



Mort précoce des nids du termite du genre *Macrotermes* dans la Réserve Scientifique de Lamto en Côte d'Ivoire : compétition interspécifique ou action de fourmis prédatrices ?

N'golo Abdoulaye Koné^{1,2,*}, Bi Djè Charles Youan¹, Kolo Yéo^{1,3} and Souleymane Konaté¹

¹Université Nangui Abrogoua, UFR des Sciences de la Nature (UFR SN), 02 BP 801 Abidjan 01, Côte d'Ivoire ; ngolo197804@yahoo.fr ; yeokolo@yahoo.fr ; skonate2@yahoo.fr

²Station de Recherche en Écologie du Parc national de la Comoé, 28 BP 847 Abidjan, Côte d'Ivoire.

³Station de Recherche en Écologie de la Réserve Scientifique de Lamto, BP 28 N'douci, Côte d'Ivoire.

* Auteur correspondant: N'golo Abdoulaye Koné, Université Nangui Abrogoua, 02 BP 801 Abidjan 01, Côte d'Ivoire, +225 07 62 03 84, ngolo197804@yahoo.fr

Original submitted in on 24th July 2019. Published online at www.m.elewa.org/journals/ on 30th September 2019
<https://dx.doi.org/10.4314/jab.v14i11.7>

RÉSUMÉ

Objectifs : Les nids du termite du genre *Macrotermes* sont l'une des caractéristiques des écosystèmes africains en général et des écosystèmes de savanes en particulier. Toutefois, à l'intérieur de la Réserve Scientifique de Lamto, en Côte d'Ivoire, une mort précoce de ces nids est observée. A l'inverse, le constat d'une grande densité et d'une importante fréquence de rencontre de ces nids sont fait en dehors des limites de cette réserve. Cette étude avait pour objectif général de déterminer les causes de la mort précoce de ces nids dans la réserve de Lamto. Spécifiquement, il s'est agi de (i) évaluer l'abondance et la distribution des nids du genre *Macrotermes* de différents types d'écosystèmes dans et en dehors de la réserve de Lamto, (ii) identifier les causes de la mort précoce des nids de *Macrotermes* dans la réserve de Lamto.

Méthodologie et résultats : Pour ce faire, un repérage de nids de *Macrotermes* dans différents types d'habitats, dans et en dehors de la réserve de Lamto. Ce repérage a été suivi de la caractérisation de chacun des nids observés. Dans chaque type d'habitat, le repérage et la caractérisation des nids ont été effectués dans trois parcelles de 150 m x 150 m préalablement établies. Les prédateurs et les compétiteurs potentiels des *Macrotermes* ont été inventoriés à l'aide de monolithes de types Tropical Soil Biology and Fertility (TSBF) établis à un et 10 m des nids.

Conclusions et applications des résultats : Seules des nids de l'espèce *Macrotermes bellicosus* ont été rencontrés au cours de cette étude. Aucun nid de l'espèce *M. subhyalinus* n'a été observé durant la présente étude. Il est ressortit une variation significative de l'abondance et de la densité de nids abandonnés et vivants de *M. bellicosus* entre l'intérieur et l'extérieur de la réserve de Lamto d'une part mais également d'un habitat à un autre. En outre, un grand nombre de nids de grande taille a été recensé en dehors de la réserve et les nids abandonnés sont généralement de petites tailles (volumes) et plus nombreux dans la réserve de Lamto, suggérant leur mort précoce effective dans ce milieu. Plusieurs espèces de termites et de fourmis ont été collectées autour des nids abandonnés et vivants ; avec

toutefois, une grande diversité autour des nids abandonnés, suggérant également une corrélation entre leur présence et la mort précoce des nids de *M. bellicosus*. D'autres pistes telles que celles de la dépression de consanguinité et de la qualité du sol pourraient être explorées pour obtenir des explications complémentaires à cette mort précoce des nids.

Mots clés : Termites, Fourmis, *Macrotermes*, Nid, Réserve de Lamto, Côte d'Ivoire.

Premature death of nests in the genus *Macrotermes* within the Lamto Scientific Reserve in Côte d'Ivoire: interspecific competition or action of predatory ants?

ABSTRACT

Objectives: Nests of the genus *Macrotermes* are one of the main characteristics of African ecosystems in general and savannah ones particularly. However, within the Lamto Scientific Reserve in Côte d'Ivoire, a premature death of these nests is observed. Conversely, the high density and frequency of encounters of these nests are observed outside the boundaries of this reserve. The overall objective of this study was to determine the causes of the premature death of these nests in the Lamto Reserve. Specifically, this involved (i) assessing the abundance and distribution of nests of *Macrotermes* in different habitat types within and outside the Lamto Reserve, (ii) identifying the potential causes of the premature death of *Macrotermes* nests in this Reserve.

Methodology and Results: Nests of *Macrotermes* were spotted in different habitat types, both within and outside the Lamto Reserve, followed by their characterization. In each habitat type, nest spotting and characterization were carried out in three previously established plots of 150 m x 150 m. Potential predators and competitors of the genus *Macrotermes* were inventoried using Tropical Soil Biology and Fertility (TSBF) monoliths, established at a distance of one and 10 m from the nest.

Conclusion and applications of results: Only nests of the species *Macrotermes bellicosus* were encountered during this study. Those of *M. subhyalinus* were not observed during this work. A significant variation in the abundance and density of abandoned and live nests of *M. bellicosus* was observed inside and outside the Lamto Reserve on one hand, but also from a habitat type to another. In addition, a high number of mature nests has been seen outside the reserve. Inside the reserve, early abandoned nests (small in size) were found in abundance, suggesting their effective premature death in this protected area. Furthermore, several species of termites and ants were collected around both the abandoned and live nests; however, with a high diversity and abundance around the abandoned ones, suggesting a correlation between their presence and the premature death of these nests. Other avenues such as inbreeding depression and soil quality might be explored to obtain additional explanations to this premature death of *Macrotermes* nests within the Lamto reserve.

Keywords: Termites, Ants, *Macrotermes*, Nest, Lamto Reserve, Ivory Coast.

INTRODUCTION

Les termites du genre *Macrotermes* ont une distribution géographique dite panéthiopienne (Ruelle, 1970). Elle englobe toute l'Afrique intertropicale, dans une gamme de pluviométrie annuelle allant de 200 mm jusqu'à plus de 3000 mm, mais aussi une grande partie de l'Asie, de l'Inde aux archipels de Malaisie et des Philippines (Eggleton, 1999). On les trouve ainsi dans des écosystèmes variés, des milieux arides aux forêts tropicales humides, mais ils semblent absents des zones localisées à plus de 1800 m d'altitude

(Hesse, 1955 ; Pomeroy, 1977), tout comme de l'île de Madagascar (Ruelle, 1970). Leurs nids, à travers leur envergure importante et complexité architecturale ont longtemps été considérés comme des éléments symboliques de l'univers exotique de différents continents (Golbery, 1802 ; Decores, 1906). Ils font partis des constructions les plus importantes réalisées par les insectes (Girard et Lepage, 1991). Ces nids sont également des éléments caractéristiques des écosystèmes africains, car vivants ou morts ils sont une source

majeure d'hétérogénéité spatiale. La complexité architecturale des nids des termites du genre *Macrotermes* leur offre la possibilité de réaliser leurs activités de fourragement, à la recherche de nourriture à travers un réseau de galeries (Lepage, 1981 ; Darlington, 1982 ; Abe et Darlington, 1985 ; Lys et Leuthold, 1991). Cela a pour conséquence l'établissement de véritables territoires de nutrition (Kettler et Leuthold, 1995). Toutefois, autant ce réseau de galeries souterraines peut servir aux activités de fourragement, autant il pourrait servir de porte d'entrée à d'autres organismes pour attaquer et détruire la colonie. En outre, Kettler et Leuthold (1995) a suggéré l'existence d'un potentiel conflit d'intérêt entre les espèces *Macrotermes subhyalinus* et *Macrotermes bellicosus* dans l'exploitation de ce système de galeries, pouvant conduire à la suppression du nid de l'une des deux espèces. A cela s'ajoute le fait que plusieurs espèces de fourmis soient connues pour s'attaquer exclusivement aux nids des termites du genre *Macrotermes* en particulier. C'est le cas des raids de *Megaponera analis* contre les colonies de ce termite, ou les safari de *Dorylus* sp. à la recherche des nids de cette même espèce. En effet, *Megaponera analis* est la seule espèce du genre *Megaponera*, exclusivement termitophage. Il est aussi attribué à cette espèce de fourmis que l'attaque de quelques individus d'une colonie de termites durant leurs activités de fourragement à la surface du sol. Par contre, les espèces du genre *Dorylus* attaquent une partie ou la totalité des nids souterrains de termites. Ces attaques pourraient être l'œuvre d'espèces de fourmis aux nids et raids complètement hypogés. En effet, très peu d'études se sont véritablement pencher sur ces espèces (Berghoff, 2002). Les plus connus de ces études (Rettemeyer, 1963 ;

Rettemeyer *et al.*, 1980 ; Gotwald, 1982) se basent sur des individus de ces espèces rencontrées de manière opportuniste et/ou occasionnelle (Berghoff, 2002). Dans la réserve de Lamto une mort précoce des nids des termites du genre *Macrotermes* conduisant à une relative raréfaction des nids de ce termite dans ladite réserve. À l'inverse, le constat d'une grande abondance et d'une réelle augmentation du nombre de ces nids et de leur fréquence de rencontre est fait en dehors des limites de cette réserve. Cette étude soutient l'hypothèse selon laquelle la mort précoce des nids de *Macrotermes* dans la réserve de Lamto serait plutôt liée à un conflit d'intérêt avec certaines espèces de fourmis prédatrices. Ainsi la grande sensibilité de ces fourmis prédatrices à l'anthropisation (différents modes d'utilisation des terres) conduirait à une meilleure survie des termites du genre *Macrotermes* en dehors des limites de la réserve. Cette mort précoce des nids des termites de ce genre pourrait également être liée à une compétition interspécifique avec d'autres espèces de termites pour les ressources telles que l'espace et/ou la nourriture. Pour tester ces hypothèses de recherche, cette étude s'est fixé comme objectif général de comprendre les causes de la mort précoce des nids des termites du genre *Macrotermes* dans la réserve de Lamto. Spécifiquement, il s'agira de (i) déterminer la distribution et l'abondance des nids du genre *Macrotermes* de différents types d'écosystèmes dans et hors de la réserve de Lamto, (ii) estimer la diversité et l'abondance des potentiels prédateurs et compétiteurs des termites du genre *Macrotermes* et (iii) évaluer l'impact du type d'habitat dans la mort précoce des nids de *Macrotermes*.

MATERIEL ET METHODES

Présentation des sites et des habitats visités : Cette a été réalisé dans et hors de la Réserve Scientifique de Lamto. Cette réserve d'environ 2500 ha, est localisée en à 160 Km au Nord-Ouest d'Abidjan, par 6°13 de latitude Nord et 5°02 de longitude Ouest. Elle est située à la pointe du « V Baoulé » dans la zone de transition forêt-savane. Sa végétation est par conséquent une

mosaïque de forêt-savane, composée de forêts galeries localisées le long du fleuve Bandama, de forêts semi-décidues localisées sur les plateaux et de différents faciès de savanes (Menaut, 1971). Ces écosystèmes de savanes occupent environ 80% de la réserve, avec une dominance de la savane à *Andropogoneae*. Selon Abbadie *et al.*, (2006), la végétation de Lamto est

constituée de trois strates (arborée, arbustive et herbacée). Au cours de cette étude, un ensemble de dix types d'habitats, choisis dans et hors des limites de la réserve de Lamto (dans la localité de Zougoussi), ont été visités. Ces habitats diffèrent par leur mode d'utilisation et niveau d'anthropisation. Cinq types d'habitats ont été visités dans la Réserve de Lamto ; à savoir un îlot forestier, une forêt galerie, une savane herbeuse, une savane arbustive et une savane boisée et 5 autres en hors de la réserve, précisément dans la localité de Zougoussi (un îlot forestier, une savane herbeuse, une savane arbustive, une plantation de cacao et une plantation d'hévéa).

Types d'habitats visités dans la réserve de Lamto

- un îlot forestier (IF) situé sur les plateaux, derrière une ceinture de rochers qui joue le rôle de pare-feu naturel, cet habitat est épargné du feu de brousse saisonnier de la réserve. Il est dominé par l'espèce *Ceiba pentadra*. Le sol est recouvert que de litière arbustive, et l'atmosphère toujours humide. Cette forêt moins dense a une canopée discontinue et un sous-bois dominé par des espèces lianescentes ;
- une forêt galerie (FG) strictement protégée, située dans la réserve de Lamto en bordure du fleuve Bandama qui sert également de limite naturelle de la réserve. Cette forêt se caractérise par des arbres de grande taille, d'où une canopée bien fermée, une faible luminosité au sol et un sous-bois clair avec une importante quantité de litière arbustive au sol ;
- une savane herbeuse (SH) qui a une strate herbacée continue et une strate arborée de palmiers rôniers très lâche. Elle a un recouvrement de 93 % d'herbes et 7 % d'arbustes. L'espèce herbacée dominante est *Loudetia simplex*. Ces sections de savane sont parcourues chaque année par le feu de brousse ;
- une savane arbustive (SA) présentant strate herbeuse continue *Loudetia simplex* et une densité d'arbustes d'environ 150 pieds à l'hectare avec un recouvrement pouvant aller de 7 à 50 % selon les densités. La strate arborée à palmiers rôniers est peu dense. Ce type de savane est annuellement parcouru par le feu de brousse ;
- une savane boisée (SB) avec une strate herbeuse discontinue et une strate arbustive relativement dense dont le recouvrement est généralement supérieur à 60 %.

Types d'habitats visités hors de la Réserve Scientifique de Lamto

- une forêt rurale (IFr) située dans le domaine rural, à proximité du village de Zougoussi localisé à 3

kilomètres de réserve de Lamto. Les populations locales ont accès à cet habitat à la recherche de bois de chauffe et de produits forestiers non ligneux. Cette forêt abrite plus d'une vingtaine d'espèces végétales, avec une grande quantité de litière arbustive au sol. Les activités agricoles s'exercent autour de cette forêt et l'abattage des grands arbres par les exploitants forestiers y est également fréquent ;

- une savane herbeuse (SHr) identique à celle visitée dans la réserve de Lamto ;
- une savane arbustive (SAr) similaire à celle visitée dans la réserve de Lamto. Toutefois, elle constitue parfois une prairie pour les éleveurs de bétail ;
- une plantation de cacaoyers (PC) d'une superficie d'environ 4 hectares et installée depuis 1984. Cette plantation subit chaque année un traitement phytosanitaire ; notamment foliaire, le sol ne subissant aucun traitement ;
- une plantation d'hévéa (PH) non encore exploitée et mise en place depuis presque une dizaine d'années. Les activités humaines y sont très peu fréquentes.

Méthodes

Repérage, dénombrement et caractérisation des nids des termites du genre *Macrotermes* : Dans chaque type d'habitat trois parcelles de 150 m x 150 m ont été établies. La mise en place de chaque parcelle a commencé à partir du repérage d'un premier nid de termites du genre *Macrotermes* dans l'habitat visité. Les parcelles du même habitat sont distantes les unes des autres d'au moins 50 m. Tous les nids des termites du genre *Macrotermes* sont ensuite repérés, comptés, géo-référencés et étiquetés. Les mensurations (hauteur, diamètres) de chaque nid sont mesurées et leur statut de nid mort ou vivant est déterminé. Les nids considérés comme vivants sont des nids habités par une espèce du genre *Macrotermes* tandis que ceux sont jugés morts n'abritent aucune espèce du genre *Macrotermes* ; mais peuvent toutefois abriter d'autres espèces de termites. Les nids vivants et morts répertoriés ont été ouverts et les espèces de termites et/ou de fourmis y vivants ont été collectés. Les spécimens collectés ont été conservés dans des tubes Eppendorf contenant de l'éthanol à 96,5°. Selon Traoré et Lepage (2008), les nids de *Macrotermes* ont été assimilés à des portions de sphère.

La formule qui suit a été utilisé pour le calcul de leur volume respectif (V) :

$V = (\pi \times H^2) \times (3 \times (C/\pi)^2 + 4H^2) / (24 \times H)$, avec $C = 2\pi (D/2)$ qui équivaut à la circonférence basale, H = hauteur, $\pi=3,14$ et d = diamètre.

Estimation de la diversité et l'abondance des potentiels prédateurs et compétiteurs des termites du genre *Macrotermes* : Six nids dont trois vivants et trois morts ont été choisis de manière aléatoire à l'intérieur dans et hors de la réserve de Lamto. Autour de chaque nid, huit monolithes de type TSBF (Tropical Soil Biology and Fertility) de 30 cm x 50 cm ont été creusé sur une profondeur de 30 cm, autour de chaque nid choisi. Quatre monolithes ont été creusés et fouillés à un mètre du nid et quatre autres à 10 m du nid. Ces monolithes ont subi une fouille stratifiée (0 – 10 cm ; 10 – 20 cm et 20 – 30 cm) à la recherche d'espèces de termites et de fourmis (Figure 8). Les spécimens de termites et de fourmis collectés ont également été conservés dans des tubes Eppendorf contenant de l'éthanol à 96,5°.

Identification des termites et des fourmis collectés : Les termites ont été identifiés jusqu'au niveau spécifique sous une loupe binoculaire Leica MZ6 au grossissement 3,2, à l'aide des clés de détermination des termites africains de Bouillon et Mathot (1965 ; 1966 et 1971) et Webb (1961), des illustrations de Josens (1972) sur les termites des savanes de Lamto, des descriptions faites par Grassé (1984 & 1986) et de la clé d'identification des *Odontotermes* de la réserve de Lamto (Konaté, 1998). Ces identifications ont été

RESULTATS

Abondance et densité des nids des termites du genre *Macrotermes* dans et hors de la réserve de Lamto : Seuls des nids de l'espèce *Macrotermes bellicosus* ont été rencontrés au cours de la présente étude aussi bien dans la réserve de Lamto qu'en dehors. Aucun nid de l'espèce *M. subhyalinus* n'a été observé durant ces travaux. Un total de 38 nids de *M. bellicosus* ont été recensés, dont 14 enregistrés dans l'ensemble des habitats visités dans la réserve et 24

faites après une série de mesures et d'observations réalisées sur des individus appartenant à la caste des soldats. Quant aux spécimens de fourmis, leur identification a été faite au moyen d'une loupe binoculaire de marque OLYMPUS SZ61. Pour faciliter l'identification, un montage des spécimens a d'abord été réalisé. Ce montage consiste à coller le spécimen sur une palette triangulaire en papier de type « canson », à l'aide d'une colle spéciale à bois qui est hydrosoluble. La palette est ensuite épinglée sur une pointe entomologique pour les futures observations. Des clés de détermination des sous-familles, des genres et des espèces selon Bolton (1994) ont servi, à travers l'observation des ouvriers de fourmis. Ensuite, la collection de référence de fourmis de Docteur Kolo YÉO, disponible à la Station de Recherche en Écologie de Lamto a permis de poursuivre les identifications jusqu'au niveau spécifique.

Analyses statistiques : Les tests de Mann-Whitney et d'Anova 1 ont permis de faire des analyses statistiques à l'aide du logiciel R (version 3.1.1). Le test de Mann-Whitney, choisi à cause de la faible taille de nos échantillons, a permis de faire une comparaison du nombre moyen de nids ; ainsi que leur volume moyen respectif entre les habitats visités. Après la vérification de l'homogénéité des variances, l'analyse de la variance (Anova 1), a été utilisé pour faire une comparaison des volumes moyens des nids abandonnés et vivants au sein d'un même habitat et/ou entre habitats visités.

dans les habitats visités hors de la réserve. Dans la réserve de Lamto, le plus grand nombre de nids a été observé dans la savane arbustive (8), suivie de l'ilot forestier avec 4 nids. Hors de la réserve, 13 nids ont été observés dans la plantation de cacao et 3 nids dans chacun des autres habitats visités ; à savoir la plantation d'hévéa et les savanes arbustives et herbeuses (Tableau 1).

Tableau 1 : Statuts et nombre de nids de *Macrotermes bellicosus* observés dans les habitats visités dans et hors de la Réserve de Lamto

Sites	Habitats	Nids vivants (NV)	Nids abandonnés (NA)	Total
Réserve de Lamto (RL)	IF	2	2	4
	FG	0	0	0
	SH	0	1	1
	SA	1	7	8
	SB	0	1	1
	IFr	0	2	2
Hors Réserve (HR)	SHr	1	2	3
	SAr	1	2	3
	PC	4	9	13
	PH	0	3	3
Total		9	29	38

En termes de densité des nids dans la réserve, la savane arbustive avec 3,5 nids/ha a enregistré la plus grande densité, suivi de l'ilot forestier (2 nids / ha) et des savanes boisée et herbeuse avec respectivement 0,5 nid/ha. Hors de la réserve de Lamto, la plus grande densité de nids a été enregistrée dans la plantation de cacao avec 6 nids à l'hectare. En outre, cet habitat présente une très grande proportion de nids vivants (9) sur l'ensemble des 13 nids qui y ont été enregistrés. Suivent les savanes herbeuse et arbustive rurales ainsi que la plantation d'hévéa avec une densité de 1,5

nid/ha chacune. L'ilot forestier rural a enregistré la plus petite densité (1 nid/ha). Toutefois, seules des nids abandonnés ont été observés dans la plantation d'hévéas et l'ilot forestier (Tableau 2). La densité moyenne de nids recensés à l'intérieur de la réserve de Lamto (1,25 nids morts/ha) est strictement inférieure à celle enregistrée hors de la réserve (2,5 nids/ha). Dans la réserve, des densités de 0,25 nid vivant/ha contre 1 nid mort/ha ont été enregistrées tandis que hors de la réserve, 0,75 nid vivant/ha et 1,75 nids morts/ha ont été observés (Tableau 2).

Tableau 2 : Statuts et densité moyenne des nids de *Macrotermes bellicosus* observés dans les habitats visités dans et hors de la Réserve de Lamto

Sites	Habitats	Nids vivants (NV)	Nids abandonnés (NA)	Total
Réserve de Lamto (RL)	IF	1	1	2
	FG	0	0	0
	SH	0	0,5	0,5
	SA	0,5	3	3,5
	SB	0	0,5	0,5
	IFr	0	1	1
Hors Réserve (HR)	SHr	0,5	1	1,5
	SAr	0,5	1	1,5
	PC	4	2	6
	PH	0	1,5	1,5

Caractéristiques des nids recensés dans les habitats visités : Sur 14 nids observés dans la réserve de Lamto, seuls trois sont vivants (21,43 %) et 11 abandonnés ; soit 78,57 % (Tableau 2). Par contre, hors de la réserve, un total de 24 nids a été dénombré. Seulement 6 de ces nids sont vivants (25 %) et 18 abandonnés (75 %). Toutefois, malgré les différentes répartitions des nids de *Macrotermes* d'un site à l'autre

et d'un habitat à un autre (Tableau 2), les tests statistiques ont révélé l'inexistence d'une variation significative du nombre de nids de *Macrotermes* d'un habitat à un autre ($W=8$ $P > 0.05$) et d'un site à un autre ($W=5$, $P > 0.05$). Les volumes moyens des nids abandonnés ($39,05 \text{ m}^3$) et de nids vivants ($54,87 \text{ m}^3$) estimés dans la réserve de Lamto sont significativement inférieurs à ceux obtenus hors réserve

($W = 132,5$; $p < 0,05$) ; à savoir $85,10 \text{ m}^3$ de volume moyen pour les nids abandonnés et $88,48 \text{ m}^3$ pour les nids vivants (Figure 1). À l'échelle du type d'habitat, le plus grand volume moyen de nids abandonnés a été enregistré dans les savanes arbustive ($52,48 \text{ m}^3$) et herbeuse ($48,90 \text{ m}^3$). Par contre, quant au grand volume moyen de nid vivants, il a été observée dans la savane arbustive ($156,42 \text{ m}^3$). Hors de la réserve, les plus grands volumes moyens de nids ont été rencontrés dans la plantation de cacao ($70,63 \text{ m}^3$), suivit de la savane herbeuse ($64,14 \text{ m}^3$) et de la plantation d'hévéa ($34,50 \text{ m}^3$). Toutefois, c'est dans la savane herbeuse que la plus grande valeur moyenne

de volume de nid vivant a été enregistrée avec $81,38 \text{ m}^3$ (Tableau 3). Une variation significative des volumes moyens de nids a été observée entre habitats visités dans et hors de la réserve (ANOVA 1, $F = 3,183$; $p < 0,05$). Enfin, le plus grand taux de nids de petits volumes abandonnés a été enregistré dans les habitats forestiers. Ce taux s'est avéré plus élevé dans les écosystèmes forestiers visités dans la réserve de Lamto. Par contre, la réserve de Lamto a présenté les plus petits volumes moyens de nids vivants ; contrairement à l'extérieur de la réserve où les nids vivants sont généralement de grandes tailles.

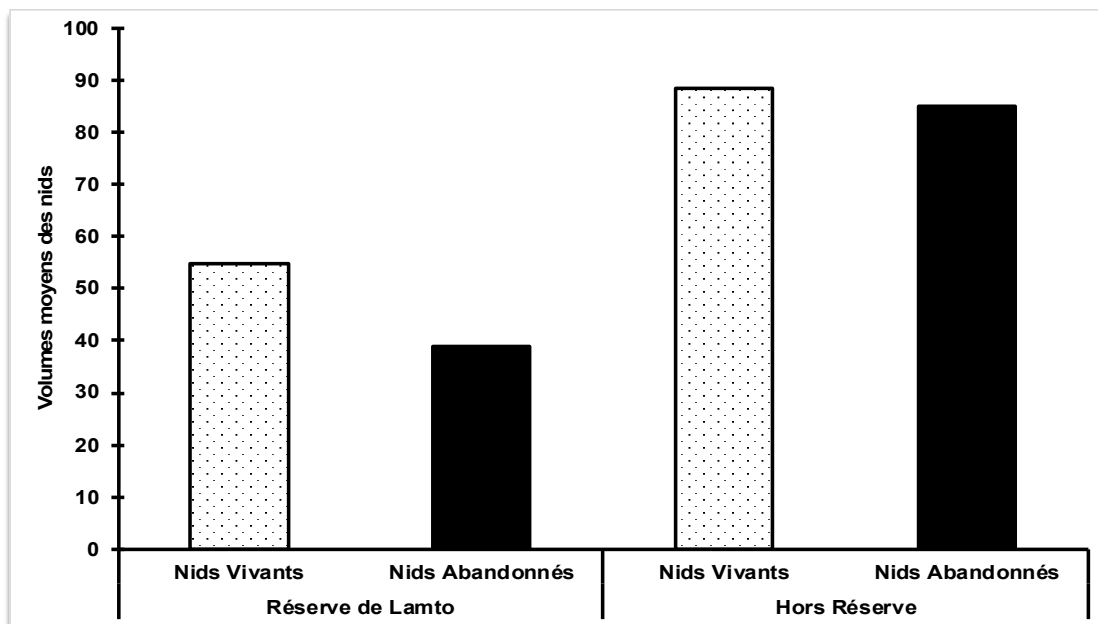


Figure 1 : Statuts et volumes moyens des nids du genre *Macrotermes bellicosus* observés dans et en hors de la Réserve de Lamto

Tableau 3 : Volumes moyens (Vm) des nids rencontrés dans les habitats visités dans et en dehors de la Réserve de Lamto

Sites	Habitats	Nids vivants (Vm en m³)	Nids abandonnés (Vm en m³)
Réserve de Lamto (RL)	IF	4,1	2,68
	FG	0	0
	SH	0	48,9
	SA	156,42	52,48
	SB	0	8
	IFr	0	8,75
Hors Réserve (HR)	SHr	81,38	64,14
	SAr	18	6,6
	PC	0	34,5
	PH	52,55	70,63

Diversité de potentiels termites compétiteurs des *Macrotermes*, collectés autour des nids de ceux-ci dans et hors de la réserve de Lamto : Les prospections autour des nids des termites du genre *Macrotermes* dans l'ensemble des deux sites d'études ont permis de collecter 14 espèces de termites réparties en 5 sous-familles (Apicotermittinae, Cubitermittinae, Macrotermittinae, Nasutitermittinae et Termitinae), qui appartiennent toutes à la famille des Termitidae (Tableau 4). La sous-famille qui a enregistré le plus grand nombre d'espèce est celle des Macrotermittinae, avec 7 espèces, suivie de celle des Cubitermittinae et des Termitinae, avec respectivement 3 et 2 espèces collectées. Les familles des Nasutitermittinae et des Apicotermittinae ont enregistré une espèce chacune. Parmi les espèces collectées, des représentants de tous les groupes trophiques ont été rencontrés ; à savoir les Xylophages, Champignonnistes, Fourrageurs et Humivores. Les champignonnistes qui représentent 50% des espèces collectées appartiennent aux genres *Ancistrotermes*, *Microtermes* et *Pseudacanthotermes*. Les Humivores, représentés par les genres *Basidentitermes* et *Adaiphrotermes* ont enregistré 28,57% des espèces collectées suivies des Xylophages (14,29% représentés par les genres *Amitermes* et *Microcerotermes*) et des fourrageurs (7,14 % représentés par le genre et le genre *Nasutitermes*). Il est ressorti une plus grande diversité de termites autour des nids de *Macrotermes* visités dans la réserve de Lamto (12 espèces), dont 7 exclusive à ce site. Hors de la réserve, seules 6 espèces ont été répertoriées avec seulement une espèce exclusive à ce milieu. Les espèces *Ancistrotermes cavithorax*, *Basidentitermes potens*, *Adaiphrotermes* sp., *Pseudacanthotermes militaris* et *Pseudacanthotermes* sp. sont communes aux deux sites d'études et ont été retrouvées autour nids vivants et/ou abandonnées (Tableau 3). Toutefois, *Ancistrotermes cavithorax* a été identifiée comme

l'espèce la plus abondante quel que soit le site d'étude. Cependant, les résultats ont montré que cette espèce est deux fois plus abondante hors de la réserve que dans de celle-ci. Autour des nids vivants, que ce soit dans ou hors de la réserve de Lamto, 10 espèces de termites ; dont 3 espèces dans la réserve et 10 espèces hors de celle-ci (Tableau 3). La distance à laquelle les monolithes de fouilles de type TSBF ont été réalisés autour des nids a eu un impact sur la diversité des termites collectés. En effet, à un mètre des nids, 7 espèces ont été récoltées au total dont 3 dans la réserve (*Adaiphrotermes* sp., *Ancistrotermes cavithorax* et *Amitermes evuncifer*) et cinq hors de la réserve (*Ancistrotermes cavithorax*, *Pseudacanthotermes minor*, *Microtermes toumodiensis*, *Basidentitermes* sp1 et *Pseudacanthotermes* sp.). Par contre à 10 mètres des nids, c'est seulement hors de la réserve que 5 espèces ont été collectés autour des nids ; à savoir *Ancistrotermes cavithorax*, *Pseudacanthotermes minor*, *Pseudacanthotermes militaris*, *Microcerotermes* sp1 et *Pseudacanthotermes* sp. Autour des nids abandonnés, 12 espèces de termites ont été collectées dont 5 autours des nids de la réserve et 10 autour des nids hors réserve. À un mètre des nids, 7 espèces de termites ont été collectées au total, avec seulement qu'une seule espèce, *Ancistrotermes cavithorax*, collectée à autour des nids de la réserve. Six espèces ont été rencontrées à un mètre des nids visités hors de la réserve de Lamto ; à savoir *Ancistrotermes cavithorax*, *Basidentitermes* sp2, *Pseudacanthotermes minor*, *Microtermes* sp1, *Pseudacanthotermes spiniger* et *Microtermes* sp. (Tableau 4). A dix mètres des nids, 8 espèces de termites ont été collectées autour des nids de *Macrotermes*, dont 4 dans la réserve (*Pseudacanthotermes* sp., *Basidentitermes potens*, *Ancistrotermes cavithorax* et *Adaiphrotermes* sp.) et 4 hors de celle-ci (*Pseudacanthotermes militaris*, *Microtermes* sp2, *Adaiphrotermes* sp. et *Microtermes* sp1).

Tableau 4 : Diversité des termites collectés autour des nids vivants et abandonnés dans et hors de la Réserve de Lamto

Espèces de termites (groupe trophique-famille/sous-famille)	Types d'habitats	RL		HR	
		NV	NA	NV	NA
Termites champignonnistes-Termitidae-Macrotermitinae					
<i>Ancistrotermes cavithorax</i> (Sjöstedt, 1899)	PC,SA, SAr, PH	X	X	X	X
<i>Microtermes toumodiensis</i> (Grassé, 1937)	PH, PC			X	X
<i>Microtermes</i> sp.	SAr				X
<i>Pseudacanthotermes militaris</i> (Hagen, 1858)	PH		X	X	X
<i>Pseudacanthotermes spiniger</i> (Sjöstedt, 1900)	PH			X	X
<i>Pseudacanthotermes minor</i> (Sjöstedt, 1913)	PC			X	X
<i>Pseudacanthotermes</i> sp.	SAr, SA		X	X	
Termites humivores – Termitidae – Cubitermitinae					
<i>Basidentitermes potens</i> (Silvestri, 1914)	SA		X	X	
<i>Basidentitermes</i> sp1	SAr, PC			X	X
<i>Basidentitermes</i> sp2	PC				X
Termites humivores – Termitidae – Apicotermitinae					
<i>Adaiphrotermes</i> sp	PC, SA	X	X		X
Termites xylophages – Termitidae – Termitinae					
<i>Amitermes evuncifer</i> (Silvestri, 1912)	SA	X			
<i>Microcerotermes</i> sp.	SAr			X	
Termites fourrageurs – Termitinae – Nasutitermitinae					
<i>Nasutitermes arborum</i> (Smeathmann, 1781)	PC				X

Diversité de potentiels fourmis prédatrices collectées autour des nids de *Macrotermes* dans et hors de la réserve de Lamto : Onze espèces de fourmis ont été collectées autour des nids des termites du genre *Macrotermes* dans et en dehors de la Réserve de Lamto. Ces espèces appartiennent à 6 genres (*Camponotus*, *Lepisiota*, *Mesoponera*, *Odontomachus*, *Pheidole* et *Tetramorium*) et 3 sous-familles (*Formicinae*, *Myrmicinae* et *Ponerinae*) et une famille, celle des *Formicidae* (Tableau 5). La sous-famille des *Myrmicinae* est la plus représentée avec 2 genres (*Pheidole* et *Tetramorium*) et 5 espèces (*Pheidole excellens*, *Pheidole megacephala*, *Pheidole* sp1, *Pheidole* sp2 et *Tetramorium intonsum*). Viennent ensuite la sous-famille des *Ponerinae* avec 4 espèces (*Mesoponera cafferaria*, *Mesoponera silvestrii*, *Mesoponera* sp et *Odontomachus troglodytes*) réparties dans 2 genres (*Mesoponera* et *Odontomachus*) et celle des *Formicinae* avec 2 espèces (*Camponotus acvapimensis* et *Lepisiota* sp.) appartenant à 2 genres (*Camponotus* et *Lepisiota*) (Tableau 5). L'ensemble des espèces de fourmis collectées autour des nids du termite du genre *Macrotermes* peut être classé en 3 guildes fonctionnelles ; à savoir les généralistes, les prédatrices généralistes et les prédatrices opportunistes. Chacun des guildes est représentée par

au moins deux genres de fourmis. Les genres *Camponotus* et *Lepisiota* appartiennent à la guildes des généralistes tandis que les prédatrices généralistes sont représentés par les *Mesoponera* et les *Odontomachus*. Enfin, les prédatrices opportunistes quant à eux sont représentés par le genre *Pheidole* (Tableau 5). Dans la Réserve de Lamto, toutes les espèces de fourmis, potentielles prédatrices des *Macrotermes* ; notamment les prédatrices généralistes et opportunistes, ont été collectées autour des nids abandonnés de ces termites. Par ailleurs, aucune espèce de fourmis n'a été observée dans les monolithes fouillées à un et 10 mètres des nids vivants repérés dans la réserve de Lamto. Sur les 7 espèces de fourmis collectées autour des nids abandonnés dans la réserve, seules 5 d'entre elles ont été observées à un mètre des nids (*Camponotus acvapimensis*, *Lepisiota* sp., *Mesoponera cafferaria*, *Mesoponera silvestrii* et *Mesoponera* sp.) et deux à 10 mètres (*Pheidole excellens* et *Pheidole* sp1). En dehors de la réserve de Lamto, sur les 5 espèces collectées, 3 l'ont été à un mètre des nids (*Camponotus acvapimensis*, *Mesoponera cafferaria* et *Mesoponera silvestrii*) et les 2 autres à 10 mètres (*Pheidole megacephala* et *Pheidole* sp2). Enfin, dans la réserve, *Camponotus acvapimensis*

et *Mesoponera cafraria* se sont révélées comme étant les espèces les plus abondantes.

Tableau 5 : Diversité des fourmis collectées autour des nids vivants et abandonnés dans et hors de la Réserve de Lamto

Espèces de fourmis (famille/sous-famille)	Guildes	Habitats	RL		HR	
			NV	NA	NV	NA
Formicidae -Myrmicinae						
<i>Pheidole excellens</i> Mayr	PO	SA		X		
<i>Pheidole megacephala</i> (Fabricius)	PO	SAr			X	X
<i>Pheidole</i> sp1	G	SA		X	X	
<i>Pheidole</i> sp2	G	SAr			X	X
<i>Tetramorium intonsum</i> Bolton	PG	PC			X	
Formicidae – Ponerinae						
<i>Mesoponera cafraria</i>	PG	SA, SAr, PC, PH	X			X
<i>Mesoponera silvestrii</i>	PG	SAr		X		X
<i>Mesoponera</i> sp	PG	SA		X		
<i>Odontomachus troglodytes</i> Santschi	PG	PC				
Formicidae – Formicinae						
<i>Camponotus acvapimensis</i> Mayr	G	SA, PC, Sar, PH	X			
<i>Lepisiota</i> sp.	G	SA		X		

Liste des Abréviations (Guildes) : G= Généraliste ; PG= Prédatrice Généraliste ; PO=Prédatrice Opportuniste.

DISCUSSION

Dans la réserve de Lamto et ses environs, deux espèces du genre *Macrotermes* sont rencontrées ; à savoir *Macrotermes subhyalinus* et *M. bellicosus*. Toutefois, seuls des nids de l'espèce *M. bellicosus* ont été rencontrés durant la présente étude ; aussi bien dans la réserve de Lamto qu'en dehors. L'inexistence de nids de *Macrotermes subhyalinus* dans et aux alentours de la réserve de Lamto pourrait être due à l'existence d'un potentiel conflit d'intérêt entre les espèces. En effet, la complexité architecturale des nids du genre *Macrotermes* leur offre la possibilité de réaliser leurs activités de fourrageant à la recherche de nourriture à travers un réseau de galeries (Lepage, 1981; Darlington, 1982; Abe et Darlington, 1985; Lys et Leuthold, 1991). Ce qui permet ainsi l'établissement de véritables territoires de nutrition (Kettler and Leuthold, 1995). Ainsi, selon Kettler (1995) *M. subhyalinus* pourrait disparaître au profit de *M. bellicosus* dans l'exploitation de ce système de galeries. Ce résultat est en accord avec les travaux de plusieurs auteurs, notamment Bodot (1964 et 1967), Noirot (1961), Roy-Noël (1969-1970) qui ont tous constaté la régression du peuplement de *M. subhyalinus* en Basse Côte d'Ivoire au profit de *Macrotermes bellicosus*. Une grande abondance et une densité relativement importante de nids de *Macrotermes bellicosus* a été observée en

dehors de la Réserve de Lamto. Les résultats ont aussi montré l'existence de deux fois plus de nids vivants hors de la réserve qu'en dehors. En premier lieu, les conditions édaphiques et climatiques pourraient être indexées dans cette répartition inégale des nids de *M. bellicosus* entre l'intérieur et l'extérieur de la Réserve de Lamto (Sarr et al. 2005). Toutefois, les deux sites d'études étant localisés les mêmes zones climatiques et édaphiques, l'explication de cette observation pourrait se trouver ailleurs. En effet, les volumes des nids abandonnés dans la réserve sont de plus petite taille en comparaison à ceux observés en dehors. L'hypothèse de la mort précoce des nids dans la réserve de Lamto est soutenue ici par la différence significative observée entre les volumes des nids (vivants et morts) dans et en dehors de réserve. Par ailleurs, référence faite aux travaux de Lepage (1984), plus le volume du nid est grand, plus il est mature. La réserve de Lamto qui est une aire protégée et susceptible de n'être sujette à aucune activité anthropique devrait en principe contenir des nids des termites de plus grande taille par rapport à la périphérie de la réserve soumise à différentes modes d'utilisations des terres. Les hypothèses testées au cours de la présente étude liaient la mort précoce des nids du termite du genre *Macrotermes* dans la réserve de

Lamto à l'œuvre des fourmis (prédation) et/ou des termites (compétition). Plusieurs espèces de fourmis sont connues pour s'attaquer exclusivement aux nids du termite du genre *Macrotermes*. Les résultats ont montré la présence de fourmis, surtout prédatrices (généralistes et opportunistes), qu'autour des nids abandonnés dans la réserve. Par contre, hors de la réserve des fourmis ont été retrouvés aussi bien autour des nids vivants que ceux qui ont été abandonnés. La forte abondance des fourmis autour des nids abandonnés de la réserve et leur absence totale autour des nids vivants du même site, pourrait traduire que la mort précoce des termites soit beaucoup plus liée à une prédation des fourmis plus qu'à une compétition interspécifique entre les *Macrotermes* et d'autres espèces de termites. La grande sensibilité de ces fourmis prédatrices aux différents modes d'utilisations des terres (anthropisation), réduirait probablement leur diversité et abondance en dehors de la réserve, impactant ainsi de manière positive la survie des nids hors de la réserve de Lamto. L'analyse de l'existence d'une potentielle compétition interspécifique entre les *Macrotermes* et d'autres espèces de termites a montré une plus grande diversité de termites autour des nids abandonnés et vivants dans la réserve de Lamto qu'en dehors de celle-ci. C'est observation pourrait justifier une interaction compétitive (Keddy, 1989) directe ou indirecte (Griffin, 1994 ; Dix et Webster, 1995) entre les *Macrotermes* et d'autres espèces de termites (disponibilité des ressources, sécrétion de métabolites secondaires pouvant inhiber ou détruire à distance les compétiteurs). En effet, en cas d'interaction avec d'autres organismes pour l'accession aux nutriments ou

à l'espace, les termites du genre *Macrotermes* ont tendance à disparaître au profit d'autres espèces de termites plus compétitives (Lumsden et al., 1990 ; Celar 2003). Quant à la mort plus précoce prouvée dans les milieux forestiers de la réserve de Lamto, elle pourrait être liée à la dépression de consanguinité. En effet, les termites se caractérisent par des reproductions par essaimage ou par bouturage des néoténiques, qui peuvent s'isoler de la colonie-mère et engendrer une nouvelle colonie. La reproduction par essaimage, plus développée assure un brassage génétique, car des imagos de colonies différentes se rencontrent. Toutefois, la canopée des milieux forestiers étant fermés, cela ne favorise pas la diffusion à grande distance des ailés favorisant ainsi la reproduction des imagos sexués issus de la même colonie et augmentant les chances de consanguinité et de mort précoces des colonies naissantes. Par ailleurs, d'autres phénomènes comme le régime alimentaire joueraient également un important rôle dans l'abondance des nids de termites du genre *Macrotermes* mais surtout dans leur persistance dans les habitats. En effet, la nature et l'abondance des matériaux celluloseux influencent le comportement récolteur des espèces de termites (Lepage, 1974). Les activités de fourragement des termites du genre *Macrotermes* est maximale dans les habitats de savanes (Lepage, 1972) ; expliquant la relative grande abondance des nids aussi bien dans la réserve (dans les milieux savanicoles) qu'à l'extérieur de celle-ci. En outre, l'ouverture de la canopée de ces milieux réduirait aussi la consanguinité au sein des colonies naissantes.

CONCLUSION

Le présent travail visait à déterminer et caractériser le nombre de nids de termites du genre *Macrotermes* afin de comparer leur niveau de mortalité précoce dans et hors de la réserve scientifique de Lamto. Les mensurations (hauteur et diamètres) des nids ont servi comme paramètres de reconnaissance de la maturité des nids de *Macrotermes*. Par ailleurs, il a été question de déterminer les causes potentiels de la précocité dans la mort des nids dans la réserve de Lamto. Seules des nids de l'espèce *Macrotermes bellicosus* ont été

rencontrés au cours de cette étude. Une mort précoce des nids de cette espèce a été observée dans la réserve de Lamto en comparaison à l'extérieur celle-ci. En outre, les résultats ont montré que la mort de ces nids est encore plus précoce dans les milieux forestiers surtout dans la réserve de Lamto. Enfin, les résultats obtenus au cours de la présente étude ne permettent pas de donner une réponse tranchée quant à l'origine de cette mort précoce des nids du termite du genre *Macrotermes* dans le Réserve de Lamto.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Abbadie L., Gignoux J., Le Roux X. & Lepage M., 2006. *Lamto : structure, fonctionnement and dynamics of a savanna ecosystem*. Springer Verlag, New York. 412p.

Abe, T. and J.P.E.C. Darlington, 1985. Distribution and abundance of a mound-building termite, *Macrotermes michaelsoni*, with special

- reference to its subterranean colonies and ant predators. *Physiol. Ecol. Jap.* 22: 59–74.
- Berghoff S. M. 2002. Sociobiology of the hypogaean army ant *Dory's (Dichthadia) levitatus* Fr. Smith. Dissertation pour l'obtention du diplôme de doctorat en biologie de la Bayerischen Julius-Maximilians-Universität Würzburg.
- Bodot P. 1964. Etudes écologiques et biologiques des termites de basse Côte d'Ivoire. Etudes sur les termites Africains. A. Bouillon édité. Edit. de L'Univ. Léopoldville.
- Bodot P. 1967. Etude écologique des termites des savanes de basse Côte d'Ivoire. *Ins. Soc.* 14, p 229-258.
- Bouillon A.; Mathot G. 1965. Quel est ce termite Africain ? Université de Leopoldville, Leopoldville; 115pp.
- Bolton B. 1994. Identification guide to the ant genera of the world. Harvard University Press, Cambridge, USA, 222p.
- Bouillon A.; Mathot G. 1966. Quel est ce termite africain ? Supplement No 1. Université Lovanium, Kinshassa; 23p.
- Bouillon A. Mathot G. 1971. Quel est ce termite africain ? Supplement No2. Université Nationale du Zaïre, Kinshassa; 48p.
- Celar F., 2003. Competition for ammonium and nitrate forms of nitrogen between some phytopathogenic and antagonistic soil fungi. *Biological control*, 28: 19 – 24.
- Darlington, J.P.E.C., 1982. The underground passages and storage pits used in foraging by a nest of the termite *Macrotermes michaelsoni* in Kajiado, Kenya. *J. Zool. Lond.* 198: 237–247.
- Decorse J. 1906. Du Congo au Lac Tchad: la brousse telle qu'elle est, les gens tels qu'ils sont: carnet de route. Impr. Asselin et Houzeau, Paris, 347p.
- Dix N. J. and Webster J. 1995. Fungal ecology. Chapman and Hall, London. ISBN 0-412-22960-9. Vol 45 (3). 332-333.
- Eggleton P. 1999. Termite species description rates and the state of termite taxonomy. *Insectes soc.* (46): 1-5.
- Girard C. & Lepage M. 1991. Vie et mort des termitières cathédrales. *Insectes* N°82 - 1991 (3) - Ed OPIE.
- Golbery S. M. X. 1802. Fragments d'un voyage en Afrique, fait en 1785, 1786 et 1787 dans les contrées Occidentales de ce continent entre le Cap Blanc des Barbades...et le Cap de Palmes. Tome II. Treuttel et Würtz Libraires Strasbourg, 512p.
- Gotwald W. N. Jr. 1982. Army ants. In *Social Insects*. Volume 4 (W. H. Gotwald, Jr. Ed.), Academic Press, New York pp 157-254.
- Grassé P-P., 1984. *Termitologie*. Fondation des sociétés-construction. vol. II. Masson, Paris. 613p.
- Grassé P-P., 1986. *Termitologie*. Comportement - socialité - écologie - évolution - systématique. vol. III. Masson, Paris, 716p.
- Grassé P-P. et Noirot C. 1957. L'asignification des meules à champignons des Macrotermitinae (Isoptères). *C.R. Academic Science*, Paris, 244 (14): 1845-1850.
- Griffin D. H., 1994. Fungal physiology. Wiley Ch9.
- Hesse, P.R., 1955. A chemical and physical study of the soils of termite mounds in East Africa. *J. Ecol.* 43, 449–461.
- Josens G. Etudes biologiques et écologiques des termites (Isoptera) de la savane de Lamto. 1972. Thèse de doctorat de l'Université Libre de Bruxelles, Belgique; 262 pp.
- Kettler, R., 1995. Aktivität im Nestumfeld und territoriale Konkurrenz bei den Termiten *Macrotermes subhyalinus* und *Macrotermes bellicosus*. Unpublished PhD thesis, University of Berne, Berne, 96 pp.
- Keddy P. A., 1989. Competition. Population and Community Biology Series. Chapman & Hall, 202 p.
- Kettler, R. and R.H. Leuthold, 1995. Inter- and intraspecific alarm response in the termite *Macrotermes subhyalinus* (Rambur). *Insectes soc.* 42: 145–156.
- Konaté S., 1998. Structure dynamique et rôle des buttes termitiques dans le fonctionnement d'une savane préforestière (Lamto, Côte d'Ivoire) : le termite champignoniste *Odontotermes* comme ingénieur de l'écosystème. Thèse de doctorat de l'Université Paris 6, 252p.
- Lepage M., 1972. Recherches écologiques sur une savane sahéenne du Ferlo septentrional, Sénégal : données préliminaires sur l'écologie des termites. *La Terre et la Vie*, 26 : 383-409.
- Lepage M. 1974. Les termites d'une savane sahéenne (Ferlo septentrional, Sénégal) : peuplement, population, consommation et rôle dans

- l'écosystème. Thèse de doctorat ès-Sciences, université de Dijon, 344p.
- Lepage M. G. 1981. L'impact des populations récoltants de *Macrotermes michaelseni* (Sjöstedt) (Isoptera: Macrotermitinae) dans un écosystème semi-aride (Kajiara, Kenya). II. La nourriture récoltée, en comparaison avec les grands herbivores. *Ins. Soc.* 28, 309-319.
- Lepage M. G. 1984. Distribution, density and evolution of *Macrotermes bellicosus* nests (Isoptera: Macrotermitinae) in the north-east of the Ivorycoast. *Journal of Animal Ecology* 53:107-117.
- Lys, J.A. and R.H. Leuthold, 1991. Morphology of the gallery system around the nest and gallery development under experimental conditions in the termite *Macrotermes bellicosus* (Smeathman). *Insectes soc.* 38: 63–76.
- Lumsden R. D., Carter J. P., Whipps J. M. et Lynch J. M., 1990. Comparison of biomass and viable measurements in the antagonism of *Trichoderma harzianum* against *Pytium ultimum*. *Soil Biol. Biochem.* 22 : 187-194.
- Ménaut, J.C., 1971. Etude de quelques peuplements ligneux d'une savane guinéenne de Côte d'Ivoire. Thèse de doctorat 3^e cycle, Faculté des sciences de Paris, 141p.
- Noirot Ch. 1961. L'évolution de la faune des Termitières des savanes côtières de Côte d'Ivoire. *Verh. IX Internat. Kongress. Entom. Wein*, 1, p. 583-585.
- Pomeroy D. E. 1977. The distribution and abundance of large termite mounds in Uganda. *Journal of Applied Ecology* 14: 465- 475.
- Rettenmeyer C. W. 1963. Behavioral studies of the army ants. *Univ. Kansas Sci. Bull.* 44: 281-465.
- Rettenmeyer C. W., Chadab-Crepet R., Naumann M. C. and Morales L. 1980. Comparative foraging by Neotropical army ants. In *Social Insects in the tropics* (P. Jaisson Ed.), Université Paris-Nord, Cocoyoc, Morelos, pp. 59-73.
- Rov-Noël J., 1969. Le parc national du Niokolo-Koba (Sénégal), VIII, Isoptera. *Mémoires /FAN*, 84 : 113-167.
- Rov-Noël J., 1971. Recherches sur l'écologie et l'éthologie des Isoptères de la presqu'île du Cap-Vert. Thèse Université de Paris, 280 p.
- Ruelle J. E. 1970. A revision of the termites of the genus *Macrotermes* from the Ethiopian region (Isoptera - *Bull. Brit. Mus., Nat. Hist.*), *Entomb.* 24 (9), pp. 336-444.
- Sarr M., Maniana N. K., Russel-Smith A. & Niassy A. 2005. Diversité des termites (Isoptera) au Sénégal et leurs dégâts sur les cultures et périmètres boisés. *International Journal of Tropical Insect Science*. Vol. 25, N°3, pp. 147-158.
- Tano Y. & Lepage M. 1990. Les termites : dynamique des nids épigés et interactions avec les composantes du milieu. <https://www.researchgate.net/publication/32980105>
- Traoré S. et Lepage M., 2008. Effects of controlled livestock grazing and annual prescribed fire on epigeal termite mounds in a savannah woodland in Burkina Faso. *Insects Sociaux* 55: 138 – 189.
- Webb G. C., 1961. Keys to the genera of the African termites. Ibadan University Press. 35 p.