

Distribution des Scarabaeidæ (Coléoptères) le long d'un gradient d'utilisation des terres (Oumé – Côte d'Ivoire)

Dagobert Kouadio Kra ^{*1}, Mamadou Doumbia¹, Jan Klimaszewski², Koffi Eric Kwadjo.¹

(1) UFR/SN, Biology Laboratory and Animal Cytology, University Abobo-Adjamé, 02 BP 801 Abidjan 02, Ivory Coast. (*: e-mail: luckaskera@yahoo.fr; phone: (+225) 07 04 63 69/02 55 37 61; 14 BP 600, Abidjan)

(2) Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Laurentian Forestry Centre, 1055 du PEPS, PO Box 10380, Stn. Sainte-Foy, Québec, QC, Canada G1V 4C7

Auteur correspondant email : jklimasz@nrcan.gc.ca

Mots clés : Scarabaeidae, abondance, diversité, guildes.

1 SUMMARY

En vue d'étudier l'impact des activités humaines sur l'abondance et la diversité des Coléoptères Scarabaeidae, une étude a été menée à Oumé concernant huit types d'utilisation des terres ou habitats. Les insectes ont été échantillonnés par la combinaison de quatre types de pièges. Quatre guildes (phytophages, fousseurs, rouleurs et résidents) ont été formes et leur abondance dépend des ressources disponibles. Les phytophages dominant en cultures vivrières, les fousseurs dominant en forêt et en cultures vivrières et les rouleurs dominant en forêt. Les résidents sont représentés par un seul individu en plantation de teck de 10 ans. L'influence des activités humaines est variable sur les Scarabaeidae spécifiquement mais, elle n'était pas dramatique à l'échelle de la communauté pendant cette étude.

ABSTRACT

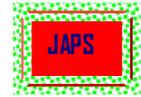
A study of the impact of human activities in eight land use types on abundance and diversity of Scarabaeidae (Coleoptera) was conducted near Oumé, Ivory Coast. Insects were collected by combination of four traps. Four guilds were discovered (phytophagous, tunnelers, rollers, and dwellers), and their abundance depended on availability of food and other resources. The phytophagous scarabs dominated in mixed-crop fields, the tunnelers dominated in forest and mixed-crop fields, and the rollers in the forest. Only one scarab dweller was found in a 10-year-old teak plantation. The influence of human activity on Scarabaeidae community was diverse but not significant.

Key words: Scarabaeidae, abundance, diversity, guild.

2 INTRODUCTION

La destruction des habitats est reconnue comme étant la principale source de diminution de la biodiversité (Jeanneret *et al.*, 2003 ; Rossi, 2005 ; Hendrickx, 2007 ; Kra *et al.*, 2009). Ces dommages sont essentiellement dus aux

activités humaines dont l'urbanisation et l'agriculture. Plusieurs communautés d'organismes dont les coléoptères Scarabaeidae sont défavorisées par ces perturbations pendant que d'autres sont indifférentes. L'intérêt de



faire des recherches sur ces organismes repose sur leur importance écologique et économique. En effet les coléoptères constituent le groupe le plus diversifié du règne animal et les Scarabaeidae sont connus pour leur important rôle (en débarrassant la surface du sol de tous les déchets organiques soit en les consommant, soit en les enfouissant plus ou moins profondément dans le sol pour se nourrir ou pour leurs descendants) dans les agro écosystèmes (Haloti *et al.*, 2006). Par ailleurs, de récentes études (Scheffler, 2004 ; Krell *et al.*, 2005 ; Vitullo et Sadof, 2007) ont montré que les interventions anthropiques ont un impact

sur leur abondance et leur diversité, faisant de ces insectes de potentiels indicateurs biologiques. C'est pourquoi il s'est avéré nécessaire de mener une étude sur cette famille dans une région où les activités agricoles sont très développées. L'objectif de ce travail est de montrer l'impact des activités humaines sur l'abondance et la diversité des Scarabaeidae le long d'un gradient d'utilisation des terres. La prise en compte des caractéristiques de chaque habitat, c'est-à-dire le couvert végétal et l'intensité d'utilisation de chaque habitat sont essentielles pour comprendre la distribution des Scarabaeidae.

3 MATERIEL ET METHODES

3.1 Milieu d'étude : Le site d'étude est situé dans le département d'Oumé plus précisément dans le village de Goulikao (6°30 latitude nord ; 5°31 longitude ouest). Le choix de la région d'Oumé s'explique par le fait que cette région correspond à l'ancienne boucle du cacao en Côte d'Ivoire qui a donc subi, et continue de subir, une exploitation agricole intense mais qui possède toujours des reliques de forêts humides. Le site d'étude comprend une zone anthropisée incluant les cultures de divers types et correspondant au domaine rural, et une zone relativement protégée comprenant une forêt non exploitée et des parcelles de reboisements de différents âges appelés domaine de la SODEFOR.

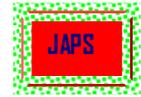
L'échantillonnage s'est déroulé dans ces deux domaines, suivant une grille, de 107 points d'échantillonnage séparés 200 m de distance les uns des autres. Sur cette grille, huit modes d'utilisation du sol ou habitats ont été choisis comme représentatifs dans la région : les cacaoyères (C), les cultures vivrières (V), les jachères (J), les reboisements plurispécifiques (RPS), les plantations de teck de 10 ans (TK10), les plantations de teck de 4 ans (TK4), la forêt secondaire (FS) et la forêt primaire (FP). Dans chaque habitat ou mode d'utilisation du sol, 4 sites ont été choisis et échantillonnés. Les quatre sites représentent les 4 répétitions pour chaque habitat ou mode d'utilisation du sol. Les transects sont tracés sur chaque site.

3.2 Protocole d'échantillonnage et analyse des données : Une combinaison de 3 types de pièges ont été utilisés : les pièges à fosse ou pitfall

traps, les bacs jaunes (bacs jaunes au sol ou aériens) et les pièges Malaise. L'utilisation de ces trois types de piège se justifie par le fait qu'ils sont complémentaires même s'ils ne sont pas utilisés habituellement pour l'échantillonnage des Coléoptères Scarabaeidae. Les pièges à fosse sont susceptibles de capturer les insectes qui se déplacent au sol. Les pièges jaunes sont des pièges réalisés avec des assiettes de plastique de couleur jaune de 15 cm de diamètre et de 10 cm de profondeur et servent à attirer les insectes floricoles. Le piège Malaise sont utilisés pour les insectes qui se déplacent beaucoup en volant. Le protocole utilisé et modifié est celui de Obrtel (1971), Luff (1975) et de Baars (1979) compte tenu de la physionomie du terrain.

Ces auteurs estiment que les pièges doivent être éloignés d'une dizaine de mètres les uns des autres et placés en ligne. Ceci permet de réduire les captures inférieures à 1% et d'éviter les interférences entre les mêmes types de pièges. En effet, l'utilisation des autres types de pièges (bacs jaunes et pièges Malaise) et le tracé de transects de 50 m de longueur au lieu de 100 m constituent les modifications majeures apportées à ce protocole.

Ainsi, 2 transects de 50 m de longueur, chacun distants de 10 m furent tracés sur chaque site. Chaque transect est divisé en 5 points espacés de 10 m. À chaque point du transect, un piège à fosse et une assiette jaune, distants de 1 m, sont disposés de sorte à avoir 10 pièges à fosse et 10 pièges jaunes au sol par site. Un support de 2 m de hauteur avec 3 petits cerceaux à différentes hauteurs (50, 75 et 200 cm) sur lesquels 3 assiettes jaunes sont disposées, est placé à 1 m des deux autres pièges. Trois



supports sont placés par site. Deux pièges Malaise orientés perpendiculairement l'un à l'autre sont placés de part et d'autre des deux transects. Au total, 31 pièges sont placés par site. Du formol à 2 %, additionné d'une très faible quantité de détergent (savon liquide), est utilisé comme liquide fixateur pour les pièges à fosse et les pièges jaunes. De l'alcool à 70% est utilisé pour les pièges Malaise ainsi que pour la conservation des insectes. Deux jours après la pose des pièges, le contenu de chaque type de piège est renversé dans une boîte et celle-ci étiquetée. L'échantillonnage, d'une durée d'un mois, s'est déroulé à la même période au cours de deux

années consécutives (fin juin 2004 et fin juin 2005). Cette période correspond à la fin de la grande saison des pluies. Pour chaque campagne d'échantillonnage, 32 points ont été échantillonnés.

Pour la mesure de la diversité, l'indice de diversité de Simpson et la richesse (Tableau 1) spécifique ont été utilisés. L'indice de diversité de Simpson est représenté par 1-D (D, indice de Simpson). Le maximum est représenté par la valeur 1 et le minimum de diversité par la valeur 0. Le logiciel écologique méthodologie 6.1 a permis d'estimer cet indice.

Tableau 1 : Diversité des Scarabaeidae estimée par l'indice de Simpson (D) et la richesse spécifique moyenne (S) ± erreurs standards (FP : forêt primaire, FS : forêt secondaire, RPS : reboisement plurispécifique, TK10 : plantation de teck de 10 ans, TK4 : plantation de teck de 4 ans, C : cacaoyère, J : jachère, V : culture vivrière)

	FP	FS	RPS	TK10	TK4	C	J	V
D	0,84	0,85	0,78	0,80	0,37	0,77	0,82	0,87
S	2.5 ± 0.87	2.75 ± 0.25	2 ± 0.41	3.25 ± 0.25	1 ± 0.41	2 ± 0.41	3.5 ± 0.27	6.75 ± 2.43

Quant à la richesse spécifique, il s'agit d'un simple dénombrement des espèces présentes dans un échantillon.

L'étude comparative de l'abondance et de la diversité des huit types d'utilisation du sol a été faite à l'aide du test non paramétrique de Kruskal-Wallis (ANOVA). Pour les analyses multi variées, la Classification Ascendante Hiérarchique (ACH) a été utilisée à partir de l'indice Jaccard. Cet indice a été calculé par la version 7.0 du programme EstimateS mise au point par Colwell (2004). La classification ascendante hiérarchique utilise les dissemblances ou distances entre objets lors de la formation des groupes. La matrice pour la construction du dendrogramme est obtenue en faisant 1-jaccard donné par le logiciel EstimateS. Le logiciel STATISTICA a servi pour construire les dendrogrammes. L'identification a été possible

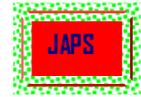
grâce aux clés (Baraud, 1985 ; Delvare et Aberlenc, 1989), logiciels (Lawrence *et al.*, 1999) et ouvrages (Leraut, 2003). L'utilisation de photos de spécimens a également été d'une grande utilité. Les Scarabaeidae identifiés ont été confirmés par une spécialiste, Dorothy H. Newman au Natural History Museum a Londres A Angleterre. Les morpho-espèces non confirmées sont actuellement au museum de Denver aux États-Unis pour leur confirmation par un spécialiste. La formation de morpho-espèces s'est fait par différentes mesures sur les insectes : longueur total du corps, longueur des élytres, largeur des élytres, largeur du pronotum, longueur élytres plus pronotum. Quatre guildes ont été formées pour les différents groupes de Scarabaeidae. Ce sont les rouleurs, les fousseurs, les résidents et les phytophages.

3.3 Définition des guildes :

3.3.1 Rouleurs : Ce sont les Scarabaeidae dont les imagos détachent une parcelle d'excrément et l'emportent par roulage à une distance plus ou moins grande du dépôt avant de l'enterrer dans un endroit convenable pour leur propre consommation ou pour l'édification de nids pédotrophiques servant à la réception de la ponte. Se sont des espèces diurnes ou crépusculaires pour la plupart (Haloti *et al.*, 2006).

3.3.2 Fousseurs : Il s'agit d'espèces qui enfouissent leurs réserves alimentaires dans les

terriers creusés le plus souvent directement à l'aplomb des déjections. Un tel comportement, hautement adaptatif, permet aux larves de disposer de suffisamment de réserves pour accomplir tout leur développement, la compétition n'intervenant qu'entre les adultes pour accumuler les réserves. De plus, dans les régions arides ou semi-arides, l'enfouissement a l'avantage de soustraire une ressource fragile et fugace des effets très rapides de la dessiccation, un nid en profondeur conservant l'humidité initiale (Lumaret, 1989).



3.3.3 Résidents : Il s'agit d'espèces dont le développement larvaire se déroule en totalité, ou dans une large part, à l'intérieur même des déjections (cas des Aphodius), ce qui nécessite que l'activité des insectes, et surtout leur reproduction, intervienne pendant les périodes fraîches et humides de l'année lorsque les déjections exploitées sont de petite taille, sinon il y a un problème de dessiccation trop rapide (Lumaret, 1975 ; Lumaret et Kirk, 1987). Une autre stratégie consiste à exploiter des excréments plus gros, mais avec le risque d'entrer

en concurrence avec les rouleurs et fousseurs qui confisquent très rapidement une très large part de la ressource trophique en l'enfouissant dans des terriers profonds (Lumaret, 1989), à moins de pratiquer le cleptoparasitisme et de parasiter les ressources accumulées par les fousseurs, comme cela est fréquent en zone sahélienne (Rougon & Rougon, 1983).

3.3.4. Les phytophages : Ce sont des espèces qui se nourrissent de matières végétales.

4 RESULTATS

4.1 Abondance des Scarabaeidae : Au cours des deux campagnes d'échantillonnage, 154 individus ont été collectés dans l'ensemble des habitats. Tous les individus récoltés sont répartis en cinq (5) sous-familles. La sous-famille des Scarabaeinae est représentée ici par les Sisyphini pour les rouleurs avec 7 individus, et les Coprini et les Onthophagini pour les fousseurs qui comptent 54 individus. La sous-famille des Rutelinae, les Cetoniinae et les Melolonthinae sont pour la plupart

des insectes phytophages avec 85 individus, et les Aphodiinae sont des insectes résidents. L'abondance moyenne la plus élevée se trouve en culture vivrière (13,5 individus) et la plus faible se trouve en plantation de teck de 4 ans (1,25 individus) (Figure 1). Par ailleurs, la comparaison de l'abondance des Scarabaeidae montre une variation non significative entre les différents habitats ($p = 0,0512$).

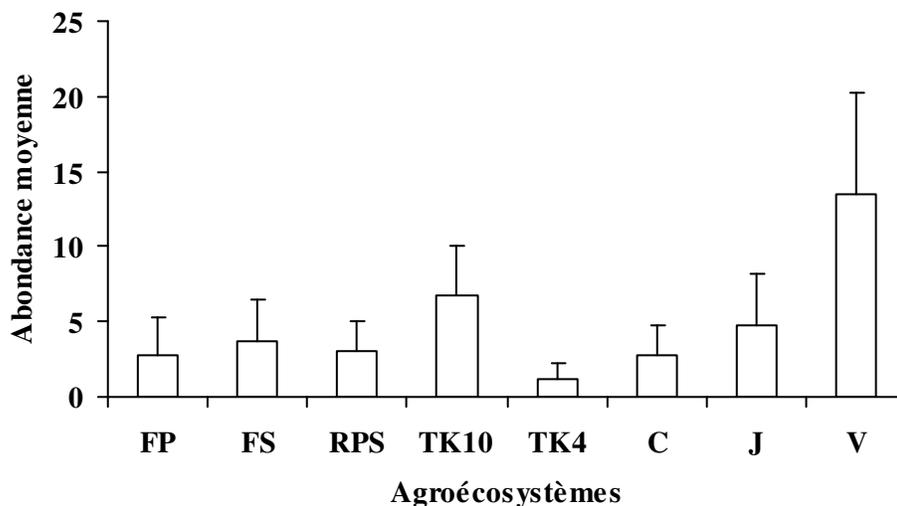
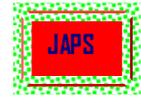


Figure 1 : Histogrammes indiquant les abondances moyennes des différents habitats (FP : forêt primaire, FS : forêt secondaire, RPS : reboisement plurispécifique, TK10 : plantations de teck de 10 ans, TK4 : plantations de teck de 4 ans, C : cacaoyères, J : jachères, V : cultures vivrières)

4.2 Diversité des Scarabaeidae : Il est à noter l'impossibilité de calculer la valeur Simpson de certaines répétitions étant donné la présence d'une seule espèce dans les captures, d'où l'absence du p . Les valeurs de l'indice de diversité de Simpson sont relativement plus élevées et similaires entre les

forêts primaires, forêts secondaires, teck de 10 ans, jachères et les cultures vivrières. Mais, les cultures vivrières ont relativement la valeur la plus élevée (0,87). La plus faible valeur de l'indice de diversité de Simpson a été obtenue dans les tecks de 4 ans (0,37). Le plus grand nombre d'espèces a été



identifié dans la sous-famille des Scarabaeinae avec 24 espèces suivie des Rutelinae avec 12 espèces, et des Melolonthinae avec 2 espèces, les Cetoniinae et Aphodiinae avec 1 espèce chacune. La majorité des espèces sont présentes en cultures vivrières ainsi que celles les plus abondantes représentées par *Maladera* sp1, *Anomala* sp1 et Scarabaeidae 1. La guildes des rouleurs est représentée par 3 espèces. Ces trois espèces (*Sisyphus gazanus* (Ar.), *S. seminulum* (G.) et *Sisyphus* sp1) sont plus représentées en forêt (forêt primaire et forêt secondaire).

Les fousseurs ainsi que les rouleurs sont des Scarabaeinae. Les espèces appartenant à la guildes des fousseurs sont plus représentées en cultures vivrières et en forêt. La richesse spécifique ne diffère pas beaucoup entre les milieux, mais beaucoup d'espèces sont spécifiques à chaque milieu. Les espèces spécifiques aux habitats sont *Tiniocellus spinipes* (Roth), *Onthophagus* sp3, *Onthophagus* sp4c, *Onthophagus* sp5, *Onthophagus* sp7c pour les cultures vivrières, *Milichus serratus* (D'Orb), *Onthophagus* sp1, *Onthophagus* sp6c, *Onthophagus* sp8c, *Caccobius* sp1, *Onthophagus* sp4, *Onthophagus* sp9 pour les forêts, *Onthophagus* sp2, *Onthophagus* sp5c pour les jachères, *Aphodius* sp1 et *Cetonia* sp1 pour les plantations de teck de 10 ans. Quant aux résidents, ils sont représentés dans ce travail par une seule espèce, *Aphodius* sp1 de la sous-famille des Aphodiinae qui a été collectée en plantation de teck

de 10 ans. Contrairement à la guildes des résidents, les phytophages comptent 15 espèces appartenant à 3 familles ; les Cetoniinae, les Rutelinae et les Melolonthinae. Ils sont représentés par *Maladera* sp1, *Maladera* sp2, *Anomala* sp1 (Rutelinae), *Cetonia* sp1 (Cetoniidae), Melolonthinae 1, Melolonthinae 2 (Melolonthinae) et Rutelinae 1 à 9. La majorité des Rutelinae ont été capturés en cultures vivrières. Deux espèces, *Maladera* sp1 et *Anomala* sp1, sont présentes dans plusieurs habitats tandis que trois espèces, Melolonthinae 1, *Maladera* sp2, Melolonthinae 2, sont respectivement spécifiques aux cultures vivrières et aux plantations de teck de 10 ans. La comparaison de la richesse spécifique entre les habitats n'a pas donné statistiquement de différence significative ($p = 0,0725$). Néanmoins, de façon générale, la richesse spécifique est relativement plus élevée en cultures vivrières avec 21 espèces suivies des jachères (11 espèces) et des plantations de tecks de 10 ans (10 espèces). Par ailleurs, le groupement des types d'utilisations fait à partir de l'indice de similarité Jaccard en fonction de leur composition spécifique (proportion des espèces partagées) indique des similarités entre les jachères et les cultures vivrières (28%), les plantations de teck de 4 ans et les cacaoyères (60%) et une similarité entre les forêts secondaires et les plantations de teck de 10 ans (40%) (Figure 2). Les autres habitats sont relativement distincts.

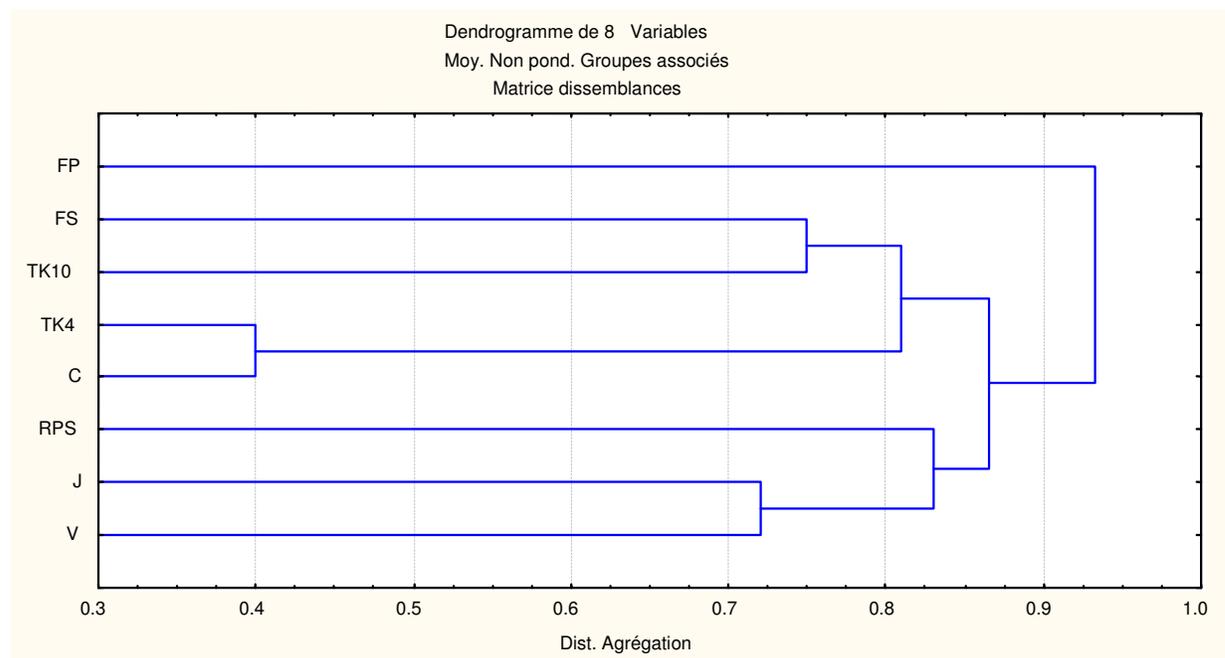




Figure 2 : Comparaison de la composition spécifique entre les habitats (FP : forêt primaire, FS : forêt secondaire, RPS : reboisements plurispécifiques, TK10 : plantations de teck de 10 ans, TK4 : plantations de teck de 4 ans, C : cacaoyères, J : jachères, CV : cultures vivrières)

5 DISCUSSION

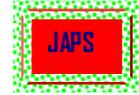
Les Scarabaeidae sont présents dans tous les milieux échantillonnés. Il y a au moins un individu par habitat, mais leur abondance diffère selon les habitats. Les cultures vivrières enregistrent le plus grand nombre d'individus. Il faut noter que la majorité des guildes, rouleurs, fouisseurs et phytophages sont représentés dans cet habitat. Mais les phytophages sont encore plus nombreux dans ce milieu. C'est un milieu composé d'un mélange de cultures annuelles. Ceci lui confère le statut de milieu hétérogène et donc riche en nourriture favorable aux insectes. Un paysage cultivé est hétérogène et fournit plusieurs possibilités de nidification par rapport aux habitats simples qui sont inadéquats pour un grand nombre d'espèces (Jeanneret *et al.*, 2003). Les processus biologiques et les activités humaines interviennent simultanément dans les habitats pour créer un complexe temporairement et spatialement des entités dynamiques (Jepsen *et al.*, 2005). Cette diversité sur les Coléoptères a été montrée par Kra *et al.* (2008) lors de leurs travaux dans les cultures vivrières dans cette région. Quant aux rouleurs, ils sont plus abondants en forêt. Les *Sisyphus* représentant les rouleurs sont plus petits et leur abondance en forêt pourrait s'expliquer par la présence des nombreux petits mammifères dans cet habitat.

La plupart des rouleurs sont petits et diurnes et sont attirés par les excréments, des moyens et petits mammifères omnivore riches en azote (Cambefort, 1984). S'agissant des fouisseurs selon le même auteur, ils sont soit grands, nocturnes et attirés par les déjections des grands herbivores, soit petits, diurnes ou nocturnes et opportunistes. Ils sont aussi bien nombreux en forêt qu'en cultures vivrières. Les cultures vivrières attirent souvent les grands herbivores en quête de nourriture. D'une manière générale, les individus échantillonnés sont de petite taille dans tous les habitats. Aux échelles locale et régionale, les espèces de petite taille sont numériquement plus abondantes que les espèces de grande taille (Cambefort, 1994). De même que l'abondance, la diversité et la richesse spécifique sont plus importantes dans ce milieu. La biomasse par unité de surface et le nombre d'espèces sont plus grands en savane qu'en forêt (Cambefort, 1984). Les cultures vivrières ne sont pas des savanes mais l'abattage des grands arbres au profit des

cultures leur donne un aspect de savane. Les déjections des grands herbivores et des petits mammifères dans ce milieu attireraient plusieurs espèces de différentes guildes. D'ailleurs, Meurgey et Sadorge (2001) ont montré que certaines espèces de Scarabaeidae ont une nette préférence pour les milieux ouverts qu'ils soient humides ou secs. De même les travaux sur les Scarabaeidae en milieu tropical humide menés par Estrada *et al.* (2005) ont aussi montré que la diversité horizontale et verticale des habitats influence la richesse spécifique de ces insectes. Les forêts sont moins ouvertes que les cultures vivrières.

Cependant, il y a plus d'espèces restreintes aux forêts par rapport aux cultures vivrières vu le nombre d'espèces que chaque milieu enregistre. Concernant les plantations de teck de 10 ans et les jachères elles enregistrent plusieurs espèces qui ne leur sont pas spécifiques. La plupart de ces espèces sont communes aux autres habitats. Les plantations de teck de 4 ans enregistrent non seulement la plus faible abondance, mais aussi la plus faible richesse spécifique. Contrairement aux plantations de teck de 4 ans, les plantations de 10 ans ont relativement plus d'espèces et plus d'individus. En effet la différence entre l'âge d'installation de ces reboisements monospécifiques pourrait être à la base des différences observées au niveau de leur composition en Scarabaeidae. Ces différences sont aussi pour la plupart dues au changement de la structure des habitats qui à son tour joue sur la qualité et la distribution des Scarabaeidae (Botes *et al.*, 2006).

Par ailleurs, certains habitats partagent beaucoup d'espèces d'où leur regroupement sur le dendrogramme. Certains habitats sont aussi plus proches par rapport aux autres du fait qu'il n'y ait pas d'habitats de transition entre eux. C'est le cas par exemple de certaines jachères et cultures vivrières. D'ailleurs les travaux menés par Estrada et Coates-Estrada (2004) ont montré que la proximité des habitats semble préserver divers assemblages des espèces de Scarabaeidae. Les insectes étant des invertébrés qui se déplacent par vol ont la possibilité de coloniser les habitats voisins à la recherche de nourriture ou de nouvelles niches écologiques. C'est pour cela que Moreno et Halffter (2001) estimaient que la présence d'espèces touristes



et la transition d'espèces pourraient dépendre de

leur mobilité.

6 CONCLUSION

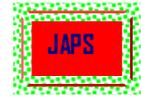
L'estimation de l'abondance et la diversité des Scarabaeidae le long du gradient étudié montre que les cultures vivrières attirent beaucoup plus de Scarabaeidae que les autres habitats. La majorité des guildes sont présentes dans cet habitat avec une plus grande abondance des phytophages. L'abondance, la diversité et la richesse spécifique sont plus élevées dans ce milieu. À l'opposé, les plantations de teck de 4 ans présentent les plus faibles indices. Des similarités du point de vue de la composition spécifique ont été observées entre certains habitats. Par ailleurs, les différences observées entre les paramètres mesurés sont non seulement dues à la constitution végétale des milieux, mais aussi aux activités menées dans chaque habitat.

La présence de chaque espèce ou chaque guildes dans un habitat dépendrait des ressources disponibles. Les forêts qui constituent des milieux moins perturbés ont moins d'individus avec

beaucoup d'espèces qui leur sont spécifiques. Pour la période de l'étude, les activités humaines n'ont pas beaucoup joué sur l'abondance et la diversité des Scarabaeidae, mais avaient plutôt un effet relatif sur la composition spécifique de ces coléoptères. L'intérêt de ce travail est d'avoir montré que d'autres recherches de ce type sont nécessaires en Côte d'Ivoire, en particulier dans toutes les zones où l'agriculture est beaucoup développée. Ceci permettra de mieux appréhender le fonctionnement des communautés de Scarabaeidae en milieu cultural car la présence de fousseurs dans ce milieu est un bon signe pour l'agriculture. Il ne peut s'agir que de recherches menées à long terme nécessitant un échantillonnage couvrant tous les secteurs bioclimatiques et biogéographiques de la Côte d'Ivoire avec des méthodes d'échantillonnage propres aux Scarabaeidae.

7 RÉFÉRENCES

- Baars MA, 1979. Catches in pitfall traps in relation to mean densities of Carabid beetles. *Ecologia* (Berlin) 41: 25-46.
- Baraud J, 1985. Coléoptères Scarabaeoidea. Faune du nord de l'Afrique du Maroc au Sinaï. Edition Lechevallier, Paris.
- Botes A, McGeoch MA, Van Rensburg BJ, 2006. Elephant- and human-induced changes to dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) assemblage in the Maputaland Centre of Endemism. *Biological Conservation* 130 (4):573-583.
- Cambefort Y, 1984. Étude écologique des Coléoptères Scarabaeidae de Côte d'Ivoire. Université Pierre et Marie Curie, Paris.
- Cambefort Y, 1994. Body size, abundance, and geographical distribution of afro-tropical dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae). *Acta Oecologia* 15: 165-179.
- Delvare G et Aberlenc H-P, 1989. Les insectes d'Afrique et d'Amérique tropicale. Clé pour la reconnaissance des familles, PRIFAS, CIRAD-GERDAT, Montpellier, France, 297pp.
- Estrada A et Coates-Estrada R, 2004. Dung beetles in continuous forest, forest fragments and in an agricultural mosaic habitat island at Los Tuxtlas, Mexico. *Biodiversity and Conservation* 11 (11): 1903-1918.
- Estrada A, Coates-Estrada R, Dadda AA, Cammarano P, 2005. Dung and carrion beetles in tropical rain forest fragments and agricultural habitats at Los Tuxtlas, Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 21: 9-19.
- Haloti S, Janati-Idrissi A, Chergui H, Lumaret J-P, 2006. Structure des communautés de Scarabaeidae coprophages du Maroc nord-occidental (Coleoptera, Scarabaeoidea). *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la vie* 28: 25-34.
- Hendrickx F, Maelfait J-P, Wingerden W V, Schweiger O, Speelmans M, Aviron S, Augenstein I, Billeter R, Bailey D, Bukacek R, Burel F, Diekötter T, Dirksen J, Herzog F, Liira J, Roubalova M, Vandomme V, Bugter R, 2007. How landscape structure, land-use intensity and habitat diversity affect components of total arthropod diversity in agricultural landscapes. *Journal of Applied Ecology* 44: 340-351.
- Jepsen JU, Topping CJ, Odderskaer P, Andersen PN, 2005. Evaluating consequences of land-use strategies on wildlife populations using multiple-species predictive scenarios.



- Agriculture Ecosystems and Environment 105: 581-594.
- Jeanneret Ph, Schüpbach B, Luka H, 2003. Quantifying the impact of landscape and habitat features on biodiversity in cultivated landscapes. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 98: 311-320.
- Kra DK, Doumbia M, Klimaszewski J, Dagnogo M, Daouda A, 2009. Soil/litter beetle abundance and diversity along a land use gradient in tropical Africa (Oumé, Ivory Coast). *Sciences & Nature* (6) 2: 139-147.
- Kra DK, Klimaszewski J, Doumbia M, Aidara D, Dagnogo M, 2008. Comparing beetle abundance and diversity values along a land use gradient in tropical Africa (Oumé, Ivory Coast). *Zoological Studies* 47: 429-437.
- Krell T-F, Mahiva VS, Kouakou C, N'goran P, Westerwalbesloh SK, Newman DH, Weib I, Doumbia M, 2005. Human influence on the dung fauna in afrotropical grasslands (Insecta: Coleoptera). *African Biodiversity: Molecules, Organisms, Ecosystems* 5: 134-139.
- Lawrence JF, Hastings AM, Dallwitz MJ, Paine TA, Zurcher EJ, 1999. *Beetles of the world*. INTKEY version 5 .09, CSIRO Division of Entomology, Canberra, Australia.
- Leraut P, 2003. *Le guide entomologique*. Delachaux et Niestlé, Paris, 527pp.
- Luff ML, 1975. Some features influencing the efficiency of pitfall traps. *Öecologia* (Berlin) 19: 345-357.
- Meugey F. et Sadorge A, 2001. *Cartographie des Coléoptères Scarabaeoidea de Loire-Atlantique. Inventaire et révision des collections du Muséum d'histoire naturelle de Nantes*. 33pp.
- Moreno CE. et Halfpeter G, 2001. Spatial and temporal analysis of α , β and γ diversity of bats in a fragment landscape. *Biodiversity and Conservation* 10: 367-382.
- Obrtel R, 1971. Number of pitfall traps in relation to the structure of the catch of soil surface Coleoptera. *Acta Entomologica Bohemoslovaca* 68: 300-309.
- Rossi J-P. et Blanchart E, 2005. Seasonal and land-use induced variations of soil macrofauna composition in the western Ghats, southern India. *Soil Biology & Biochemistry* 37: 1093-1104.
- Rougon D. et Rougon C, 1983. Nidification des Scarabaeidae et cleptoparasitisme des aphodiidae en zone sahélienne (Niger). Leur rôle dans la fertilisation des sols sableux (Col.). *Bulletin de la Société Entomologie Française* 88: 496-499.
- Scheffler PY, 2004. Dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) diversity and community structure across three disturbance regimes in eastern Amazonia. *Canadian Journal of Forest Research* 34 (4): 559-568.
- Vitullo JM. et Sadof CS, 2007. Effects of pesticide applications and cultural controls on efficacy of control for adult Japanese beetles (Coleoptera : Scarabaeidae) on rose. *Journal of Economic Entomology* 100 (1): 95-102.