

A PROPOS DES VOLUMES APPARENT ET REEL DES HAUTES TERMITIERES
AU SHABA MERIDIONAL (ZAIRE)*

Concerning the apparent and real volume of high termitaria
in Upper Shaba (Zaire)*

ALONI Komanda, BINZANGI Kamaluanda, DIKUMBUA N'Landu,
M. LOOTENS & F. MALAISSE**

ABSTRACT

Having resumed the importance of high termitaria, namely in Upper Shaba, the authors define "termite porosity" as the total number of cavities that they contain. They establish high termitaria soil density as being the same as that of the clay bricks made from it. They compare the apparent volume of high termitaria, obtained from external measurements, to the volume calculated from the amount of bricks that they supply. These two approaches give similar results, in spite of several uncertain sources, porosity only being one of these.

RESUME

Après avoir rappelé l'importance des hautes termitières, notamment au Shaba méridional, les auteurs définissent la porosité termitique comme l'ensemble des vides qui s'y observent. Ils établissent la densité de la terre de haute termitière et celle des briques qui en sont fabriquées et constatent qu'elles sont semblables. Ils comparent le volume apparent des hautes termitières obtenu à partir de mensurations externes au volume calculé à partir du nombre de briques qui en sont produites. Ces deux approches donnent des résultats du même ordre de grandeur, malgré l'existence de diverses sources d'imprécision, dont entre autres la porosité termitique.

* Note 44 des Contributions à l'étude de l'écosystème forêt claire (Miombo).

** Département de Géographie, Université de Lubumbashi, B.P. 1825, Lubumbashi, Zaïre.

Les hautes termitières

Les hautes termitières bâties par diverses espèces de *Macrotermi-* nées s'observent sur de vastes étendues en Afrique tropicale et australe (RUELLE, 1969). Elles imposent au paysage un microrelief particulier connu sous diverses appellations : termitières géantes (GRASSE & NOIROT, 1949, AUBREVILLE, 1957; BOYER, 1956, 1958; SILLANS, 1952), termitières en dôme (QUANTIN, 1965), *massive termite hills* (COATON, 1962), *dome shaped mounds* (HARRIS, 1955), grand tumuli (GOFFINET, 1976), tumuli géants (GRASSE & NOIROT, 1957), *termite hills* (PULLAN, 1979), *large termite mounds* (POMEROY, 1976, 1977, 1978), *high termitaria* ou hautes termitières (MALAISSE, 1976, 1978), monticules, mamelons, tertres, buttes (ALONI, 1975, 1978), etc ...

Leurs dimensions sont souvent très grandes. HESSE (1955) en signale qui atteignent 5 m de haut sur 10 m de diamètre à la base dans l'Est africain. MULLENDER (1954) rapporte avoir observé dans l'Ouest du Zaïre des termitières hautes de 3-4 m sur 10 à 20 m de diamètre. Celles étudiées par MEYER (1960) à Yangambi (Zaïre) et MALDAGUE (1959, 1970) à Bambesa (Zaïre), ainsi que celles observées par la plupart des auteurs cités ci-dessus, sont du même ordre de grandeur. Tous les records semblent cependant battus en République centrafricaine, où des termitières édifiées par *Bellicositermes bellicosus rex* (GRASSE) mesurent jusqu'à 30 m de diamètre à la base sur 2 à 6 m de haut (GRASSE & NOIROT, 1957; BOYER, 1956, 1975 a); dans la région de Gounouman elles atteindraient même, selon BOYER (1959), 40 à 60 m de diamètre et 6 à 7 m de haut.

La densité est aussi très variable suivant les régions. On en compte, en moyenne, 3 à 4 par hectare dans l'Est africain (HESSE, 1955), 4 à 7 dans la cuvette centrale du Zaïre (MEYER, 1960), 7 à 8 dans la région de Bambesa (MALDAGUE, 1970), 4 à 10 en République centrafricaine (QUANTIN, 1965; BOYER, 1969), 2 à 8 en Ouganda (POMEROY, 1978; COLLINS, 1981), 1 à 6 en Zambie (PULLAN, 1979), de façon générale 2 à 3 dans la région pan-éthiopienne (BOUILLON & KIDIERI, 1964). Des termitières plus petites - 2 m de haut au maximum - appartenant à *Macrotermes subhyalinus* (Rambur) et à *M. bellicosus*, étudiées par KANG (1978) au Nigeria ont une densité variant entre 17 et 34 unités à l'hectare suivant le type de sol.

Au Shaba méridional les hautes termitières érigées par *Macrotermes falciger* occupent pratiquement toutes les surfaces topographiques à

l'exception de la partie centrale des hauts plateaux qui sont couverts par un épais manteau de sable (plus de 10 m), des versants raides (plus de 22°) à lithosols, et de certaines dépressions submarécageuses, appelées localement *dembo*, où elles ont été en général aplanies par l'érosion (STREEL, 1963; ALONI, 1975). Une série d'études en rapport avec différents aspects de ces tumuli a déjà été effectuée au Zaïre (HEGH, 1922), principalement au Shaba (ALEXANDRE-PYRE, 1971; ALONI, 1975, 1978; ALONI & MALAISSE, 1978; BOUILLON, 1958; COLONVAL-ELENKOV & MALAISSE, 1975; GOFFINET, 1976; JOTTRAND & DETILLEUX, 1959; MALAISSE, 1976, 1978 b; MALAISSE & ANASTASSIOU-SOCCQUET, 1977, 1979; SCHMITZ, 1962; SYS, 1955, 1957, 1961). Les termitières peuvent présenter des silhouettes variables suivant la nature et l'hydromorphie des sols, le couvert végétal. Dans l'ensemble cependant, les caractéristiques des hautes termitières du Shaba méridional, à savoir leur densité (de 2,7 à 4,9 par hectare selon SYS, 1955) et leurs dimensions (5 à 8 m de haut sur 14 à 15 m de diamètre à la base), sont comparables à celles des autres territoires africains. Leur base occupe, en forêt claire, environ 6 % de la surface (MALAISSE, 1978 b), tandis que leur volume est évalué à plusieurs centaines, voire un millier de m³ (ROBERT, 1956; SCHMITZ, 1962).

Il faut toutefois noter qu'aux environs de Lubumbashi les termitières les plus grosses se situent de préférence sur les sols gris jaunâtre (7, 5 à 10 YR), limono-argileux et sur les sols rouges (2,5 YR - 10 R) argilo-sableux de la carte locale de SYS (1959). C'est plus particulièrement dans ces sols, où les termitières atteignent 10 m de haut sur 17 à 20 m de diamètre, que des volumes apparents d'un millier de m³ peuvent être atteint.

La porosité termitique

Les volumes signalés ci-dessus résultent d'estimations à partir des mesures de la termitière sur pied. Ils ne tiennent pas compte des vides, parfois abondants et que l'on distingue aisément sur les coupes radiales des termitières. Nous désignerons l'ensemble de ces vides par le terme de "porosité termitique". La porosité termitique résulte de l'activité souterraine des termites. Ceux-ci peuvent être séparés en espèces "bâtisseuses" d'une part, et en "locataires" d'autre part. GOFFINET (1973, 1976) déjà, considérait "la termitière géante du Shaba comme un véritable réservoir de termites divers". Ceux-ci y creusent des alvéoles, des galeries et des chambres à meules, selon l'espèce considérée.

La colonie edificatrice entretient une série de cavités, qui comprennent des chambres à meules, des nurseries, le réseau de la périécie et une multitude de galeries parfois très larges reliant différentes parties vitales du nid à un ou plusieurs spacieux habitacles. Citons à titre d'exemple l'habitacle en forme de coupole dissymétrique fortement cloisonné observé dans une termitière de *Macrotermes falciger* en forêt claire de la Luiswishi, aux environs de Lubumbashi (MALAISSE, 1978 b). Cet habitacle mesurait environ 2,5 m de largeur à la base, 88 cm de hauteur principale et 70 cm de profondeur (Fig. 1). Plusieurs observations récentes corroborent ce fait.

Les locataires aménagent également de nombreuses cavités. GOFFINET (1973, 253) rapporte avoir dénombré quelques 150 alvéoles dans la moitié d'une termitière de 283 m³ à la Luiswishi. Celles-ci avaient été édifiées par des termites champignonistes appartenant aux genres *Microtermes*, *Ancistrotermes* et *Odontotermes*. Une cavité établie par une colonie de cette dernière espèce contenait une meule de plus d'un kilo. Cette observation rejoint les commentaires de BOUILLON (1958) qui signale qu'au moins 6 espèces de termites n'érigeant pas de constructions épigées fondaient des colonies souterraines dans les hautes termitières du Shaba. Un fait analogue est rapporté par MALDAGUE (1959, 1970) qui signale des termitières de *Bellicositermes bellicosus* Smeathman "truffée de petites meules d'*Ancistrotermes latinotus* et d'*A. cavithorax*" dans la région de Bambesa. Plus récemment, à Lubumbashi, une termitière, à première vue abandonnée, taillée par des briquetiers a livré une dizaine de kilos de meules à champignons contenues dans 5 cavités édifiées par *Odontotermes* sp. (Fig. 2). En outre, sur le flanc des hautes termitières, certaines espèces, dont *Odontotermes* sp., érigent fréquemment des exoécies atteignant parfois 2 m de hauteur (GOFFINET, 1973) et possédant leur propre large conduit central prolongé au sein de la butte par une excavation de plusieurs dm³.

En conclusion, malgré le tassement auquel la termitière peut être sujette, il se maintient un certain nombre de vides qui résultent de l'activité tant des termites bâtisseurs, que des nombreuses colonies locataires qui y sont domiciliées, voire même de nouveaux couples issus de l'essaimage de termites bâtisseurs engendrant une nouvelle phase de croissance.

La présente note se propose de quantifier la porosité termitique et de vérifier ainsi si elle affecte de manière significative les volumes réels par rapport aux volumes apparents calculés à partir des dimensions externes des tumuli sur pied.



Fig. 1 : Haute termitière d'un volume de 283 m³ en forêt claire aux environs de Lubumbashi. L'abondance des cavités apparaît aisément au centre du monticule. (Photographie F. MALAISSE).



Fig. 2 : Meules à champignons récoltées dans 5 cavités édifiées par *Odontotermes* sp., hôte secondaire d'une haute termitière de *Macrotermes falciger*. Le poids de l'ensemble des meules séchées était d'environ 10 kilos. (Photographie F. MALAISSE).

METHODES

Le volume apparent des hautes termitières

Différentes méthodes ont été préconisées pour l'établissement du volume apparent des hautes termitières. La méthode la plus simple assimile la haute termitière, à l'exclusion du bourgeon terminal, à un cône. Il suffit dès lors d'en mesurer la base et la hauteur ou plus commodément la circonférence à la base et la moyenne de 3 ou 4 génératrices situées à 120 ou 90° l'une par rapport aux autres, ce qui permet de calculer le rayon, la hauteur et donc le volume. C'est la méthode que nous avons utilisé.

POMEROY (1976), au cours de recherches poursuivies en Ouganda, utilise la technique de deux photographies, qui lui permet un calcul du volume par addition de troncs de cône de 10 cm de hauteur.

Le volume réel des hautes termitières

SYS (1961) estime qu'une termitière de *Macrotermes falciger* au Shaba peut représenter jusqu'à 600 tonnes de terre. Il ne précise pas le procédé utilisé pour cette estimation. La meilleure méthode consisterait à démolir méthodiquement la termitière et à mesurer systématiquement tous les vides rencontrés. Un tel travail serait particulièrement laborieux et trop onéreux pour être envisageable à grande échelle.

Une technique originale consiste à mettre à profit le travail des briquetiers. En effet, aux environs de Lubumbashi, la terre des hautes termitières sert à la fabrication de briques (Fig. 4). Cette activité a cours pendant la saison sèche. Les briques sont produites par des équipes d'ouvriers utilisant des presses mécaniques (de marque Gossiaux) qui livre des briques standard de 22 x 10,5 x 7,5 cm, soit un volume de 1732,5 cm³ (Fig. 3). Des observations ont été réalisées sur 29 chantiers et concernent 44 termitières. On a respectivement mesuré la densité apparente du sol de la termitière à l'aide de boîtes de Kubiena, le poids moyen d'une brique avant et après séchage en effectuant les mesures sur dix briques dans chaque cas. Ces valeurs permettent de calculer le volume réel initial de la termitière à partir du nombre de briques produites et ce résultat est comparé à celui obtenu par la première méthode décrite ci-dessus. Les travaux prenant fin avec le retour de la saison des



Fig. 3 : La presse mécanique E. Gos-Gossiaux qui fournit deux briques standard d'un volume unitaire de $1,73 \text{ dm}^3$.

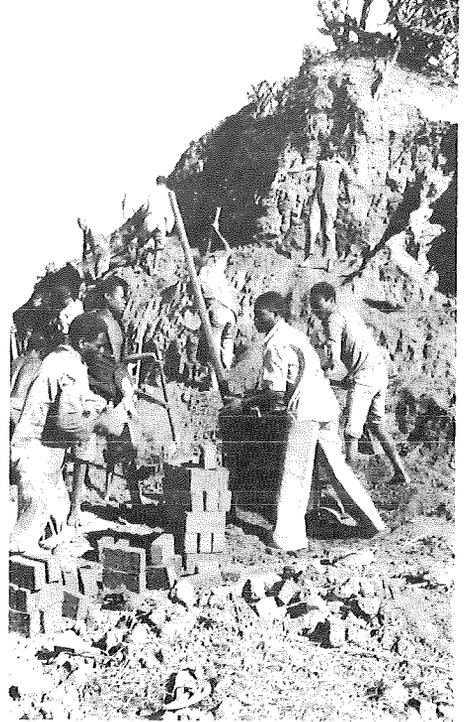


Fig. 5 : L'activité fébrile sur le chantier avec division du travail : a. le remplissage de la presse; b. l'enlèvement des briques de la presse; c. l'actionnement du manche; d. empilement des briques. Le sol, à l'avant-plan, est jonché de briques cassées qui ne seront pas récupérées.

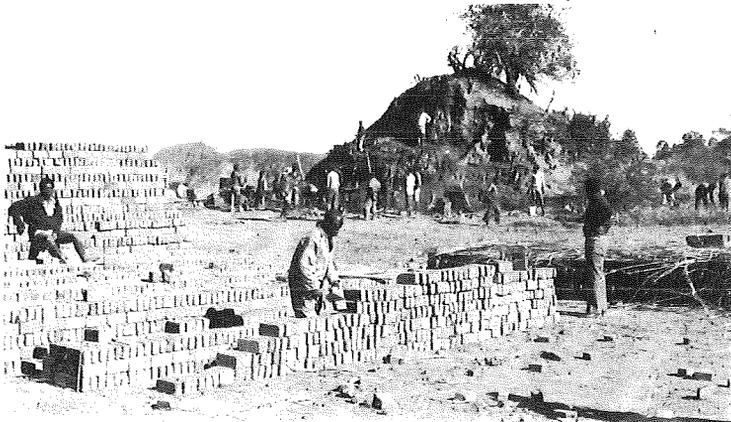


Fig. 4 : Aspect général d'un chantier utilisant la terre de termitière pour la fabrication de briques. (Photographies KALAMBAY).

pluies, des fractions de termitières non exploitées peuvent subsister et leur importance est alors estimée.

RESULTATS

Densités de la terre de haute termitière et des briques

La densité de la terre des hautes termitières et celle des briques ont été mesurées pour 18 termitières réparties sur 4 chantiers (Tabl. I).

Numéro du chantier	Numéro de l'échantillon	Densité du sol de haute termitière	Densité des briques
1	1	1,51	1,62
	2	1,38	1,53
	3	1,61	1,53
	4	1,35	1,52
	5	1,65*	1,70
	6	1,58*	-
3	7	1,62*	1,54
	8	1,55	1,69
	9	1,39	1,70
	10	1,47	1,48
4	11	1,49	1,43
	12	1,65*	1,40
	13	1,57*	1,63
	14	1,55	1,42
9	15	1,57	1,72
	16	1,58	1,60
	17	1,60	1,38
	18	1,53	1,58
Moyenne		1,54	1,56
Ecart-type		0,09	0,11

Tabl. I : Densités de la terre des hautes termitières et des briques qui en sont fabriquées à Lubumbashi (* échantillons prélevés dans le tiers inférieur des tumuli).

Des différences sensibles ont été mesurées, tant pour le sol en place (1,38 - 1,65) que pour les briques (1,38 - 1,72); les moyennes respecti-

ves étant fort voisines $1,54 \pm 0,09$ et $1,56 \pm 0,11$. On peut accepter, au niveau 0,05 et même au niveau 0,20, l'hypothèse d'égalité des densités moyennes du sol in situ et de la brique, car avec 33 degrés de liberté, $t_{obs} = 0,63 \ll t_{0,0975} = 2.04$. Les variations observées relèvent fondamentalement de trois causes, à savoir :

- A. variation de la densité du substrat qui a fourni le matériau de base, les termitières étant établies sur différents types de sol;
- B. existence d'un gradient de densité de la terre de termitière en fonction du niveau, des valeurs plus élevées étant observées dans le tiers inférieur qui correspond au niveau où se localisent les "horizons de comblement", très compacts et plus riches en argile (BOYER, 1971);
- C. compaction variable des briques suite au remplissage parfois défectueux des moules de la presse.

Equivalent en briques d'une haute termitière

Quelques 72 termitières, distribuées sur 44 chantiers, ont livré $19.534.10^3$ briques, soit une production moyenne unitaire de 271.300 briques. Quarante-quatre de ces termitières ont fait l'objet de mensurations préalables, la partie qui en fut exploitée correspond à 39 termitières. Elles ont produit 10.445.000 briques, soit une moyenne de 267.800 briques (Tabl. II). L'examen du tableau II fait apparaître des différences variables entre le volume mesuré sur la termitière en place et le volume calculé à partir des briques. Ces différences sont en majorité positives, indiquant un déficit du volume calculé par rapport au volume mesuré. Trois sources de diminution du rendement escompté ont été notées :

- A. le déblaiement de la couche superficielle trop riche en racines; MALAISSE (1978 a) a montré que 79,4 % du poids des racines séchées étaient compris dans les 40 cm extérieurs;
- B. l'exclusion comme terre à briques du noyau carbonaté situé au centre de certaines termitières;
- C. les pertes à la production réalisées par les briques cassées. Ces pertes se situent principalement lors du transport des briques de la presse au lieu de séchage. Les briques cassées ne sont pas récupérées (Fig. 5). Leur importance a été estimée, dans le plupart des cas, comme inférieure à 5 % (Tabl. III). Ces pertes sont plus importantes dans les entreprises spécialisées dans la vente des briques que chez les particuliers cherchant à construire leur demeure.

Numéro du chantier	Dimensions des hautes termitières (m)	Volume unitaire (m ³)	Différence		
			(8) - (9)	(%) (10)	
(1)	(3)	(7)	(8)	(9)	(%) (10)
1	1/3	289	289	260	10,0
2	3	545	545	520	4,6
3	1/3	298	298	312	- 4,7
4	1	449	487	530	- 9,6
5	10	468	468	459	1,9
6	1	205	256	277	- 8,2
7	1	338	425	417	1,9
8	1	277	321	277	14,3
9	1/4	904	1075	970	9,8
10	2/3	194	235	260	- 10,6
11	2	238	238	260	- 9,2
12	2	891	1024	823	19,6
13	2	394	522	563	- 7,8
14	2/3	537	537	520	3,2
15	1/2	312	374	347	7,2
16	2	277	396	442	- 11,6
17	1	1032	1032	970	6,0
18	4/5	345	345	325	5,8
19	2/3	358	358	390	- 8,9
20	2/3	431	431	390	9,5
21	4/5	471	471	433	8,1
22	1/2	283	336	277	17,5
23	1	623	623	606	2,7
24	1	675	675	553	18,1
25	4/5	502	502	541	- 7,8
26	2	219	219	156	28,8
27	1	353	389	364	6,4
28	1	490	490	433	11,0
29	1	364	399	433	- 8,5
Total	39,0	10445	475	452	4,8
Moyenne	9,5	268	214	198	

Tabl. II : Volumes apparent et calculé des hautes termitières à Lubumbashi. (* voir texte).

Numéro du chantier	Numéro de l'équipe	Nombre de briques		Pourcentage
		entières	perdus	
1	1	2500	75	2,9
	2	2500	51	2,0
	3	2500	55	2,2
	4	2500	37	1,5
	5	2500	123	4,7
	6	2500	52	2,0
3	7	2500	173	6,5
	8	2500	297	10,6
	9	2500	85	3,3
	10	2500	120	4,6
9	11	2500	22	0,9
25	12	2500	15	0,6
	13	2500	52	2,0
Moyenne		2500	89	3,4

Tabl. III : Importance des pertes à la production lors de la fabrication des briques à Lubumbashi.

Par contre, l'utilisation occasionnelle d'une partie souterraine des tumuli amène une augmentation du rendement pouvant même entraîner un surplus du volume calculé par rapport au volume mesuré. C'est la raison pour laquelle les volumes calculés ont été revus dans ces cas particuliers (Tabl. II, colonne 8) en tenant compte du volume apparent du cône souterrain exploité.

DISCUSSION

La terre des hautes termitières se différencie du sol avoisinant par plusieurs caractères, notamment par un pH supérieur, des teneurs en Ca, Mg et K plus élevées, des teneurs en C et en N plus faibles (MALAISSE, 1978 b), enfin par la densité. La terre des hautes termitières montre un tassement important que confirme sa densité moyenne (1,54) nettement supérieure à celle des sols avoisinants. Ainsi ALEXANDRE et NZENGU (1974) signalent pour trois types de sols des environs de Lubum-

bashi des valeurs qui se situent entre 1,22 et 1,33. La densité de la terre des hautes termitières montre encore une variation selon les niveaux, les horizons de comblement montrant les valeurs les plus fortes. Cette densité est du même ordre de grandeur que celle des briques qui en sont fabriquées au Shaba méridional à l'aide de presses mécaniques.

Plusieurs méthodes ont été préconisées pour l'évaluation du volume apparent des hautes termitières. L'assimilation à un cône, compte non tenu de la cheminée sommitale, donne de bons résultats dans le plupart des cas, l'excédent de volume dû à la forme mamelonnée étant grosso modo compensée par la porosité termitique. La technique originale de l'établissement d'un "équivalent brique" (volume calculé à partir du nombre de briques produites compte tenu des pertes) donne des résultats du même ordre de grandeur que l'assimilation à un cône. Quant à l'importance de la porosité termitique, elle s'avère en définitive difficile à quantifier eu égard aux nombreuses autres sources de variations qui entraînent des modifications du rendement en briques. On retiendra notamment l'existence d'une couche externe riche en racines (ALONI, 1975; MALAISSE, 1978 b; PULLAN, 1979), de noyaux carbonatés (ALONI, 1975; MALAISSE, 1976), l'exploitation de terres situées sous le niveau du sol et où se prolonge l'activité des termites (GOFFINET, 1975, 1976).

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient KALAMBAY, K. pour la documentation photographique et KAPINGA I. pour sa collaboration fructueuse.

BIBLIOGRAPHIE

- ALEXANDRE, J. & NZENGU, J., 1974. Le régime hydrique dans les sols de la région de Lubumbashi (Haut-Shaba), Zaïre. *Pédologie*, 24, 1, 40-62.
- ALEXANDRE-PYRE, S., 1971. Le plateau des Bianco (Katanga), géologie et géomorphologie. *Ac. Roy. Sc. d'Outre-Mer, Classe sc. nat. et méd. Mém.*, XVIII, 151 p.
- ALONI, K., 1975. Le sol et l'évolution morphologique des termitières géantes du Haut-Shaba. *Pédologie*, 25, 1, 25-39.
- ALONI, K., 1978. Le rôle des termites dans la mise en place des sols de plateaux dans le Shaba-méridional. *Geo-Eco-Trop*, 2, 2, 81-93.

- ALONI, J. & MALAISSE, F., 1978. Les hautes termitières. In M. LEBLANC & F. MALAISSE (eds), *Lubumbashi, un écosystème urbain tropical*, 38-39.
- AUBREVILLE, A., 1957. Muhulus, termitières fossiles géantes et forêt claire katanguienne. *Bois et forêts des tropiques*, 51, 33-39.
- BOUILLON, A., 1958. Les termites du Katanga. *Les naturalistes belges*, 39, 6, 198-209.
- BOUILLON, A. & KIDIERI, S., 1964. Répartition des termitières de *Bellicositermes bellicosus* rex dans l'Ubanguï, d'après les photos aériennes. Corrélations écologiques qu'elle révèle. *Etudes sur les termites africains*. Ed. A. BOUILLON, Masson, Paris, 373-374.
- BOYER, Ph., 1956. Action des termites constructeurs sur certains sols d'Afrique tropicale. *6ème Congr. Internat. Sc. Sol*, Paris, III, 17, 95-103.
- BOYER, Ph., 1958 a. Sur les matériaux composant la termitière géante de *Bellicositermes bellicosus* rex. *C.R.Ac. Sc.*, 247, 488-490.
- BOYER, Ph., 1958 b. Influence des remaniements par le termite et de l'érosion sur l'évolution pédogénétique de la termitière épigée de *Bellicositermes bellicosus* rex. *C.R.Ac. Sc.*, 247, 749-751.
- BOYER, Ph., 1959. De l'influence des termites de la zone intertropicale sur la configuration de certains sols. *Rev. Géom. Dyn.*, 10, 41-44.
- BOYER, Ph., 1971. Les termites et les sols. In PESSON (Ed), *La vie dans le sol*, Paris, 289-334.
- BOYER, Ph., 1973, 1975 a et b. Action de certains termites constructeurs sur l'évolution des sols tropicaux. *Ann. des sc. nat. zoologie*, 12ème série, 15, 329-498; 17, 273-446; 17, 447-504.
- COATON, W., 1962. The origin and development of massive vegetated termite hills in Northern Rhodesia. *African Wildlife*, 16, 159-166.
- COLLINS, N.M., 1981. Populations, age structure and survivorship of colonies of *Macrotermes bellicosus* (Isoptera : *Macrotermitinae*). *J. Anim. Ecol.*, 50, 293-311.
- COLONVAL-EIENKOV, E. & MALAISSE, F., 1975. Remarques sur l'écologie de la flore termitophile du Haut-Shaba (Zaïre). *Bull. Soc. Roy. Bot. Belge*, 108, 2, 167-181.
- GOFFINET, G., 1973. Synécologie comparée des milieux édaphiques de quatre écosystèmes caractéristiques du Haut-Shaba (Zaïre). Thèse de doctorat, Université de Liège, 300 p.
- GOFFINET, G., 1975. Ecologie édaphique des milieux naturels du Haut-Shaba (Zaïre). 1. Caractéristiques écologiques et synécologiques comparées des zocénoses intercaliques. *Rev. Ecol. Biol. Sol*, 12, 4, 691-772.

- GOFFINET, G., 1976. Ecologie édaphique des milieux naturels du Haut-Shaba (Zaïre). 3. Les peuplements en termites épigés au niveau des latosols. *Rev. Ecol. Biol. Sol*, 13, 3, 459-475.
- GRASSE, P.P. & NOIROT, Ch., 1949. Les termitières géantes de l'Afrique Equatoriale française. *C.R.Ac. Sc.*, 228, 727-730.
- GRASSE, P.P. & NOIROT, Ch., 1957. La genèse et l'évolution des termitières géantes de l'Afrique équatoriale française. *C.R.Ac. Sc.*, 244, 974-979.
- GRASSE, P.P. & NOIROT, Ch., 1959. Rapports des termites avec les sols tropicaux. *Rev. Géomorph. dyn.*, 10, 35-40.
- HARRIS, W.V., 1955. *Termites and the soil*. Soil Zoology. Kevan D.K., Butterworths, London, 62-67.
- HEGH, E., 1922. *Les termites : partie générale*. Ministères des colonies, Bruxelles, 767 p.
- HESSE, P.R., 1955. A chemical and physical study of the soil of termite mound in East Africa. *J. Ecol.*, 43, 449-461.
- JOTTRAND, M. & DETILLEUX, E., 1959. Le problème des termitières dans la région d'Elisabethville. *Bull. Inform., INEAC*, VIII, 3, 111-129.
- KANG, B.T., 1978. Effect of some biological factors on soil variability in the tropics. III. Effect of Macrotermes mounds. *Plant and Soil*, 50, 241-251.
- MALAISSSE, F., 1976. De l'origine de la flore termitophile du Haut-Shaba (Zaïre). *Boissiera*, 24 b, 505-513.
- MALAISSSE, F., 1978 a. The miombo ecosystem. Contribution à l'étude de l'écosystème forêt claire : note 35. In *Tropical forest ecosystem, a state of knowledge*. UNESCO, Natural resources research, XIV, 589-606.
- MALAISSSE, F., 1978 b. High termitaria. In M.J.A. WERGER (Ed). *Biogeography and ecology of Southern Africa*, Junk, The Hague, 1279-1300.
- MALAISSSE, F. & ANASTASSIOU-SOCQUET, F., 1977. Contribution à l'étude de l'écosystème forêt claire (Miombo). Note 24 : Phytogéographie des hautes termitières du Shaba méridional (Zaïre). *Bull. Soc. Roy. belge Bot.*, 110, 85-95.
- MALAISSSE, F. & ANASTASSIOU-SOCQUET, F., 1979. Mode de dissémination des diaspores des hautes termitières établies en forêts claires du Shaba méridional. In Kunkel (Ed) : *Taxonomic aspects of African economic botany*. Las Palmas, 116-119.
- MALDAGUE, M.E., 1959. Analyse des sols et matériaux des termitières du Congo belge. *Ins. Soc.*, VI, 4, 343-359.
- MALDAGUE, M.E., 1970. Rôle des animaux édaphiques dans la fertilité des sols forestiers. *Publ. INEAC*, série scientifique, n° 112, 245 p.

- MEYER, J.A., 1960. Résultats agronomiques d'un essai de nivellement des termitières réalisé dans la cuvette centrale congolaise (Yan-gambi). *Bull. Agric. C.B.*, LI, 5, 1047-1059.
- MULLENDERS, W., 1954. La végétation de Kaniama. *Publ. INEAC*, série scientifique, 61, 499 p.
- POMEROY, D.E., 1976. Studies on a population of large termite mounds in Uganda. *Ecological entomology*, 1, 49-61.
- POMEROY, D.E., 1977. The distribution and abundance of large termite mounds in Uganda. *J. applied Ecology*, 14, 465-476.
- POMEROY, D.E., 1978. The abundance of large termite mounds in Uganda in relation to their environment. *J. applied Ecology*, 15, 283-295.
- PULLAN, R., 1979. Termite hills in Africa : their characteristics and evolution. *Catena*, 6, 267-291.
- QUANTIN, P., 1965. Les sols de la République Centrafricaine. O.R.S.T.O.M., Paris, 36-37.
- ROBERT, M., 1956. *Géologie et Géographie du Katanga*, Bruxelles, 620 p.
- RUELLE, J.E., 1969. Répartition des principales espèces de Macrotermes (Isoptera, Termitidae) de la faune éthiopienne. *Proc. VIth Congr. Int. Union for the Study of Social Insects*, Berne, 249-253.
- SCHMITZ, A., 1962. Les muhulu du Haut-Katanga méridional. *Bull. Jard. Bot. Etat*, Bruxelles, 32, 3, 221-299.
- SILLANS, R., 1952. Contribution à l'étude phytogéographique des savanes du Haut-Oubangui. Note préliminaire sur la végétation des termitières géantes. *Bull. Soc. Bot. France*, 99, 2-4.
- STREEL, M., 1963. *La végétation tropophile des plaines alluviales de la Lufira moyenne. (Katanga méridional)*. F.U.L.R.E.A.C., Liège, 242 p.
- SYS, C., 1955. L'importance des termitières sur la constitution des latosols de la région d'Elisabethville. *Sols africains*, III, 3, 392-395.
- SYS, C., 1957. L'aménagement des sols de la région d'Elisabethville d'après leurs caractéristiques morphologiques et analytiques. *Bull. Agric. C.B.*, XLVIII, 6, 1425-1432.
- SYS, C., 1961. Het verband tussen morfologie en genetische opbouw van het Bodem-profiel in de Hoge Katanga. Thèse de doctorat, Rijks-universiteit Gent, 234 p.

