

Mise au point sur l'action des termites dans les sols

par G. BACHELIER

S.S.C.-ORSTOM

70-74, route d'Aulnay, 93140 Bondy

SOMMAIRE

Les termites, particulièrement nombreux et diversifiés dans les régions chaudes du globe, édifient des nids de nature et d'aspect très divers. En plus de leurs besoins alimentaires importants, les termites ont des besoins en eau et en matériaux fins de type argileux. Ils consomment une grande part de la productivité végétale, mais ils favorisent plus souvent la minéralisation des débris végétaux que leur humification.

Les termites à grosses termitières épigées, par leurs remontées souvent spectaculaires de matériaux profonds, influencent fortement la morphologie des profils pédologiques. Leurs galeries modifient le régime air-eau des sols. Les propriétés physiques des termitières dépendent de leur régime hydrique et de leur teneur en matières organiques. Les remontées de matériaux et les apports alimentaires déterminent un enrichissement chimique des termitières : bases échangeables et éléments totaux. Une évaporation plus forte des solutions du sol, avec reprise éventuelle de certains éléments chimiques, peut expliquer les nodules de calcaire et les accumulations de sels solubles qui y sont parfois observés.

L'action des petites termitières souterraines est beaucoup plus limitée.

La technique de mise en valeur des sols à termitières dépend du contexte écologique local.

I. LOCALISATION ET ORGANISATION DES TERMITIERES.

Les termites qui sont des Isoptères, se rencontrent pour l'essentiel dans les régions chaudes du globe, mais certaines espèces peuvent vivre en régions tempérées et même froides : *Reticulitermes lucifugus-flavipes* vit, par exemple, fort bien à Paris, et *Archotermopsis wroughtoni* demeure dans les troncs de pin sur les pentes de l'Himalaya, à 2.700 mètres d'altitude. Nous n'envisagerons toutefois ici que l'action des termites dans les régions tropicales et intertropicales, leur vrai domaine.

Ils y sont en effet pratiquement partout présents en grand nombre. Après les études de GRASSE (1949, 1950) ou de GRASSE et NOIROT (1949, 1957, 1959), MALDAGUE (1964) a étudié les termites et leur action dans la cuvette congolaise, SANDS (1965) dans le Nord du Nigéria, BODOT (1967) en Côte d'Ivoire, LEE et WOOD (1971 a, 1971 b) dans les forêts australiennes et en Afrique, LEPAGE (1972) dans la savane sahélienne du Ferlo septentrional au Sénégal, JOSENS et CORVEAULE (1973) et JOSENS (1974) dans les savanes oubanguiennes de la République centrafricaine, GOFFINET (1975) au Zaïre, etc...

Selon les lieux, on trouve une moyenne de quelques centaines à quelques millions de termites au mètre carré, avec un regroupement des populations au sein des termitières.

Tous ceux qui ont vécu dans les régions tropicales et intertropicales savent que les termites correspondent à un groupe d'insectes très diversifié et qu'ils édifient des nids fort variés. Ils savent aussi qu'au sein de chaque termitière vivent des individus qui, tout en étant de la même espèce, offrent des morphologies bien différentes, car n'appartenant pas à la même caste ou à la même sous-caste. Il existe ainsi des ouvriers, des soldats, des sexués adultes, qui sont les seuls à posséder des ailes, et des formes néoténiques, sexués de remplacement appelés si nécessaire à fournir une nouvelle reine ou un nouveau roi.

Les nids des termites sont d'aspect très divers. Certains termites demeurent dans les bois secs ou dans les bois en décomposition. D'autres édifient en forêt des nids en argile ou en carton stercoral sur les troncs d'arbres, nids en boule ou en larmiers. Il en est qui édifient de petites termitières globuleuses souterraines dans les savanes. Quelques-uns bâtissent des termitières recouvrant le sol d'un vaste placage à excroissance. Plus connus sont ceux qui construisent des termitières épigées en forme de champignon à un ou plusieurs chapeaux, et surtout ceux qui érigent de grandes constructions hautes de plusieurs mètres, termitières dites « en dôme » ou « en cathédrale ».

Les spectaculaires et récents progrès de l'Ecologie chimique, en nous aidant à comprendre la nature des communications dans le monde des insectes, nous ont permis de mieux saisir le mécanisme de l'organisation sociale des termites et le bon fonctionnement de ces grosses termitières qui peuvent renfermer jusqu'à 2 millions d'individus.

NOIROT (1969) a fait une distinction importante entre les constructions résultant d'une addition continue de matériaux, comme c'est le cas pour les termitières de **Cubitermes**, et les constructions résultant d'une réorganisation permanente des matériaux, comme c'est le cas pour les termitières de **Macrotermitinae**. Ici, la termitière, d'abord souterraine, finit par être épigée en conservant le même plan d'organisation tout au long de son développement.

Selon les espèces, les termitières demeurent en vie de 10 à 100 ans.

Tous les termites ont une action plus ou moins importante dans la dégradation et l'humification des matériaux végétaux dont ils se nourrissent, mais ce sont les termites à grosses termitières épigées qui influencent le plus la genèse et la dynamique des sols.

Ces termitières géantes sont construites avec un mortier constitué d'éléments argileux imbibés de salive et chargés de sable fin ou moyen (quartz, microconcrétions ferrugineuses ou pseudosables). L'importance des matériaux grossiers varie selon la partie du nid considéré. Les murailles de ces termitières ont ainsi une texture plus sableuse que les diverses zones de l'habitable, et notamment que la loge royale toujours très argileuse. LEE et WOOD (1971 b) indiquent que, parmi les termites à grosses termitières épigées, ce sont les **Macrotermitinae**, représentés principalement en Afrique, qui incorporent le moins d'excreta dans leurs matériaux de construction. Les autres termites, et notamment les termites australiens, en incorporent davantage et édifient donc des termitières plus organiques. Les termites australiens auraient également une alimentation moins spécialisée que les termites africains et deviendraient facilement humivores à certains moments.

Là où elles existent, les grosses termitières épigées représentent par elles-mêmes plusieurs dizaines de tonnes de matériaux à l'hectare.

II. — BESOINS DES TERMITES.

Les termites ont besoin de ressources alimentaires suffisantes, mais aussi d'eau et de matériaux argileux.

Très susceptibles à la dessiccation, les termites doivent vivre dans une atmosphère constamment humide ; l'eau leur est nécessaire pour élaborer leur salive qui, chez eux, joue un grand rôle.

Les termites utilisent non seulement l'eau de leurs aliments et l'eau susceptible de s'accumuler en saison des pluies dans la partie d'affouillement de certaines termitières

(BOYER, 1969, 1973), mais aussi l'eau qu'ils descendent chercher à plusieurs mètres de profondeur et éventuellement l'eau métabolique résultant de la décomposition des glucides.

Il a été observé des termites qui descendent chercher de l'eau à 10 mètres, 30 mètres, et même, dans le Nord du Sénégal, à 45 et 55 mètres (LEPAGE, MOREL et RESPLENDINO, 1974). Quant à l'eau d'origine métabolique, STRUTHERS (1970), cité par WATSON (1974), a montré, sur un groupe de *Macrotermes falciger* ouvriers, qu'à 30 °C une colonie d'un million de termites peut produire environ 4 litres d'eau en une semaine par oxydation du glucose dérivé des glucides supérieurs ; or, l'exportation d'eau dans une colonie de *M. natalensis* est de 5 à 6 litres par semaine. L'eau d'origine métabolique pourrait donc être pour les termites une ressource importante, mais seulement suppléante et très temporaire, en cas de grande sécheresse et d'épuisement momentané des nappes.

Certaines termitières, comme celles des *Cubitermes* humivores ou des *Trinervitermes* moissonneurs ont des besoins en eau limités, alors que les grosses termitières de *Bellicositermes* peuvent renfermer, pour une construction épigée de 2 mètres cubes, jusqu'à 200 litres d'eau disponible (BODOT, 1967).

BOCQUIER (1973) a trouvé au Tchad une corrélation étroite entre la localisation des termitières de *Macrotermes* et l'hydromorphie des sols : les hauteurs entourées de sols engorgés possèdent toutes une ceinture de termitières. Dans la zone sahélienne sénégalaise, LEPAGE (1974) a aussi constaté que la diminution des précipitations, qui s'est manifestée de 1969 à 1973, avait entraîné de fortes modifications dans la répartition des espèces et les effectifs des diverses populations.

En plus de l'eau, de très nombreux termites ont besoin de matériaux fins de type argileux pour l'édification de leurs nids. Dans les sols sableux, les termites doivent parfois aller chercher loin ou profondément ces matériaux argileux qui leur sont nécessaires et dont l'absence peut limiter les populations. BOYER (1973) a cependant montré que des *Bellicositermes bellicosus rex* peuvent, par broyage et trituration salivaire, fabriquer des argiles de type illite à partir des micas.

Ces quelques rappels bioécologiques succincts devraient nous permettre de mieux comprendre maintenant l'action des termites dans la pédogénèse et la dynamique des sols.

III. — ACTION DES TERMITES DANS LA DESTRUCTION ET L'HUMIFICATION DES DEBRIS VEGETAUX.

Les termites consomment une grande part de la productivité végétale. MALDAGUE (1964) estime que dans la forêt de la cuvette centrale congolaise, les termites consomment environ la moitié de l'apport végétal au sol. LEE et WOOD (1971 b) ramènent cette consommation à 35 %. LEPAGE (1972), dans une savane sahélienne du Ferlo septentrional (Sénégal), estime que *Bellicositermes bellicosus* à lui seul peut consommer 5,4 % de l'herbe produite, et jusqu'à 49 % dans les dépressions plus humides. Il faut préciser que dans ce dernier exemple existent, à côté de *B. bellicosus*, vingt autres espèces de termites herbivores, lignivores ou humivores.

Le coefficient d'assimilabilité des termites est élevé et les matériaux végétaux ingérés se trouvent fortement dégradés. Certains auteurs, dont BOYER, pensent toutefois que les excréments des termites, peu après leur émission, subissent une minéralisation rapide sous l'action de la microflore, et que le coefficient d'assimilabilité des termites est généralement surestimé. Le résultat, quoi qu'il en soit, conduit à une forte minéralisation des matériaux végétaux ingérés par les termites.

Les termites du bois (*Kalotermitidae*, *Termopsidae*) possèdent pour la digestion de la cellulose des Protozoaires multiflagellés dans leur panse rectale. Les *Termitidae*, c'est-à-dire les 3/4 des Isoptères décrits et plus des 9/10 des termites africains, possèdent des bactéries cellulolytiques dans leur intestin postérieur. Certains de ces termites, dits « champignonnistes » confectionnent des meules de débris végétaux au sein de leur nid et y cultivent, ou y laissent pousser, certains champignons bien définis. Ces champignons dégradent la lignine et démasquent la cellulose ultérieurement utilisée par les bactéries cellulolytiques intestinales. On a là une double symbiose qui a été étudiée par GRASSE (1959), mais dont l'importance a peut-être été surestimée et qui mériterait de faire l'objet d'études plus approfondies.

Le résultat de cette dégradation très poussée des matériaux végétaux ingérés par les termites conduit plus à leur minéralisation qu'à leur humification. Par exemple, dans

les aires de parcage du bétail sur les sols rouges ferrallitiques, les bouses de vache sèches sont vidées intérieurement par les termites et la terre rouge sous-jacente à ces bouses ne se trouve pratiquement pas enrichie en acides humiques.

Il nous faut remarquer à ce sujet deux faits : Premièrement, les termites agissent dans un contexte climatique, microbien et souvent pédologique (pauvreté chimique des sols, par exemple) qui va dans le sens de la minéralisation des matières organiques et non de leur humification : les acides fulviques prédominent ainsi généralement sur les acides humiques. Deuxièmement, là où les termites incorporent des matières stercorales, leurs excréments ou des matériaux végétaux plus ou moins évolués à leurs constructions, celles-ci peuvent être légèrement plus humiques que les sols voisins et, d'une manière générale, possèdent des teneurs en carbone et en azote plus élevées.

BOYER (1956 a) a ainsi trouvé qu'en République centrafricaine les termitières de *Thoracotermes* sont plus organiques que les termitières de *Bellicositermes*, or les *Thoracotermes* sont des termites humivores forestiers incorporant des matières stercorales aux boulettes de construction de leurs termitières. Ce même auteur a d'ailleurs observé que les abords des termitières « humivores » en Afrique sont souvent plus humiques que la surface des sols voisins (BOYER, 1971).

STOOPS (1964) note aussi une augmentation considérable de la matière organique dans les termitières de *Cubitermes sankurensis* et *C. species* ; or, les *Cubitermes* édifient leurs termitières en y incluant des excréments et très peu de salive. Une étude sur *Cubitermes fungifaber* a également été faite par NOIROT et NOIROT-TIMOTHEE (1962).

LEE et WOOD (1968, 1971 a, 1971 b) ont enfin montré qu'en Australie, où la plupart des termites à grosses termitières incorporent largement excréments et débris végétaux dans leurs constructions, le carbone, l'azote et le rapport C/N y apparaissent plus élevés que dans les sols voisins. Les Termites australiens qui se nourrissent d'herbes ont un rapport C/N de leurs termitières 0,8 à 2 fois plus élevé que celui des sols voisins et les termites qui se nourrissent de bois un rapport C/N de leurs termitières 1,2 à 2,7 fois plus élevé.

Les nids en carton stercoral renferment, pour leur part, une forte proportion de composés de nature humique ou préhumique avec abondance de lignine (LEE et WOOD, 1971 b).

Signalons encore que GILLMAN, JEFFERIES et RICHARDS (1972) ont mis en évidence dans une termitière de *Coptotermes acinaciformis* une glycoprotéine jouant un rôle adhésif et probablement issue d'une excrétion de l'insecte. Dans de nombreuses régions, les termitières broyées sont d'ailleurs utilisées comme matériau de pisé. BOYER (1975 b) juge cependant que le mucus et les protéines peptisantes de l'argile n'ont qu'une action temporaire, par suite de leur décomposition chimique et bactériologique rapide. De nouvelles études seraient certainement à faire à ce sujet.

IV. — ACTION DES TERMITES SUR LA MORPHOLOGIE DES SOLS.

L'action des termites sur la morphologie des sols est connue par les remontées spectaculaires de matériaux qu'effectuent certains de ces insectes, les enrichissements chimiques qui en découlent et les recouvrements auxquels ils ont pu donner lieu.

Tous les auteurs s'accordent en effet à reconnaître que les matériaux de construction des grosses termitières épigées proviennent pour l'essentiel des horizons profonds du sol (HARRIS, 1954 ; HESSE, 1955 ; NYE, 1955 ; BOYER, 1958 a, etc.). Les termites qui les édifient, tout en fouissant profondément le sol sous leur nid, remontent les matériaux dont ils ont besoin et qu'ils sont susceptibles de transporter. La très grosse majorité des particules incluses dans ces termitières épigées est par suite inférieure à 2 millimètres et, pour les Macrotermitinae, une chute brutale des particules supérieures à 0,5 mm se manifeste dans l'habitable au profit d'un apport plus argileux, issu des horizons profonds du sol.

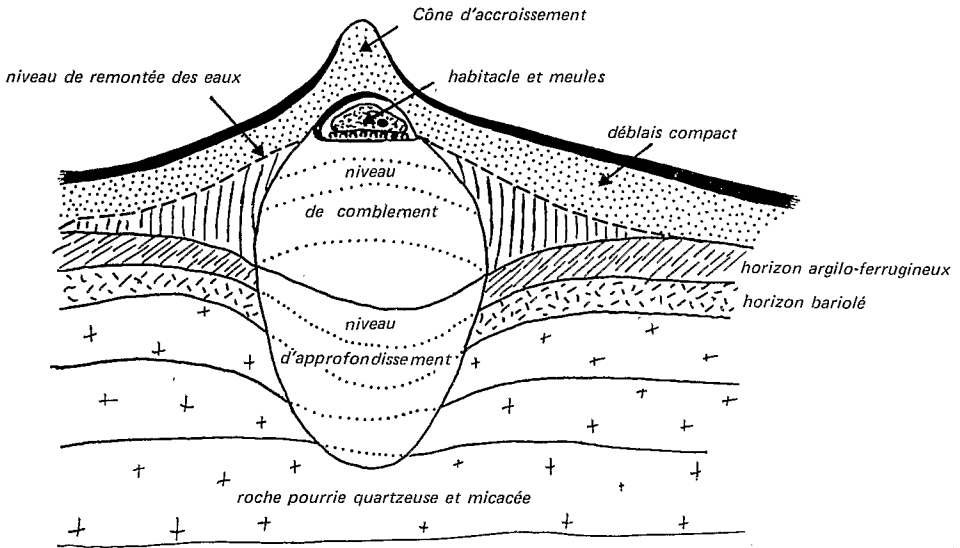
BOCQUIER (1973) a ainsi observé dans des toposéquences de sols tchadiens que des *Bellicositermes* avaient édifié leurs termitières avec des matériaux remontés de 2,5 à 3 mètres de profondeur. Une termitière renfermait notamment de la montmorillonite, alors que le sol sous-jacent ne renfermait jusqu'à 3 mètres que des argiles de type kaolinite, illites et interstratifiés.

Dans ses études des termitières de *Bellicositermes bellicosus rex*, BOYER (1973) a très clairement montré que les termites par leurs prélèvements en profondeur déterminent

ACTION DES TERMITES

sous le nid une zone d'approfondissement très poreuse dans laquelle viennent s'incurver par effondrement les horizons voisins, et s'y accumuler les eaux des nappes temporaires et du lessivage oblique. Au dessus de cette zone d'approfondissement, se situe un niveau de comblement surmonté par l'habitable et les chambres à meules, puis le cône d'accroissement. Tout autour de ce cône s'étalent en pente douce les déblais du tumulus sur lesquels a pu se former un horizon organique. Le niveau de remontée des eaux suit intérieurement l'incurvation de la termitière (figure 1).

Par contre, pour les petites termitières plus ou moins hypogées, les matériaux de construction sont généralement issus des horizons supérieurs du sol.



Roche pourrie quartzeuse et micacée : quartzose and micaceous saprolite.

Niveau d'approfondissement : deepening level.

Niveau de comblement : filling in level.

Habitable et meules : habitation and fungus gardens.

Cône d'accroissement : growing cone.

Déblais compacts : compact spoils.

Horizon argilo-ferrugineux : clay-ferruginous horizon.

Horizon bariolé : mottled horizon.

Niveau de remontée des eaux : water ascent level.

FIGURE I. — Schéma d'une termitière de *Bellicositermes bellicosus rex*
Echelle au 1/400^e

Sur une assez longue période, les remontées d'éléments fins effectuées par les termites, la descente conjointe des éléments grossiers, l'érosion des termitières et l'étalement de leurs matériaux contribuent à déterminer une granulométrie caractéristique des profils pédologiques et peuvent éventuellement aboutir au recouvrement d'anciennes surfaces pierreuses ou gravillonaires. Ceci, compte tenu du rôle protecteur plus ou moins important qu'a pu jouer la végétation dans le passé.

BOYER (1975 a, 1975 b) a ainsi observé en République centrafricaine que, par le jeu de l'érosion, les matériaux arrachés aux termitières forment des déblais importants au pied des édifices, puis des nappes de recouvrement pauvres en sables grossiers et en éléments supérieurs à 2 millimètres.

LEVEQUE (1975), étudiant les sols formés sur le socle grano-gneissique du Togo, a aussi constaté une nette dominance des sables moyens (60-80 microns à 300-400 microns) dans les horizons superficiels et une dominance des sables grossiers et très fins plus en profondeur, vers 50 centimètres à 2 mètres. D'après cet auteur, les sables fins constamment repris pour la construction des termitières sont apportés en surface, tandis que les sables grossiers se trouvent progressivement enterrés. De plus, l'exposition

des termitières au ruissellement des pluies aboutit à favoriser superficiellement l'érosion des fractions les plus ténues, encore que les remontées d'argile effectuées par les termites en compensent fortement l'élluviation superficielle.

De nombreuses surfaces pierreuses ou gravillonnaires résultant d'anciennes périodes d'érosion, ou des nappes de gravats résultant d'apports colluviaux, se sont trouvées en Afrique enterrées sous les remontées biologiques. Tous les lits de cailloux, communs dans les sols africains, ne sont évidemment pas le résultat d'un tel processus. De nombreuses autres hypothèses ont été avancées pour en expliquer le recouvrement (BACHELIER et LAPLANTE, 1954 ; SEGALIN, 1969 ; COLLINET, 1969 ; LEVEQUE, 1969 ; RIQUIER, 1969 ; GRAS, 1970, etc.). Peut-être d'ailleurs toutes ces hypothèses sont-elles valables et ne dépendent-elles que des circonstances, mais l'on ne peut nier pour autant l'importance des remontées biologiques effectuées essentiellement en Afrique par les termites et les fourmis, les populations de vers de terre n'y étant que très localement dominantes.

BOYER (1969) estime que dans les savanes de la République centrafricaine les termitières de *Bellicositermes bellicosus rex* peuvent déterminer un recouvrement de 37 à 40 centimètres en 10 ans et les termitières de *B. natalensis* un recouvrement de 8 à 9 centimètres, compte tenu d'une érosion qui ne ferait qu'étaler les matériaux.

Par contre, LEE et WOOD (1971 a), en Australie, ont calculé que l'érosion des diverses termitières, en négligeant les pertes par érosion de nappe ou érosion éolienne, ne permettait sur ce continent que la formation d'un horizon superficiel épais de 10 centimètres en 250 à 1.250 ans, selon les lieux et les populations de termites.

MALDAGUE (1961) estime qu'au Zaïre la position des industries mésolithiques dans les sols s'accorde bien avec la vitesse de recouvrement déduite de la densité des termitières actuelles. DE PLOEY (1964) pense que les dépôts de la couverture pourraient s'élever à quelque 10.000 ans, date du début de la période humide actuelle succédant à une période subaride. Des formations superficielles anciennes ont d'ailleurs parfois été rapportées à l'action des termites, au Brésil notamment (TRICART, 1957 ; TALTASSE, 1957).

Comme l'écrivait GRASSE : « Sur des surfaces plusieurs fois égales à celle de la France, le sol en Afrique a été remanié, imbibé de salive et travaillé par les termites. » Il en est de même dans les autres régions tropicales.

Nous ne pouvons enfin passer sous silence l'origine termitique possible de certaines cuirasses ferrugineuses qui a été fort discutée ces quarante dernières années. Cette origine a d'abord été suggérée par NAZAROFF et BURR (1931) pour certaines cuirasses très vacuolaires d'Angola, puis défendue par de nombreux auteurs, dont principalement ERHART (1951 a, 1951 b, 1953, 1956). Il a été montré par GRASSE et NOIROT (1959) que les termites ne pouvaient pas être directement responsables de ces cuirasses dites termitiques, mais il se peut que localement, et dans certains cas précis de cuirassement, les termitières existantes se trouvent fossilisées, par exemple dans les formations de cuirasses de talweg ou de fonds de vallées résultant d'un apport important d'hydroxydes de fer. C'est à cette conclusion qu'était déjà arrivé TEISSIER en 1959 pour les termitières fossiles de la latérite du Cap Manuel à Dakar et à laquelle souscrivent maintenant de nombreux auteurs, dont YAKUSHEV (1968).

BOYER (1975 b) a toutefois observé dans les savanes oubanguiennes de la République centrafricaine le cas de termites qui, pour leurs constructions, remontent de la profondeur de sols ferrallitiques de l'argile bariolée ; celle-ci se pectise et durcit dans les termitières en les indurant fortement.

V. — ACTION DES TERMITES SUR LES PROPRIETES PHYSIQUES DES SOLS.

L'action des termites sur les caractéristiques physiques des sols dépend beaucoup des espèces et s'avère plus particulièrement intéressante en ce qui concerne l'eau.

Les galeries des termites souterrains, comme celles des vers, facilitent la pénétration de l'eau et de l'air dans les sols ; souvent très denses, ces galeries contribuent à freiner l'érosion. Par contre, les grosses termitières épigées des Macrotermitinae sont pratiquement imperméables et une forte érosion peut se manifester entre elles. Certains *Odontotermes* construisent aussi à fleur de terre de vastes placages beaucoup moins perméables

que la surface libre du sol (GRASSE et NOIROT, 1959). A l'opposé, les nids à excroissances en cratères de certains **Protermes** et autres **Odontotermes** favorisent l'évacuation en profondeur des eaux de pluie.

BOYER (1969, 1973, 1975 a-b), étudiant l'hydrologie des grosses termitières de **Bellicositermes bellicosus rex**, a observé qu'en saison des pluies, la cuvette sous-termitique est remplie par les eaux d'infiltration, les eaux qui s'écoulent obliquement au-dessus des horizons les moins perméables (tel l'horizon d'accumulation des hydroxydes), et les eaux des nappes du sol qui, en charge sous les horizons imperméables, peuvent éventuellement remonter dans la cuvette sous-termitique de la zone d'affouillement.

Vers la fin de la saison des pluies, les galeries de ces termitières se colmatent, le fond de la cuvette devient ainsi imperméable et emprisonne l'eau en créant dans la termitière une petite nappe d'engorgement hydrique, perchée et temporaire.

Pendant la saison sèche, cette réserve d'eau s'évapore lentement au niveau d'une frange capillaire, très développée étant donnée la microporosité des matériaux. Les éléments tenus en dissolution dans cette eau peuvent alors précipiter sur place en enrichissant la termitière et le sol avoisinant.

BOYER a observé des mouvements hydriques identiques mais plus réduits sous la termitière de **Bellicositermes natalensis**.

WATSON (1969) étudiant avec un traceur radioactif (Cr^{51}) le mouvement de l'eau dans deux termitières de Rhodésie (**Odontotermes badius** et **Macrotermes bellicosus**), a observé que ces termitières étaient soumises à un lessivage plus faible que le sol environnant. Cet auteur a calculé que si le calcium et le magnésium des carbonates libres présents dans ces termitières dérivent uniquement de la nappe d'eau, le processus d'accumulation aurait pris 5.000 ans, compte tenu de la teneur de l'eau en ces éléments. Or, les termitières en Afrique centrale ont moins de 700 ans. Il y a donc remise en solution d'éléments apportés par les remontées de sol et les matières organiques des meules et des excréments.

Récemment, BRUNEAU de MIRE (1975) a émis l'hypothèse que la formation des sols stériles, dits « hardé » du Nord-Cameroun (sols voisins des solonetz solodisés) résulterait, au moins dans certains cas, d'une cimentation due aux termites et aggravée par l'action anthropique. Nous nous demandons si ce n'est pas plutôt les termitières qui, par elles-mêmes, feraient « effet de mèche » pour les alcalins et les carbonates de calcium et de magnésium, ce qui expliquerait aussi bien la position des termitières au centre des « hardé ». Ceux-ci forment au milieu de la brousse épineuse non seulement des taches stériles mais aussi des bandes longitudinales plus ou moins liées aux microreliefs.

Enfin, pour ce qui est de la stabilité structurale des matériaux de termitières, il semble bien exister une corrélation entre la proportion de matières organiques incluses dans ces matériaux et leur résistance à la dispersion. De toute manière, à leur mort, les grosses termitières épigées s'affaissent rapidement et toute architecture interne disparaît.

VI. — ACTION DES TERMITES SUR LES PROPRIETES CHIMIQUES DES SOLS.

L'action des termites sur les caractéristiques chimiques des sols correspond essentiellement à l'enrichissement chimique des termitières, puis des horizons de surface, après érosion des termitières et étalement des matériaux. Cet enrichissement chimique des termitières est non seulement la conséquence des remontées, mais aussi celle des apports hydriques et de l'incorporation des excréments. Le broyage et la trituration par les ouvriers de matériaux plus ou moins altérés, prélevés en profondeur, peut aussi contribuer à la libération de certains éléments et parfois, à partir des micas, à la synthèse d'illites. Nombreux sont les travaux qui ont montré un enrichissement des grosses termitières épigées en bases totales, en bases échangeables et, dans certains cas, en calcaire et en sels solubles.

BOYER (1956 b) a ainsi trouvé en République centrafricaine que dans les termitières de **Bellicositermes rex** les bases totales (Ca, Mg, K et Na) augmentaient en passant du sol en place à la péricécie (zone d'environnement de la termitière), puis à la muraille et à l'habitacle. Les teneurs en sodium sont notamment très élevées dans l'habitacle et paraissent liées aux apports de salive des termites. Les teneurs en bases des meules sont voisines de celles des matériaux végétaux qui les composent.

WATSON (1970) a observé que dans les sables du Kalahari en Rhodésie, les termites remontaient du zinc et, à un degré moindre, de l'argent, de l'or, du molybdène et du plomb d'un horizon d'accumulation sis à 3 mètres de profondeur. En un endroit, les termites auraient même remonté de l'or de 23 mètres de profondeur, les galeries des termites descendant jusqu'à la nappe aquifère sise à 27 mètres (WATSON, 1972).

STOOPS (1964), sur les plateaux Batéké au Zaïre, a noté une augmentation importante du calcium, du potassium et du fer libre dans les termitières de **Cubitermes**.

En ce qui concerne les bases échangeables, il existe dans les matériaux des termitières un accroissement de la capacité de fixation des cations (T) qui est lié à leur plus grande teneur en éléments argileux, mais comme l'accroissement de la somme des cations échangeables (S) y est habituellement supérieur à celui de la capacité de fixation, le rapport S/T des matériaux des termitières s'y trouve normalement plus élevé que dans le sol.

Cette plus grande richesse des termitières épigées en bases échangeables a été constatée par SYS (1957) et STOOPS (1964) au Zaïre, par GOODLAND (1965) en Guyanne britannique, par THORP (1967) en Thaïlande et par BOYER (1969) en République centrafricaine.

LEE et WOOD (1971 b) ont calculé que dans la savane tropicale australienne près de Darwin, les grosses termitières à *Nasutitermes triodiae* représentent 2% du poids total de l'ensemble « termitières + horizon Al (0-8 cm) », mais qu'elles renferment jusqu'à 9,6% du carbone total, 5,3% de l'azote total, 5% du phosphore total, 11,6% du calcium total, 6,4% du potassium total, 9,1% du calcium échangeable, 13,1% du potassium échangeable, 2,7% du sodium échangeable et pas moins de 22% du magnésium échangeable.

On a dans le paysage une concentration des éléments chimiques au sein des termitières.

En ce qui concerne le calcaire, il a plusieurs fois été trouvé des horizons de nodules de carbonate de calcium dans la profondeur des grosses termitières épigées, et cela même dans le contexte de sols ferrallitiques acides et remarquablement peu calciques (GRIFFITH, 1938; PENDLETON, 1941; MILNE, 1947; NYE, 1955; SYS, 1957; BOYER, 1959). Dans des régions généralement plus sèches, d'autres auteurs ont trouvé des accumulations de sels solubles déterminant parfois même le léchage des termitières par le bétail (WATSON, 1962 en Rhodésie; ROONWAL, 1975 aux Indes). KOSLOVA (1951), dans des termitières des steppes d'Asie centrale, a trouvé des accumulations de nitrates.

Comme l'a montré BOYER (1959, 1973, 1975), il apparaît que les nodules calcaires, éventuellement présents dans la profondeur des grosses termitières, doivent résulter de l'évaporation en saison sèche de l'engorgement saisonnier des horizons de la cuvette sous-termitique, compte tenu des dissolutions qui ont pu s'y produire. Pour les accumulations de sels solubles observées dans des régions plus sèches, il s'agit vraisemblablement, et plus simplement, d'une simple évaporation des solutions du sol au sein des termitières.

La plus grande richesse chimique des termitières, leur pH généralement moins acide et la fréquence des remaniements avec apport de salive, qui s'y manifestent, paraissent freiner les processus de ferrallitisation; le rapport $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ y est souvent plus élevé que dans le sol voisin, mais de la silice libre peut y être apportée par les eaux, alors que les entraînements s'y trouvent supprimés.

Le milieu des termitières est peu agressif. Les illites issues des micas ne s'y kaolinisent pas et la montmorillonite a été parfois trouvée en petites quantités au sein des grosses termitières épigées, sans que les remontées ou les apports puissent en expliquer la présence. Il s'agit vraisemblablement là d'un minéral de transition dont l'évolution s'est trouvée stoppée dans le milieu conservateur de la termitière. BOYER (1965) a aussi trouvé dans les termitières de *Bellicositermes bellicosus rex* des néoformations d'illite, d'halloysite et de métahalloysite, de gibbsite et de boehmite.

Preuve macabre du pouvoir conservateur des termitières, WATSON (1967) a découvert en Rhodésie dans un ancien cimetière des termitières fossiles où des squelettes humains vieux de 700 ans s'étaient conservés, alors qu'ils avaient disparus dans les sols voisins. En fait, on sait que nombre de populations africaines enterrent de préférence leurs morts dans les termitières, précisément parce qu'ils s'y conservent mieux.

L'action des termites à termitières souterraines ou faiblement épigées sur la chimie des sols apparaît beaucoup plus limitée, étant donné l'origine généralement superficielle des matériaux travaillés par ces insectes.

Du point de vue microbiologique, nous dirons simplement que les matériaux des termitières, quand ils sont en conditions favorables, présentent une activité biologique globale supérieure à celle des sols voisins; la fixation d'azote y est notamment meilleure tout au moins quand les oligo-éléments nécessaires y sont présents.

VII. — CONCLUSION.

En pratique, il importe peu pour les plantations que les termitières hypogées viennent à être mélangées à l'horizon supérieur des sols au cours des travaux culturaux, étant donné l'origine superficielle des matériaux qui constituent ces termitières. Ceci, pour autant que les termites à nids hypogés ne soient pas prédateurs des cultures. Si tel est le cas, reste, avant d'essayer de lutter contre eux, à voir si leur action prédatrice ne vient pas d'un manque de débris végétaux plus couramment attaqués, auquel cas les cultures en bandes alternées peuvent être à essayer.

Pour les grosses termitières épigées, des bases totales et échangeables plus abondantes, une granulométrie plus fine, un pH plus proche de la neutralité et un milieu biologique plus favorable laissent prévoir moins de carences et une nutrition minérale des plantes plus satisfaisante. Mais, on a aussi une faible porosité des murs de la termitière et, surtout en Afrique, une possible pauvreté en matières organiques.

Araser les termitières revient à étendre un horizon profond sur un horizon de surface, ce qui, dans le contexte écologique de nombreux sols tropicaux et équatoriaux particulièrement pauvres n'est pas obligatoirement à déconseiller. Les graminées (notamment les *Hyparrhenia*) et de nombreuses cultures poussent mieux sur les matériaux de termitières que sur les sols voisins.

SYS (1957), comparant des terres rouges où les termitières avaient été arasées à des terres rouges où elles avaient été simplement arrondies, a jugé les premières plus fertiles, en particulier pour le maïs fourrager.

Il s'est souvent constitué, sous forêt, à la surface de vieilles termitières un horizon humifère d'importance et de fertilité pratiquement équivalentes à celles du sol environnant. Si, après déforestation, on décide l'arasement des termitières, il est souvent conseillé de décaper d'abord celles-ci, pour, après arasement, ramener la terre humifère sur la surface nivelée, mais un apport d'engrais organiques peut parfois être aussi efficace et s'avérer plus économique (MEYER, 1960).

En fait, pour chaque problème de mise en valeur de sols à termitières, il est nécessaire de connaître les termites présents et les modalités de leur action dans le temps, compte tenu des sols, de la végétation et des cultures envisagées.

(Reçu pour publication : janvier 1977.)

RESTATEMENT OF TERMITE ACTION IN SOILS

SUMMARY

Termites, especially numerous and diversified in the warmer parts of the world, build up nests of changing nature and aspect. In addition to their important food needs, termites need water and clay-like fine grained material. They consume a great part of plant production, but favour the mineralization of plants remains, much more than their humification.

Mounds building termites bear an influence on soil profiles as they bring up important amounts of material from below. Their galleries modify the air-water soil relationships. The physical properties of termitaries depend on their hydrologic regime and on their organic matter content. The bringing in of new materials and of food is responsible for the chemical enrichment of termitaries: total and exchangeable bases. A stronger evaporation of soil solutions along with the picking up of some chemical elements can explain the formation of calcium carbonate nodules and the accumulation of soluble salts which are sometimes observed in them.

The influence of small underground termitaries is much more limited.

The reclamation technique for soils with termitaries depends on the basal ecological surroundings.

Bibliographie

- BACHELIER G., LAPLANTE A. (1954). — *Rev. Géomorphol. Dynam.*, 5, 214-219.
- BODOT P. (1967). — *Insectes sociaux*. Masson, édit. (Paris), 14, 3, 229-258.
- BOCQUIER G. (1973). — *Mémoire ORSTOM*, n° 62 (Paris), 350 pages et 4 pl.
- BOYER Ph. (1956 a). — *VI^e Congr. Internation. Sci. Sol.*, Paris, III, 16, 95-103.
- BOYER Ph. (1956 b). — *VI^e Congr. Internation. Sci. Sol.*, Paris, III, 17, 105-110.
- BOYER Ph. (1958 a). — *C.R. Acad. Sci. (Fr.)*, T. 247, n° 4, 488-490.
- BOYER Ph. (1959). — *Rev. Géomorphol. Dynam.*, n° 1-2 et 3-4, 41-44.
- BOYER Ph. (1969). — *Bull. Mus. Nat. Hist. Nat.*, T. 41, 2^e sér., n° 3, 789-800.
- BOYER Ph. (1971). — « *La Vie dans les sols* », Gauthier-Villars, édit., Paris, 472 p., 279-334.
- BOYER Ph. (1973). — *Annales Sci. Nat., Zoologie*, Paris. 12^e sér., T. 15, 329-498.
- BOYER Ph. (1975 a). — *Annales Sci. Nat., Zoologie*, Paris. 12^e sér., T. 17, 273-446.
- BOYER Ph. (1975 b). — *Annales Sci. Nat., Zoologie*, Paris. 12^e sér., T. 17, 447-504.
- BRUNEAU DE MIRE Ph. (1975). — *L'Agronomie tropicale*, n° 3, 271-275.
- COLLINET J. (1969). — *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Pédol.*, VII, 1, 3-42.
- DE PLOEY J. (1964). — « *Eudes sur les termites africains* » (Coll. Inter. U.N.E.S.C.O., Univ. Lovanium, Léopoldville, 11-16 mai 1964), Masson et Cie, édit. (Paris), 399-414.
- ERHART H. (1951 a). — *C.R. Acad. Sci. (Fr.)*, T. 233, 804-806.
- ERHART H. (1951 b). — *C.R. Acad. Sci. (Fr.)*, T. 233, 966-968.
- ERHART H. (1953). — *C. R. Acad. Sci. (Fr.)*, T. 237, 431-433.
- ERHART H. (1956). — *Sur la genèse des sols en tant que phénomène géologique*. Coll. Evolution des Sciences, n° 8, Masson et Cie, édit. (Paris), 90 p.
- GILLMAN L.R., JEFFERIES M.K. et RICHARDS G.N. (1972). — *Austr. J. Biol. Sci.*, 25, 5, 1005-1013.
- GOFFINET G. (1975). — *Rev. Ecol. Biol. Sol.*, 12, 4, 691-722.
- GOODLAND R.J.A. (1965). — *Canadian J. Zool.*, 43, 4, 641-650.
- GRAS F. (1970). — *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Pédol.*, VIII, 3, 273-294.
- GRASSE P.-P. (1949). — « *Traité de Zoologie* », Masson et Cie, édit. (Paris), T. IX. 408-544.
- GRASSE P.-P. (1959). — *La Nature* (Fr.), 3293, 385-389.
- GRASSE P.-P. (1950). — *Rev. Bot. appl. Agr. trop.*, n° 337-338, nov.-déc. 1950, 549-554.
- GRASSE P.-P. et NOIROT Ch. (1949). — *C.R. Acad. Sci. (Fr.)*, T. 228, 727-730.
- GRASSE P.-P. et NOIROT Ch. (1957). — *C.R. Acad. Sci. (Fr.)*, T. 244, 974-978.
- GRASSE P.-P. et NOIROT Ch. (1959). — *Géomorphol. Dynam.*, X^e année, n° 1-2 et 3-4, 35-40.
- GRIFFITH G. (1938). — *E. afr. agric. J.*, 4, 70-71.
- HARRIS W.V. (1954). — *Trop. agric. (Lond.)*, 31, 1, 11-18.
- HESSE P.R. (1955). — *J. Ecology*, juillet 1955, 43, n° 2.
- JOSENS G. et CORVEAULE D. (1973). — *Ann. Univ. Abidjan, sér. E (Ecologie)*, VI, 2, 99-104.
- JOSENS G. (1974). — *Bull. de liaison des chercheurs de Lamto*, numéro spécial 1974, V, 91-131.
- KOSLOVA A.V. (1951). — *Pochvoedenie*, 626-631.
- LEE K.E. et WOOD T.G. (1968). — *Trans. 9th Internation. Congr. Soil Sci. (Adélaïde, Australie)*, II, 11-18.
- LEE K.E. et WOOD T.G. (1971 a). — *Pedobiologia* (Iena), 11, 5, 376-409.
- LEE K.E. et WOOD T.G. (1971 b). — *Termites and Soils*. Acad Press (London and New York), 251 p.
- LEPAGE M. (1972). — *La Terre et la Vie*, 26, 3, 383-409.
- LEPAGE M. (1974). — *La Terre et la Vie*, 1, 76-94.
- LEPAGE M., MOREL G., RESPLENDINO Cl. (1974). — *C.R. Acad. Sci. (Fr.)*, T. 278, sér. D, n° 14, 1855-1858.
- LEVEQUE A. (1969). — *Cah. O.R.S.T.O.M. sér. Pédol.*, VII, 2, 203-224.
- LEVEQUE A. (1975). — *Thèse O.R.S.T.O.M.*, Paris, 301 p.
- MALDAGUE M.-E. (1961). — *Publ. Inst. Nat. agron. Congo, Sér. Sci.*, n° 90, 122 p.
- MALDAGUE M.-E. (1964). — *C.R. 8^e Internation. Congr. Soil Sci.* (Bucarest, Roumanie), III, 24, 743-752.
- MEYER J.-A. (1960). — *Bull. agric. Congo*, 51, 1047-1059.
- MILNE G. (1947). — *J. Ecol.*, 35, 192-265.
- NAZAROFF P.S. (1931). — *Geological Magazine*, 68, 443-446.
- NOIROT Ch. (1969). — « *Biology of Termites* », Kumar Krishna et Frances M. Weesner, édit. Acad. Press (New York and Lond.), Vol. II, chap. 3, 73-125.
- NOIROT Ch. et NOIROT-TIMOTHEE C. (1962). — *Symp. Genet. Biol. ital.*, 11, 180-188.
- NYE P.H. (1955). — *J. Soil Sci.*, 6, 1, 72-83.
- PENDLETON R.L. (1941). — *Thailand Sc. Bull.*, 3, 29-53.
- RIQUIER J. (1969). — *Cah. O.R.S.T.O.M. sér. Pédol.*, VII, 1, 71-111.
- ROONWAL M.L. (1975). — *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, 78, 4, 424-440.
- SANDS W.A. (1965). — *J. Anim. Ecol.*, 34, 557-571.
- SEGALEN P. (1969). — *Cah. O.R.S.T.O.M. sér. Pédol.*, VII, 1, 113-127.
- STOOPS G. (1964). — *Etudes sur les Termites africains* » (Coll. Inter. U.N.E.S.C.O., Univ. Lovanium, Léopoldville, 11-16 mai 1964). Masson et Cie, édit. (Paris), 379-398.
- SYS C. (1957). — *Bull. Agric. Congo Belge*, XLVIII, 6, 1425-1432.
- TALTASSE P. (1957). — *Rev. Géomorphol. Dynam.*, n° 11-12, 8^e année, 166-170.
- TESSIER F. (1959). — *C.R. Acad. Sci. (Fr.)*, T. 248, n° 23, 3320-3322.
- THORP J. (1967). — *Selected papers in soil formation & classification* » n° 1 in the S.S.S.A. special publ. sér. (Soil Sci. Soc. Amer. Inc. Publisher/Madison, Wisconsin, U.S.A.), 191-208.
- TRICART J. (1957). — *Rev. Géomorphol. Dynam.*, n° 11-12, 8^e année, 170-172 et 179.
- WATSON J.P. (1962). — *Soil Sci.*, 13, 1, 46-51.
- WATSON J.-P. (1967). — *J. Ecol.*, 55, 663-669.
- WATSON J.-P. (1969). — *J. Ecol.*, 57, 441-451.
- WATSON J.P. (1970). — *Trans. Inst. Mining Metall., Sect. B. (App. Earth Sci.)*, 79, 53-59.
- WATSON J.P. (1972). — *Soil Sci.*, 113, 5, 317-321.
- WATSON J.P. (1974). — *Soils & Fertilizers*, 37, 5, 111-114.
- YAKUSHEV V.M. (1968). — *Soviet Soil Sci.*, 1, 109-111.

Extrait de « Science du Sol - Bulletin de l'A.F.E.S. », n° 1-1977

Mise au point sur l'action des termites dans les sols

par G. BACHELIER

S.S.C.-ORSTOM

70-74, route d'Aulnay, 93140 Bondy

23 OCT. 1978

O. R. S. T. O. M.

Collection de Références

no. 9346 Pedo.