

Relations entre les termitières *Trinervitermes* s.p. et la surface du sol : réorganisations, ruissellement et érosion

PAR

J. L. JANEAU et C. VALENTIN

B. P. V-51, Abidjan, Côte d'Ivoire

Synopsis: In northern Côte d'Ivoire, water runoff and soil erosion are fostered by the great density of *Trinervitermes* mounds on the fallow lands as assessed through simulated rainfall tests. Furthermore, the grass layer cannot recover rapidly after cultivation as a result of the foraging activity of this termite.

Keywords: Termites, termites mounds, soudanian zone, surface sealing, runoff, detachability, rainfall simulation.

INTRODUCTION

L'équipe multidisciplinaire HYPERBAV (HYdro-PEDologique de REcherche sur BASSIN Versant) cherche à modéliser les écoulements d'un bassin versant de 136 ha, situé au nord-ouest de la Côte d'Ivoire. Il existe, sur ce bassin de savane humide, des zones de ruissellement privilégié, où s'individualisent différentes formes d'érosion linéaire (PLANCHON, FRITSCH et VALENTIN ; à paraître). Ces zones présentent un état de surface particulier qui se caractérise par un fort micro-relief et des pellicules dures entre les touffes. Or, c'est précisément dans ces zones, et dans les jachères récentes que les termitières de *Trinervitermes* sont les plus abondantes (LEPAGE et TANO, 1986). Doit-on voir pour autant une relation entre l'activité de ces termites et une sensibilité particulière du milieu au ruissellement et à l'érosion ? C'est à cette question que cette étude va tenter de répondre.

I. — MILIEU ET MÉTHODES

A) Le bassin versant.

Touba, ville située à 25 km au sud du bassin de Booro-Borotou, reçoit annuellement une pluviométrie moyenne de 1359 mm (calculée sur 33 ans, écart type : 220 mm), assez bien répartie d'avril à octobre (Brou, 1985). Les sols, développés sur des migmatites, comprennent trois grands domaines : ferrallitique à l'amont, à tendance ferrugineuse sur la plus grande partie du bassin, hydromorphe dans le bas-fond. Les types de couvert varient considérablement depuis la savane herbeuse hydrophyle de la forêt galerie jusqu'à la savane arborée en passant par la savane arbustive claire. Les différentes composantes de l'environnement peuvent être considérées comme représentatives du nord-ouest de la Côte d'Ivoire.

B) La parcelle d'étude.

Un rectangle de 400 × 100 m a été délimité au sein de la savane arbustive claire, au tiers inférieur de versant, sur des sols très appauvris à tendance ferrugineuse. Le choix de ce site a été guidé à la fois par l'abondance des traces d'érosion, par l'étendue des surfaces couvertes de pellicules et par la forte densité de calies de *Trinervitermes*.

C) La caractérisation des termitières.

Une cartographie détaillée des différentes termitières épigées a été réalisée en saison des pluies (août). Pour chaque calie de *Trinervitermes*, genre très dominant dans cette zone, nous avons relevé :

- ses coordonnées par rapport à un point fixe,
- son état (habité ou abandonné), établi selon l'aspect du nid et vérifié par l'ouverture d'une petite brèche,
- sa hauteur (h), son petit (d) et son grand (D) diamètres,
- sa forme, dessinée sur le terrain,
- les plus grands (Rz) et plus petits rayons (rz) de l'auréole dépourvue de végétation et couverte de pellicule qui entoure la termitière, mesurés à partir de l'apex de la calie,
- la forme de cette zone pelliculaire dessinée sur le terrain. Ces auréoles ont été délimitées également sur une photo-aérienne à 1/1.000 prise au mois de mai (Fig. 1).

Par ailleurs, quatre milieux ont été identifiés, d'après leur état de surface, au mois d'août le long de 4 transects de 100 m de long (Fig. 1) :

- Les zones herbeuses inondées : il s'agit d'une surface argileuse au micro-relief très développé, le couvert est celui d'une savane herbeuse de bas-fond.
- Les zones sèches à couvert herbacé dense : leur surface est poreuse du fait d'une activité importante de la faune du sol.
- Les zones à faible couvert végétal : ces surfaces présentent des microhorizons sableux qui recouvrent le plus souvent une pellicule à porosité très réduite.
- Les surfaces dépourvues de végétation : la pellicule qui se développe alors en surface est dure, très peu poreuse, et souvent consolidée par des microorganismes filamenteux (algues, champignons).

En vue d'effectuer des analyses granulométriques, des échantillons ont été prélevés dans l'habitable d'une termitière et dans sa muraille (entre 10 et 15 cm au-dessus du sol).

D'autres ont été pris à la surface du sol (sur une profondeur de 2 cm) en trois points susceptibles de subir une influence de la termitière : directement à la périphérie de la calie, dans l'auréole pelliculaire (à 20 cm de la termitière) et dans une zone sableuse à faible couvert végétal (à 4,5 m). Enfin, un échantillon témoin a été prélevé dans une zone fortement enherbée éloignée de toute termitière et pouvant à ce titre être considérée comme témoin. Les résultats d'analyse ont ensuite été confrontés à ceux d'un profil pédologique étudié dans la même parcelle (données inédites de FRITSCH).

D) Leur évolution saisonnière.

Un rectangle de 15 × 6 m a été mis en défens autour d'une des termitières habitées. Un dispositif original (JANEAU, 1985) a permis de procéder à des prises de vues à la verticale à une hauteur de 5 m (6 clichés suffisent à couvrir l'ensemble de la parcelle), à 4 périodes importantes de l'année : en octobre, au moment du plus fort développement de la végétation, en février, après le passage du feu de brousse, en avril, lors des toutes premières pluies et en juin, une fois le couvert végétal partiellement reconstitué. Agrandis 10 fois, ces clichés sont à l'échelle 1/14. Ils ont fait l'objet d'une photo-interprétation qui a permis l'identification de 6 unités : la calie, et 5 types de surfaces : nues pelliculaires, sableuses, remaniées par la faune (à cette échelle, les fourmilières sont aisément reconnaissables), enfin les surfaces couvertes par le couvert végétal et celles correspondant à des cendres ou à des débris végétaux. Ces différentes unités ont été planimétrées à l'aide d'une grille fine de comptage disposant d'un point tous les 5 mm, ce qui correspond à un sondage tous les 7 cm sur le terrain, (ou encore à plus de 18.000 points par relevé).

E) Leur comportement sous pluie.

Deux parcelles de 1 m² ont été implantées, l'une sur une termitière habitée et englobant une partie de l'auréole pelliculaire, la seconde dans une zone à faible couvert végétal et surface plus sableuse, située à l'aval de la première. Ces deux parcelles ont été soumises deux années de suite, fin août à une simulation de pluie. Avant l'averse artificielle, elles ont fait l'objet de relevés par points quadrats : sur 100 points espacés de 10 cm, on note la hauteur de la première structure végétale interceptrice, celle de la dernière, le nombre de contacts, l'altitude de la surface du sol par rapport à un repère fixe, ainsi que sa nature : pellicule, sable, constructions fauniques (fourmilière, turricules, placages de termites).

Afin de limiter les sources de variation, un même épisode pluvieux a été simulé dans des conditions hydriques voisines, pour les deux parcelles, deux années consécutives. Cet état d'humectation a été apprécié à l'aide d'un indice de précipitation antérieure couramment utilisé par les hydrologues (CASENAVE, GUIGUEN et SIMON, 1982 ; CHEVALLIER, 1983). La valeur retenue pour cet indice correspond à une humectation moyenne de saison des pluies. Les averses ont été simulées à l'aide d'un dispositif mis au point à l'ORSTOM (ASSELIN et VALENTIN, 1978) dont les principales caractéristiques consistent à reproduire des pluies d'intensité variable : de 30 à 120 mm/h, avec des énergies cinétiques très voisines de celles des pluies naturelles. Le hyétogramme d'averse, retenu pour ces essais, correspond, avec une hauteur de 55 mm, à une fréquence supérieure à la pluie annuelle ; en d'autres termes, une telle pluie peut tomber plusieurs fois par an.

II. — RÉSULTATS

A) Les termitières et les états de surface.

Parmi les 42 calies de *Trinervitermes* recensées, 8 seulement sont abandonnées. Les dimensions des termitières habitées sont étroitement liées entre elles ($r = 0,88$ et $0,89$ pour les régressions de h en d et D - Tab. I).

TAB. I

Principales caractéristiques des calies de *Trinervitermes* habitées et abandonnées et des auréoles pelliculaires

	Termitière		Auréole pelliculaire	
	État	Hauteur (cm)	Petit rayon (cm)	Grand rayon (cm)
Minimum	Habité	5	00	0
	Abandonné	9	0	0
Maximum	Habité	67	130	555
	Abandonné	31	120	250
Médiane	Habité	20	35	220
	Abandonné	17	0	10

L'auréole pelliculaire tend à s'étendre au fur et à mesure que la calie se développe (Rz s'accroît de 70 cm par an en moyenne ; $r = 0,72$ pour la régression de Rz en D) et à régresser après son abandon (Rz diffère pour les termitières habitées et abandonnées au risque de première espèce de 1 %).

Sur l'ensemble de la parcelle de 4.000 m², la surface occupée par les calies de *Trinervitermes* est faible : 0,2 %. En revanche, les auréoles pelliculaires représentent des surfaces beaucoup moins négligeables : 5,8 %, soit approximativement 30 % des surfaces nues pelliculaires identifiées au mois d'août.

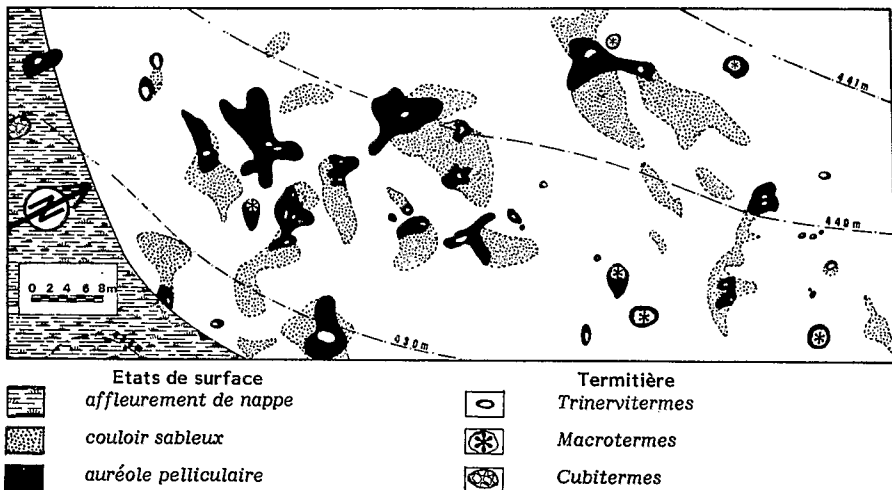


FIG. 1. — Carte des états de surface de la parcelle étudiée.

Comme le montre la Figure 1, ces auréoles sont assez souvent coalescentes. En outre, certaines calies se trouvent reliées par des sortes de « couloirs » qui

se caractérisent par un faible couvert herbacé et des surfaces sableuses. L'existence de ces couloirs qui représentent 6 % de la surface totale tend à montrer que la distribution spatiale des calies n'est pas aléatoire. Elle serait en partie conditionnée par la présence de termitières plus anciennes auxquelles elles seraient reliées au moins géographiquement. Les discontinuités du milieu : accidents du relief, limites pédologiques, limite de la nappe, semblent, en revanche, sans effet, sur la répartition des termitières.

B) Évolution saisonnière.

Les variations saisonnières des états de surface de la parcelle de 90 m² sont présentées au Tableau II.

TAB. II

Évolution saisonnière des différents types de surface identifiés sur les prises de vue à la verticale (en % de la surface totale).

Type de surface	Date du relevé			
	Avril	juin	octobre	février
Nid.....	3	3	3	3
Nue pelliculaire.....	38	33	10	4
Nue sableuse.....	18	17	5	24
Remaniée par la faune.....	—	—	—	34
Couvert végétal.....	41	47	82	5
Cendres.....	—	—	—	30

Ce tableau appelle certaines remarques :

— 18 % de la surface reste nue lors du développement maximal du couvert végétal atteint en octobre.

— Une fois le couvert herbacé détruit par le feu, plus du tiers de la surface est remanié par la faune (essentiellement par les vers de terre et les fourmis). Par la suite, cette activité ne se manifeste pas dans les zones nues. La diminution progressive des surfaces pelliculaires qui passent de 38 % en avril, à 4 % en février est donc à imputer à la faune, particulièrement active sous le couvert végétal qui se reconstitue peu à peu. La porosité superficielle est donc plus ouverte en début de saison sèche qu'au coeur de la saison des pluies.

— C'est en avril, lors des premières pluies, que l'extension des surfaces nues pelliculaires est la plus forte. Par la suite, le rapport pellicule/sable demeure à peu près égal à 2 pour l'ensemble de la parcelle. Mais la distribution relative de ces surfaces par rapport à la distance à l'apex de la termitière évolue fortement avec le temps (Tab. III) ; aux premières pluies, les surfaces sableuses occupent plutôt la périphérie de la termitière alors qu'après la saison des pluies et le passage des feux, elles se situent surtout dans les zones

TAB. III

Évolution saisonnière du pourcentage de surface nue pelliculaire en fonction de la distance à la termitière

Distance moyenne à la termitière (m)	Date du relevé			
	avril	juin	octobre	février
0,8	46	67	67	43
2,1	61	65	90	25
5,5	73	49	35	9

les plus éloignées (en raison de leur similitude les résultats des 4 clichés les plus éloignés ont été regroupés). Une telle évolution doit être attribuée à l'érosion en nappe qui se développe à partir de la termitière.

C) Ruissellement et pertes en terre.

En un an, la calie de la parcelle n° 1 qui occupait une surface de 0,49 m² et un volume de 0,050 m³ a vu son emprise au sol régresser de 6 % et son volume de 7 %. L'érosion mesurée sous pluie naturelle au cours d'une année s'élève à 1,939 kg/m². Comme le montre le Tableau IV, la végétation a commencé à recoloniser l'auréole pelliculaire, après l'abandon de la calie. Pour la parcelle n° 2, les transformations sont encore plus marquées : du fait d'une tranchée ouverte en travers du « couloir » reliant la calie à cette parcelle, la végétation qui était assez clairsemée s'est considérablement développée, favorisant ainsi une activité importante de la faune (incluant les vers de terre — tableau 4). Représentative en première année d'un état de surface de couloir, cette parcelle peut, l'année suivante, être considérée comme parcelle témoin des zones peu affectées par l'activité des *Trinervitermes*.

TAB. IV

Évolution annuelle des états de surface, du ruissellement et de la détachabilité sur les deux parcelles soumises à des pluies simulées

État	Parcelle n° 1		Parcelle n° 2	
	1 ^{re} année Habité	2 ^e année Abandonné	1 ^{re} année Couloir	2 ^e année Témoin
Couvert végétal (%).....	0	6	54	94
Placages de récolte de termites (%)..	29	0	0	6
Fourmilière (%).....	0	1	6	4
Turricules de vers (%).....	0	0	0	4
Coefficient de ruissellement (%)..	68	94	57	1
Pertes en terre (g/m ²).....	493	316	69	0

L'évolution des états de surface se traduit en termes de comportement sous pluies simulées : le ruissellement décroît depuis la calie abandonnée jusqu'au témoin. La forte détachabilité de la termitière habitée est due à la sensibilité à l'érosion des constructions encore fraîches.

La granulométrie des matériaux :

La distribution granulométrique dans le sol (Fig. 2) révèle l'existence d'un horizon légèrement gravillonnaire à une profondeur de 30 cm au-dessus duquel on observe, par rapport aux horizons sous-jacents, un appauvrissement en argile et un enrichissement en sable fin. En revanche, la composition granulométrique de la muraille et de l'habitable est sensiblement la même et semblable à celle de l'horizon situé à 10 cm de profondeur.

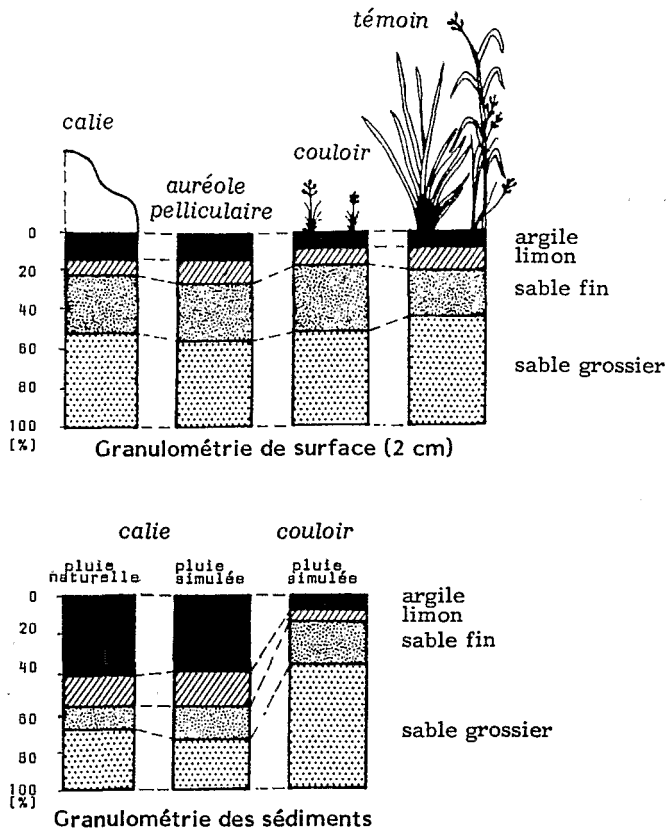


FIG. 2. — Granulométrie des horizons de surface et des terres érodées.

Des variations latérales plus importantes affectent la surface : l'auréole pelliculaire correspond à un enrichissement en limon par rapport à la calie tandis que les couloirs sont plus riches en sable. Les échantillons provenant

de la calie, de l'auréole pelliculaire et d'un couloir contiennent plus de sable fin que l'échantillon témoin. Ce résultat tendrait à confirmer le rôle des termites dans l'enrichissement en sable fin de l'horizon superficiel. Eu égard aux quantités trop faibles, l'analyse granulométrique des sédiments exportés de la parcelle témoin n'a pas pu être entreprise. La composition des sédiments issus de la parcelle n° 1 ne varie pas sous pluies simulées ou naturelles : elle est plus riche en argile et en limon que la muraille. Le recouvrement par du sable de l'auréole pelliculaire est la manifestation de cet appauvrissement. Inversement, la parcelle N° 2 s'enrichit en éléments fins.

III. — DISCUSSION ET CONCLUSIONS

Les dynamiques d'états de surface liées à l'activité de la faune.

La composition granulométrique de l'habitable et de la muraille reste sensiblement la même que celle de l'horizon superficiel. Un tel équilibre ne peut être assuré que si les pertes par érosion se trouvent compensées par la remontée sélective d'éléments fins par les termites, au cours de l'édification de la muraille et de ses restaurations par des constructions fraîches.

Cet enrichissement absolu en éléments fins, maintes fois signalé, notamment par LEE et WOOD (1971) et par LÉVÊQUE (1979), bénéficie non à la calie, sujette à l'érosion, mais à son auréole pelliculaire, nettement plus résistante. Les pellicules correspondent en effet à une concentration en argile et en limon au sein d'un micro-horizon dont la formation est favorisée par l'absence de protection du sol. A l'origine, l'activité de récolte des termites provoque cette dénudation ; par la suite, la présence d'une pellicule dure réduit les possibilités de régénération rapide du couvert. L'extension de ces auréoles obéit ainsi à deux cycles qui se superposent : le premier correspond aux variations saisonnières du couvert végétal et de l'activité de la faune, le second suit l'édification puis la disparition de la termitière (figure 3). Le développement des pellicules autour de la calie serait directement due à l'activité de récolte des *Trinervitermes*. Si l'on se réfère, en effet, aux travaux de JOSENS (1972) mené en Côte d'Ivoire dans un milieu comparable à celui de Booro-Borotou, chaque calie serait responsable de la destruction de 2 m² de couvert herbacé par an, ce qui est du même ordre que l'accroissement annuel moyen de l'auréole pelliculaire que nous avons observé. Après l'abandon de la calie, les remontées d'éléments fins cessent et ne compensent plus les pertes par érosion. La termitière, et son auréole, subissent alors un enrichissement relatif en sable. Le piégeage des graines et donc la régénération progressive du couvert s'en trouvent facilités (Tab. IV, Figure 3). En outre, les fourmis et les vers, attirés par la reconstruction du tapis herbacé, tendent à détruire peu à peu la pellicule, accélérant ainsi les processus de régénération.

Les couloirs qui relient les calies pourraient trouver leur origine dans la stratégie de récolte des termites qui disposeraient, pour chaque colonie, d'une calie-mère et de plusieurs calies-filles ou calies-greniers. Une telle hypothèse requiert, pour être vérifiée, la mise en œuvre d'une expérimentation particulière.

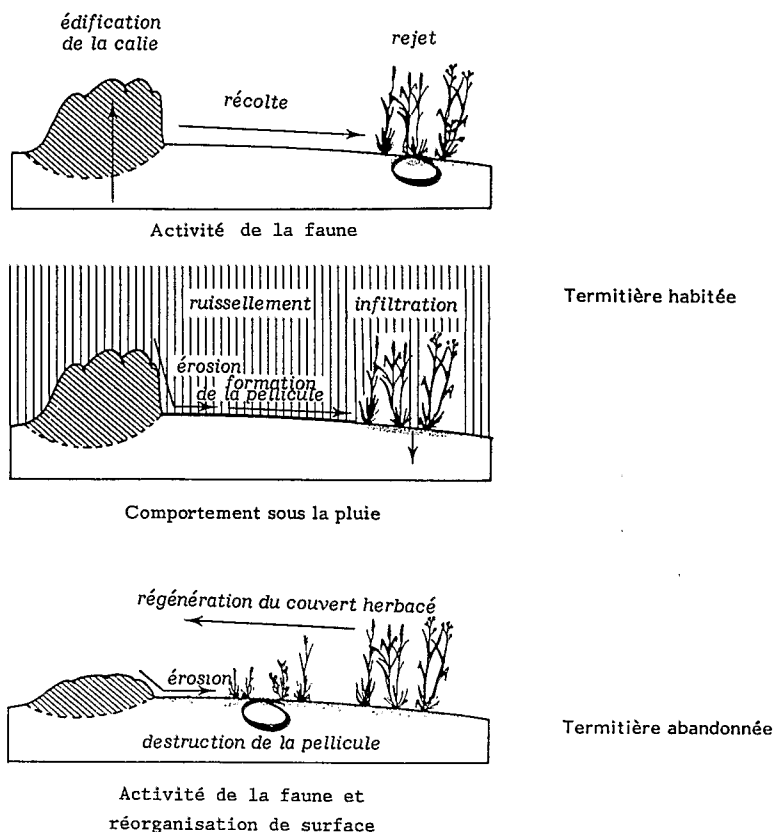


FIG. 3. — Dynamique des états de surface liées aux calies.

Le temps nécessaire à la disparition d'une termitière de *Trinervitermes*, de 15 à 20 ans selon nos données, est légèrement inférieure à celle avancée par LEPAGE (1984) : 20-25 ans, pour les nids de *Macrotermes bellicosus* dans le nord-est de la Côte d'Ivoire, sous une pluviométrie moins élevée (1100 mm/an) et par BONELL, COVENTRY et HOLT (1986) : 30 ans pour les termitières d'*Amitermes vitiosus*, en Australie sous 620 mm/an. L'agressivité du climat de Booro-Boorotou serait en partie responsable du faible taux de calies abandonnées par rapport aux calies habitées.

• Conséquences sur l'hydrodynamique et l'érosion.

Les activités de construction et de récolte des *Trinervitermes* entraînent des différenciations latérales d'état de surface qui se traduisent par des variations très marquées du pédoclimat. Une telle distribution en taches pelliculaires très peu perméables, entourées de zones enherbées plus sableuses et plus poreuses n'est pas sans rappeler celle que l'on observe en zone sahélienne (CHEVALLIER et VALENTIN, 1985). Au contraire de ce qui a été observé dans le

désert de Chihuahua, au Mexique, pour des termites hypogés (ELKINS *et al.* 1986), les *Trinervitermes* ne semblent pas favoriser l'infiltration : les sols étudiés, pourtant très sableux, présentent localement une infiltrabilité très réduite, ce qui n'est pas sans conséquence sur l'érosion en nappe.

RÉSUMÉ

Sur un petit bassin versant du nord-ouest de la Côte d'Ivoire, les termitières de *Trinervitermes* se localisent de préférence dans les zones à faible couvert herbacé, où les pellicules à la surface du sol, les indices de ruissellement et d'érosion sont les plus nombreux. La dynamique de ces états de surface suit un cycle saisonnier dans lequel le maximum d'extension des auréoles pelliculaires autour des calies se manifeste en début de saison des pluies. Elle obéit également au cycle d'édification puis d'érosion des termitières. L'utilisation de la simulation de pluies a permis de vérifier qu'aux différenciations latérales des surfaces correspondaient d'importantes différences de ruissellement et de détachabilité. Au vu des résultats, il semble que les *Trinervitermes* ont tendance à dégrader la surface des sols.

ABSTRACT

Relationships between termite mounds of *Trinervitermes* and soil surface: rearrangement, runoff and erosion

In a small watershed of northwestern Ivory Coast, the termite mounds of *Trinervitermes* develop mainly in the zones with scanty grass cover, sealed soil surface and numerous marks of runoff and erosion. The variations of such soil surface features depend on a seasonal cycle in which the maximum development of the sealed rings surrounding the mounds is observed at the onset of the rainy season. Furthermore, they are related to the stages of building and destruction by erosion of the mounds. As assessed by rainfall simulation tests, great differences in runoff and detachability occur among these laterally differentiated surfaces. The results suggest that *Trinervitermes* may foster land degradation.

BIBLIOGRAPHIE

- ASSELIN (J.) & VALENTIN (C.), 1978. — Construction et mise au point d'un infiltromètre à aspersion. *Cah. ORSTOM, sér. Hydrol.*, **15**: 321-349.
- BONELL (M.), COVENTRY (R. J.) & HOLT (J. A.), 1986. — Erosion of termite mounds under natural rainfall in semiarid tropical northeastern Australia. *CATENA*, **13**: 11-28.
- BROU (K.), 1985. — *Analyse et traitement des observations des postes pluviométriques de Touba et de Bouana*. ORSTOM, Adiopodoumé, 27 p. multigr.
- CASNAVE (A.), GUIGUEN (N.) & SIMON (J. M.), 1982. — Étude des crues décennales des petits bassins versants forestiers en Afrique Tropicale. *Cah. ORSTOM, sér. Hydrol.*, **19**: 229-252.
- CHEVALIER (P.), 1983. — L'indice des précipitations antérieures. Évaluation de l'humectation des sols des bassins versants représentatifs. *Cah. ORSTOM, sér. Hydrol.*, **20**: 179-190.

- CHEVALLIER (P.) & VALENTIN (C.), 1985. — Influence des micro-organisations pelliculaires superficielles sur l'infiltrabilité d'un type de sol sahélien. *Bull. G.F.H.N.*, **17**: 9-22.
- ELKINS (N. Z.), SABOL (G. V.), WARDT (T. J.) & WHITFORD (W. G.), 1986. — The influence of subterranean termites on the hydrological characteristics of a Chihuahan desert ecosystem. *Oecologia (Berlin)*, **68**: 521-528.
- JANEAU (J. L.), 1985. — Dispositif de prise de vues à la verticale. *Gouttes et Splash (Abidjan)*, **2**: 17-18.
- JOSENS (G.), 1972. — *Études biologiques et écologiques des termites (Isoptera) de la savane de Lamto-Pakobo (Côte d'Ivoire)*. Thèse Fac. de Sciences, Université Libre de Bruxelles, 262 p.
- LEE (K. E.) & WOOD (T. G.), 1971. — Physical and chemical effects on soils of some Australian termites, and their pedological significance. *Pedobiologia*, **11**, S: 376-409.
- LEPAGE (M.), 1984. — Distribution, density and evolution of *Macrotermes bellicosus* nests (Isoptera: Macrotermitinae) in the north-east of Ivory Coast. *J. of An. Ecol.*, **53**: 107-117.
- LEPAGE (M.) & TANO (Y.), 1986. — Les termitières épigées d'un bassin versant en zone soudanienne : premiers résultats obtenus. *Actes Coll. Insectes Sociaux*, **3**: 133-142.
- LÉVÊQUE (A.), 1979. — *Pédogenèse sur le socle granito-gneissique du Togo. Différenciation des sols et remaniements superficiels*. Thèse Sci. Strasbourg, 1975, Trav. et Doc. ORSTOM, n° 108, 224 p.
- PLANCHON (O.), FRITSCH (E.) & VALENTIN (C.). — Rill development in a wet savannah environment. CATENA suppl.: Geomorphological Significance of Rill Development (à paraître).