrea denticulata</i> Weber	5	1	1	0
<i>Discothyrea sexarticulata</i> Borgmeier	7	1	1	0
Sous-famille PSEUDOMYRMICINAE Smith				
Pseudomyrmecini Emery				
<i>Pseudomyrmex</i> sp. groupe <i>pallidus</i> Smith	0	0	1	0
<i>Pseudomyrmex tenuis</i> Fabricius	0	0	0	3

RÉSUMÉ

Les fourmis terricoles constituent un groupe d'organismes importants car ce sont des composants majeurs de la biodiversité et d'excellents bio-indicateurs reflétant la santé des écosystèmes terrestres. Cette étude représente le début de l'établissement d'une base de données sur la myrmécofaune de Guyane française, ainsi qu'un travail appuyant le potentiel du « minimalisme taxonomique » dans les travaux sur les écosystèmes terrestres. Les fourmis ont été extraites de la litière suivant le « ALL » protocole dans quatre milieux forestiers différents d'altitude croissante, localisés autour de la station des Nouragues. Un total de 196 espèces appartenant à 47 genres a été récolté. Quatre communautés distinctes de richesse spécifique décroissante de la forêt de lianes vers l'inselberg ont été mises en évidence. Les Nouragues constituent peut-être un centre d'endémisme du fait de la capture d'espèces nouvelles associées à des espèces jamais répertoriées en Guyane. Cependant, les problèmes liés à la taxonomie des fourmis freinent considérablement l'obtention de ce type de données. Nos résultats confirment que l'utilisation de niveaux taxonomiques supérieurs à l'espèce (notamment le genre) ou de RTUs (Unités Taxonomiques Reconnaisables) n'entraînent pas de perte d'information préjudiciable et essentielle pour la connaissance de la communauté. Ces outils de minimalisme taxonomique peuvent considérablement faciliter l'obtention de données grandement utiles pour la connaissance et la conservation de la biodiversité de la myrmécofaune.

ABSTRACT

Leaf-litter ants represent an important group of organisms because they are major components of biodiversity and excellent bioindicators reflecting the health of terrestrial ecosystems. This study presents the beginning of a leaf litter ant dataset for French Guiana, and is emphasizing the taxonomic sufficiency potential in terrestrial ecosystems works. Following the leaf litter ants ALL protocol, ants were extracted from leaf litter according to an altitudinal gradient in four forest environments, located near the Nouragues station. A total of 196 species representing 47 genera was collected. Four distinct communities, whose specific richness decreases from the liana forest to the inselberg, were identified. The Nouragues may represent a centre of endemism because of the discovery of new species associated with species firstly collected in French Guiana. However, problems linked with ant taxonomy considerably slow down the establishment of datasets. Our results confirm that the use of taxonomic levels higher than species (especially genus level) or RTUs (Recognizable Taxonomic Units) does not lead to a loss of information prejudicial and essential for the community knowledge. These taxonomic sufficiency tools are of importance for the knowledge and conservation of the ant fauna biodiversity.