

**MODIFICATION DES TENEURS EN MACRO ET MICRO-ELEMENTS  
DES SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX A CONCRETIONS  
SOUS L'INFLUENCE DES TERMITES**

THIOMBIANO Lamourdia\*

**RESUME**

L'étude comparative de profils par l'analyse de paramètres physiques et chimiques de sols sur termitières dégradées aplanies et de sols témoins montre que l'action des termites *Macrotermes* sp entraîne dans les sols ferrugineux tropicaux lessivés à concrétions :

- un accroissement de la CEC de 4 à 5 méq /100 g de sol, des bases échangeables ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ) de 2 à 3 fois ; entraînant une alcalinisation du milieu (pH 7,8 à pH 9,3).

- une augmentation de 10 à 51 % selon les horizons des teneurs en oligo-éléments totaux tels Zn, Cu, Mn, Fe.

- un abaissement du taux fer libre/fer total de 20 à 30 % par rapport aux sols témoins. La variabilité de ces facteurs édaphiques doit être prise en compte lors des études pédologiques en zone tropicale pour la mise en valeur agricole.

Ces résultats mettent en évidence l'intérêt agronomique de l'activité des termites *Macrotermes*.

**MOTS CLES** : Termites *Macrotermes*, Sols ferrugineux tropicaux lessivés à concrétions, Bases échangeables, Oligo-éléments, Fer/libre/fertotal.

**MODIFICATION OF MACRO AND MICRO ELEMENTS  
PROPORTIONS IN LEACHED TROPICAL FERRUGINOUS  
SOILS BY TERMITES.**

**ABSTRACT**

The comparative study by analysis of physicals and chemicals factors of soils profiles (references and on degraded mounds) revealed the influence of termites *Macrotermes* sp on leached tropical ferruginous soils :

- the increasing (4 to 5 méq/100 g soil) of CEC, of exchangeable bases ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ) 2 to 3 more ; the result is the alkalinisation of the soil (pH 7,8 to 9,3).

---

\* *Pédologue. IN.E.R.A - 03 BP 7192 OUAGADOUGOU 03 - BURKINA FASO*

- the increase (10 to 51 %) of total trace elements like Zn, Cu, Mn, Fe, according to the horizons.

- a decreasing (20 to 30 %) of free iron/total iron ratio in comparison of references soils.

The variability of those parameters have to be considered in pedological studies of tropical areas for agricultural use.

These results show also the agronomical interest of the termites activity.

**KEY-WORDS** : Termites *Macrotermes*, Leached tropical ferruginous soils, Exchangeable bases, Trace elements, Free iron / total iron.

## INTRODUCTION

Les paysages du Burkina Faso sont en général marqués par la présence de termitières construites par diverses espèces de termites telles : *Trinervitermes geminatus* W, *Macrotermes subhyalinus*, *Macrotermes bellicosus* ... LEPRUN et ROY NOEL (1976, 1977) ; ROOSE (1980) ; GUINKO (1984) ; OUEDRAOGO (1990).

En raison de l'abondance et des dimensions de leurs habitats (0,4 m à 4 m de haut et 0,2 m à plus de 2 m de diamètre de base) les populations de termites représentent une composante importante de la macro-pédofaune et interviennent grandement dans la dynamique des sols tropicaux. BOYER (1959, 1971, 1973) ; BRIAN (1970) ; LEE and WOOD (1971) ; WOOD (1983) ; LOPEZ-HERNANDEZ et FEBRES (1984) ; AMIGBO (1984) ; ESCHENBRENNER (1986) ; KOYMAN and ONK (1987) ; COVENTRY (1988) ; LOGAN (1992) ont souligné le rôle des termites dans ces sols : développement de la porosité, modification de la texture, élévation du taux de matière organique et de l'azote total.

La présente étude a pour objectif d'analyser les modifications du complexe absorbant et des teneurs en micro-éléments (Cu, Zn, Mn, Fe) d'un sol ferrugineux tropical lessivé à concrétions, bien représenté au Burkina, sous des termites du genre *Macrotermes*. Cette étude faisant ressortir le rôle de l'activité des termites dans la variabilité des qualités agronomiques des sols dans une même unité cartographique.

## II. MATERIELS ET METHODES

Les nombreuses prospections pédologiques réalisées dans différentes régions du Burkina ont permis d'effectuer un certain nombre d'enquêtes et d'observations de terrain sur l'activité des *Macrotermes* dans les sols ferrugineux tropicaux lessivés à concrétions.

Six profils de sols ont été retenus pour la présente étude. Ils sont situés en position de glacis moyen dans une unité de sols ferrugineux tropicaux lessivés à concrétions (BUNASOLS, 1988) ; (PALLO et THIOMBIANO, 1989) de la Station de Gampéla qui appartient à la zone agro-écologique soudanienne Centre-Nord (ICRISAT, 1987).

- trois profils creusés dans les termitières dégradées en voie d'aplanissement, formant des micro-buttes dans le paysage et pratiquement inhabitées, appartenant au genre *Macrotermes* ; l'espèce concernée dans chacun des cas n'a pu être déterminée avec précision ;

- trois profils témoins dans la zone avoisinante des termitières (distance moyenne, 10 à 20 m de "l'aurole termitique").

Le climat de la Station est caractérisé par la succession d'une saison des pluies (juin à octobre) et d'une saison sèche (novembre à mai). Les températures moyennes sont : minima 21,5°C ; maxima 34°C.

Les caractéristiques des sols décrits selon les Directives FAO 1975, sont résumées dans les tableaux (I) et (II).

**TABLEAU I**: Caractéristiques des sols ferrugineux tropicaux lessivés à concrétions  
 Profil - Type T. I de la zone témoin .

Profondeur (cm)	Couleur Code Munsell	Texture USDA	Drainage classe FAO	Charge graveleuse %	Réaction HCl	Structure	Porosité	Consistance
0 - 30	10YR 4/3; 5/4	Limono sableux	Normal	5	--	Faible polyéd Sub.	Moyenne	peu dure
30 - 70	10YR 5/6	Limono-argilo-sableux	Normal	10	--	Faible moyenne polyéd Sub.	Moyenne	peu dure
70 - 120	10YR 6/4 taches 7,5YR 7/8 ; 2,5YR 4/8 ; 5/8	Limono-argileux	Normal à Modéré	10	--	Faible à moyenne polyéd Sub.	Faible	dure
120 - 160	7,5YR 7/2 taches 7,5YR 5/8 pana-chures 7,5YR 6/6 ; 6/8	Limono-argileux	Normal à Modéré	30	--	Massive	Faible	dure

**TABLEAU II :** Caractéristiques des sols sur termitière en voie d'aplanissement *Macrotermes* sp .  
Profil - type T. II.

Profondeur (cm)	Couleur Code Munsell	Texture USDA	Drainage classe FAO	Charge gravelleuse %	Réaction HCl	Structure	Porosité	Consistance
0 - 30	10YR 5/2	Limono-argileux	Normal à Modéré	2	+	Moyenne polyéd. Sub.	Moyenne élevée	dure
30 - 70	10YR 7/3	Limono-argileux	Modéré	2	++	Moyenne Polyéd. Sub.	élevée	dure
70 - 120	10YR 6/3 taches 10YR 7/2	Argileux	Modéré	5	++	Moyenne polyéd. Sub.	élevée	très dure
120 - 160	10YR 7/1 ; 7/2 taches 7,5YR 7/2	Argileux	Modéré	5	+++	Faible à moyenne polyéd. Sud.	élevée	très dure

Des échantillons de sols ont été prélevés en vrac au mois de novembre dans les différents horizons des profils.

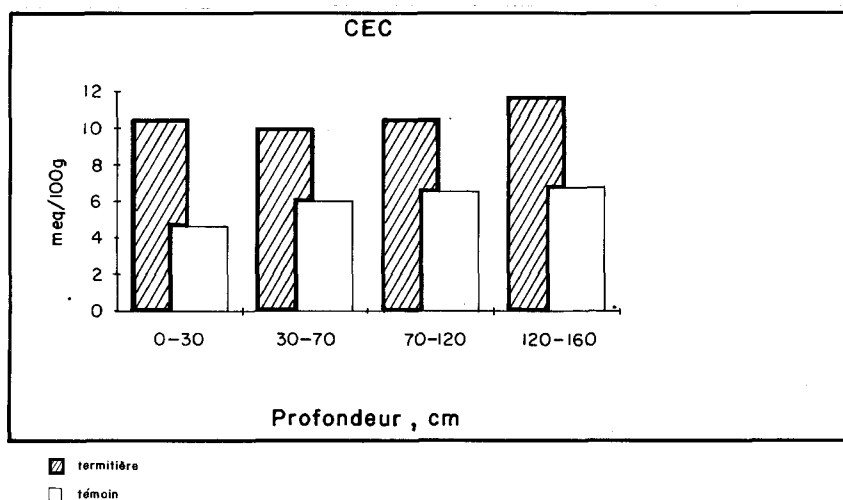
Vingt six échantillons au total ont été analysés dont 13 provenant des profils témoins et 13 des profils sur termitières de *Macrotermes* sp. :

- la granulométrie, la CEC, les bases échangeables, la matière organique, l'azote total, le pH, la conductivité électrique ont été déterminés selon les méthodes classiques (BUNASOLS, 1987) ;

- les oligo-éléments totaux (Cu, Zn, Mn, Fe) ont été dosés par spectrophotométrie (AAS) après minéralisation des échantillons de sols à l'aide d'un mélange de  $\text{HNO}_3$  (65 %) ;  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (96 %) et de  $\text{HClO}_4$  (70 %).

### III. RESULTATS ET DISCUSSIONS

1 - La CEC est de 40 à 45 % plus élevée dans les sols sur termitières par rapport aux profils témoins (fig. n° 1). Cette augmentation pourrait être liée :



**Fig. 1 :** Capacité de rétention en cations du complexe absorbant des sols étudiés.

- à des taux d'argiles nettement plus élevés dans les sols influencés par les *Macrotermes* : 28,6 à 50 % selon la profondeur contre 12 à 38 % dans les profils témoins ;

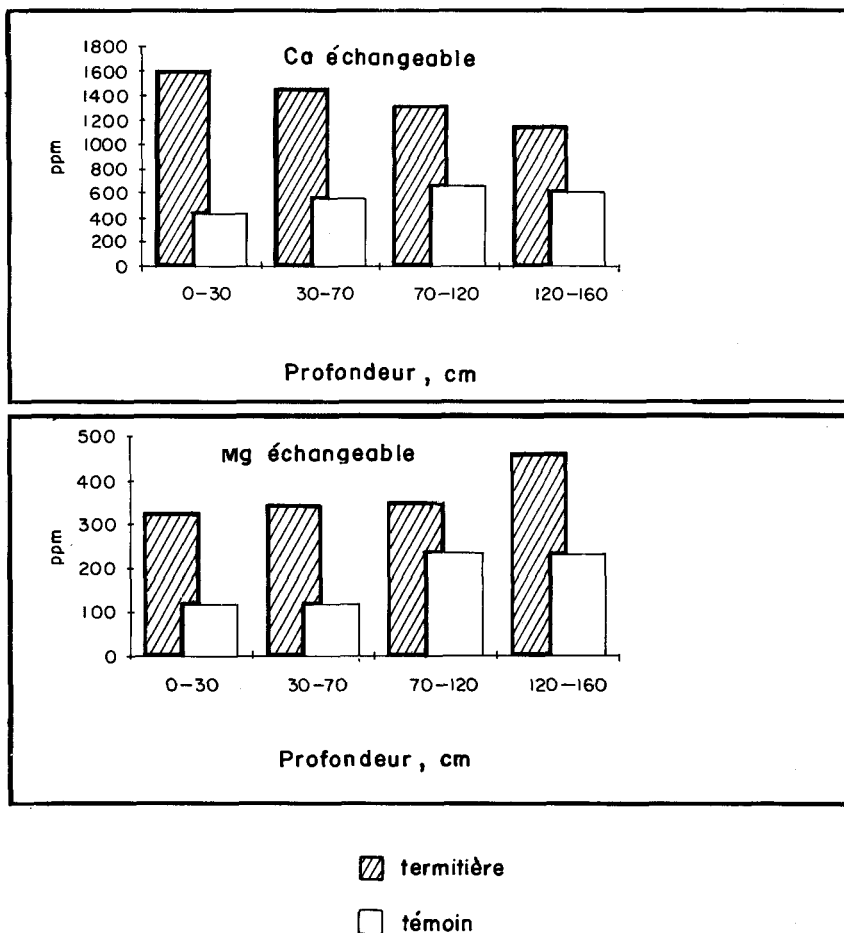
- à l'influence positive de la matière organique (BOYER, 1971) ;

- à une transformation de la nature des argiles (STOOPS, 1964 ; LEPRUN et ROY NOEL, 1976). Cette dernière hypothèse semble à retenir pour la présente étude. En effet, le calcul de la CEC pour 100 g d'argiles selon la méthode FAO (1988) montre que le pouvoir de fixation en cations des argiles des sols sur termitières est plus élevé que celui des sols de la zone témoin ; il varie de 21 à 28 méq/100 g d'argiles dans les profils sur termitières contre 15 à 21 méq/100g d'argiles dans les sols témoins. Le

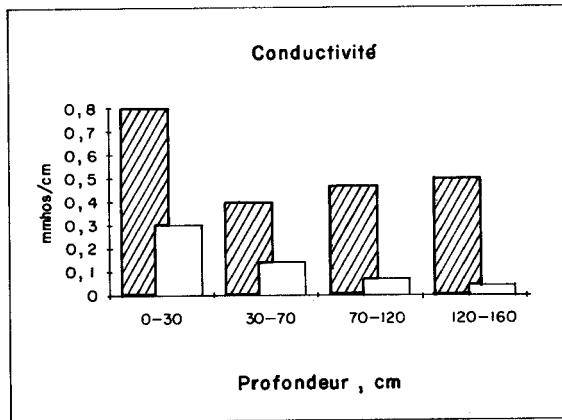
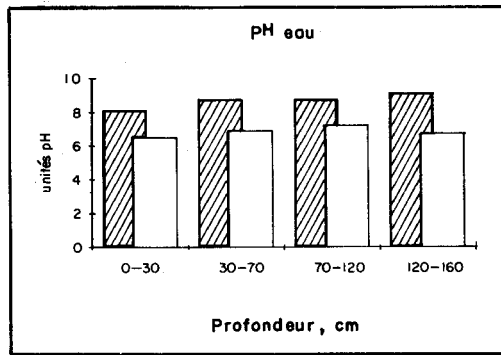
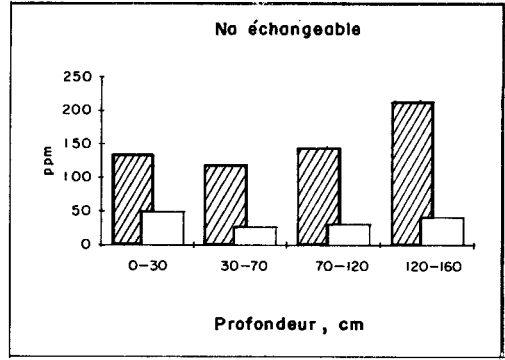
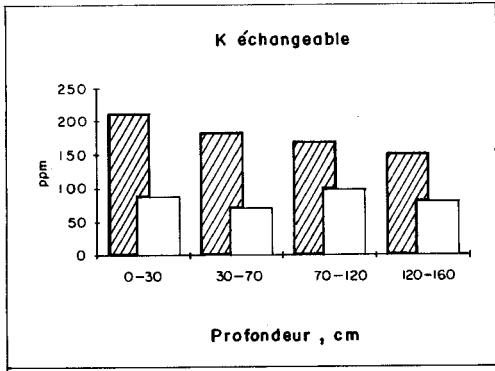
contexte pédoclimatique (forte humidité), la nature ionique: calcique du milieu (pH variant de 8 à 9 ; réaction positive à l'HCl) favorisent selon BOYER (1959) et LEPRUN et ROY-NOEL (1976), la formation des argiles de type 2-1 à partir du matériau kaolinitique caractéristique des sols ferrugineux tropicaux.



L'augmentation de la CEC avec la profondeur est en corrélation positive avec l'accroissement par illuviation du taux en argiles de la surface au dernier horizon ; ce phénomène assez caractéristique des sols ferrugineux tropicaux lessivés est observable dans tous les profils étudiés sur termitières et en zone témoin. Aussi, l'action des termites *Macrotermes* ne modifie pas totalement le gradient vertical de la texture dans les sols ferrugineux ; elle permet un accroissement significatif des taux d'argiles sans bouleverser fondamentalement ce phénomène pédogénétique.

2 - L'examen (figs. n°s 2, 3, 4, 5) des teneurs en macro-éléments Ca, Mg, K, Na montre des taux 2 à 3 fois plus élevés dans les sols de termitières par rapport aux sols témoins. Le pH est légèrement alcalin à très fortement alcalin (7,8 à 9,3) avec une conductivité électrique plus élevée dans les sols sur termitières alors qu'il est faiblement acide à neutre (pH 6,5 à 7,2) avec une conductivité électrique plus faible dans les sols témoins (figs.n°s 6 et 7).



**Figs. 2, 3 :** Etude comparative des teneurs en bases échangeables (Ca,Mg,K,Na)



 termitière  
 témoin

**Figs 4, 5** : Etude comparative des teneurs en bases échangeables (Ca,Mg,K,Na)

**Fig. 6** : Réaction du sol (pH eau).

**Fig. 7** : Conductivité Electrique (C.E.).

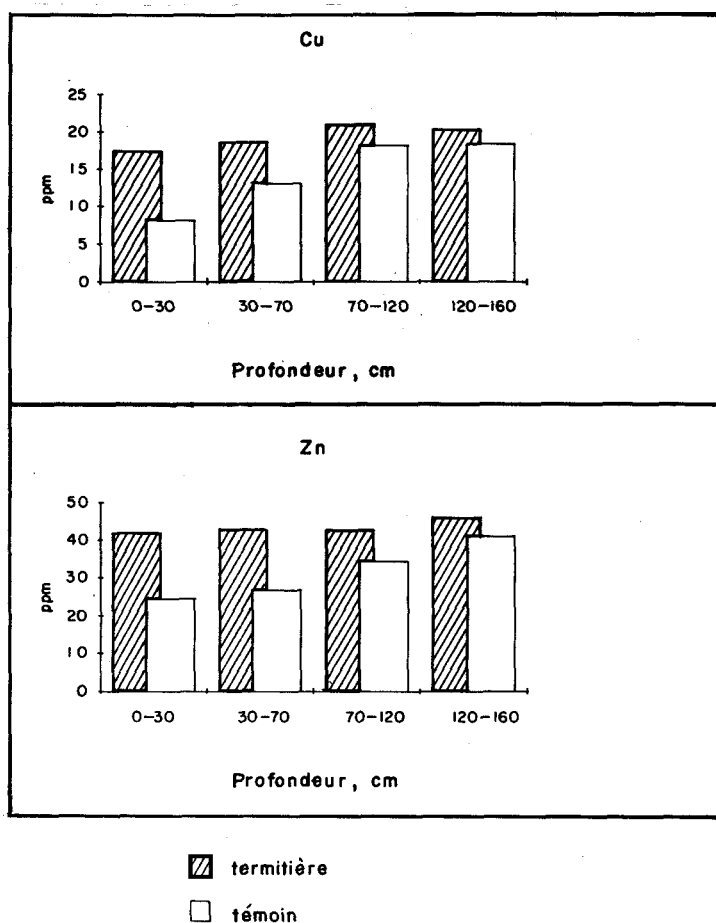


Ces différents résultats mettent en évidence un enrichissement des sols ferrugineux tropicaux lessivés en éléments minéraux sous l'action des *Macrotermes* ; cet enrichissement est favorisé par l'augmentation de la CEC constatée au niveau des sols sur termitières.

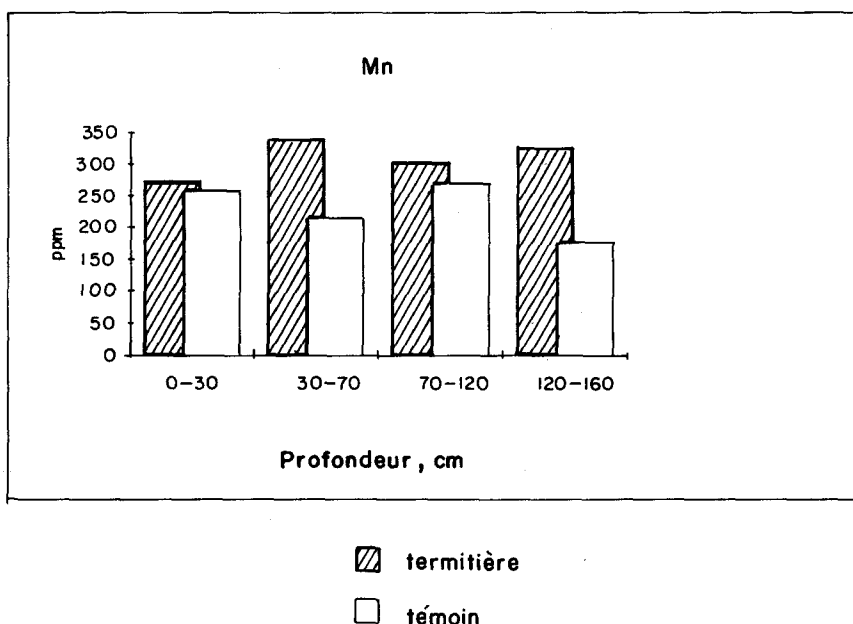
Les travaux de LEE and WOOD (1971), MIEDEMA et VUURE (1977), TIMOFEEV (1987) ont souligné par ailleurs que l'activité digestive des termites du sol vis à vis de la matière organique et la présence des meules à champignons favorisaient une concentration en éléments minéraux.

Dans le cas du calcium par exemple, nos observations de terrain montrent dans les sols de termitières une réaction positive généralisée à HCl sans présence de nodules calcaires . Des traînées blanchâtres (mycelium calcaire) ont cependant été observées au niveau des agrégats traduisant une accumulation calcique discrète.

3 - Les teneurs en Cu, Zn, Mn sont dans l'ensemble assez élevées dans les sols sur termitières ; elles sont systématiquement plus faibles dans les sols témoins (figs. n°s 8, 9, 10).



**Figs. 8, 9 :** Comparaison des valeurs obtenues pour les oligo-éléments (Cu, Zn, Mn).



**Fig 10 :** Comparaison des valeurs obtenues pour les oligo-éléments (Cu, Zn, Mn).

Une étude comparative des différentes teneurs en oligo-éléments totaux, montre que tous les sols (témoins ou sur termitières) sont caractérisés par une prédominance de Mn (176 à 337 még) ; suivi en seconde position par Zn (24 à 45,9) ; les teneurs en Cu étant toujours plus faibles (8 à 21 még).

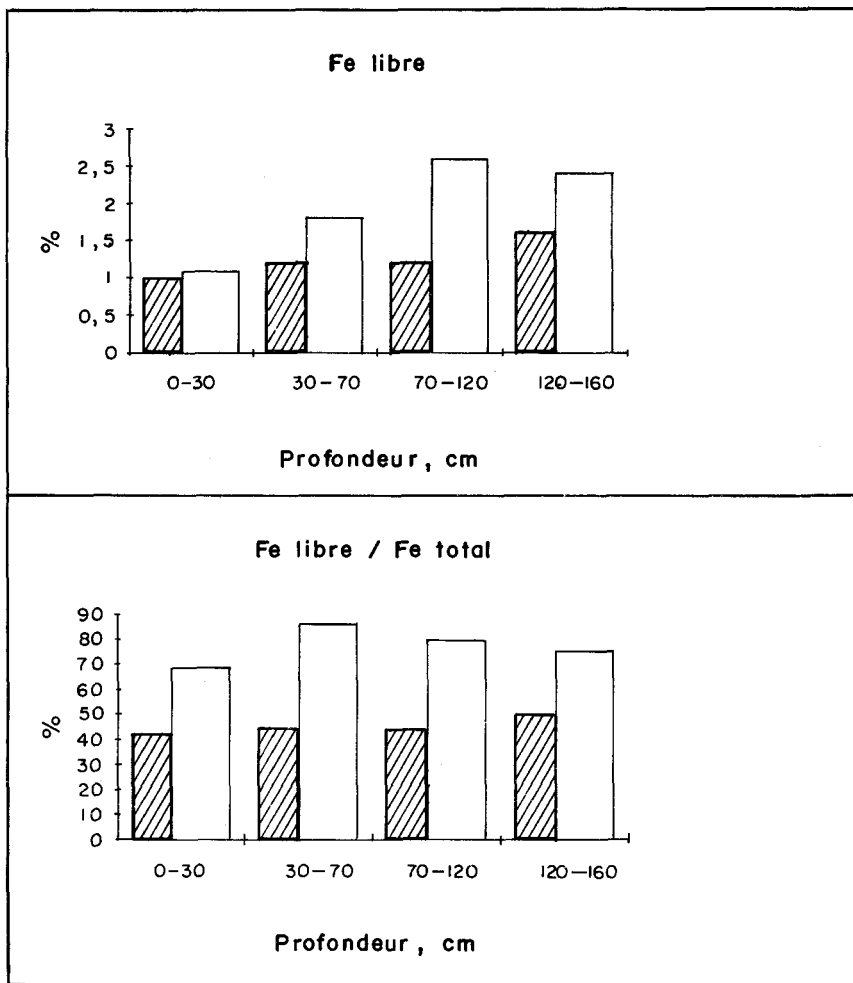
En ce qui concerne Cu et Zn, la supériorité des sols de termitières sur les témoins, qui est de l'ordre de 40 à 50 % en surface, diminue avec la profondeur.

Dans le cas de Mn, les différences sont sensibles mais cependant sont irrégulières d'un horizon à un autre.

Différents travaux (SILLANPAA, 1972 ; DUCHAUFOR 1991) ont montré que les micro-éléments ont pour origine naturelle les produits d'altération géochimique et pédochimique, les produits de décomposition de la matière organique et les eaux. Aussi, les teneurs en Cu et Zn obtenues dans les sols sur termitières seraient liées à l'accumulation des produits de la minéralisation de la matière organique consommée au fil du temps par les termites ; à la texture plus fine de ces sols (SILLANPAA, 1982) ; aux flux des éléments minéraux de la profondeur vers la surface ou inversement, et enfin selon (BOYER, 1969) à l'hydrologie propre à la termitière.

La présence dominante de Mn au niveau des oligo-éléments reflète une richesse en manganèse de la roche mère et une hydrolyse poussée (CPCS, 1967) des minéraux, caractéristique du milieu ferrugineux ; l'activité des *Macrotermes* favorisant son accumulation.

4 - Dans le cas du Fe total (figs. n's 11 et 12) les taux calculés en ppm sont voisins de ceux de Mn (bien que légèrement plus faibles) et par conséquent supérieurs aux taux en Zn et Cu ; ce qui est normal, compte tenu des caractéristiques des sols ferrugineux dont la pédogénèse est fortement marquée par la libération de ses quioxydes de fer et de manganèse.



▨ termitière

□ témoin

**Fig. 11** : Comparaison des teneurs en Fe libre.

**Fig. 12** : Comparaison des valeurs Fe libre/ Fe total.

Les sols sur termitières contiennent plus de Fe total que les sols témoins ; cela est conforme aux résultats obtenus par STOOPS (1964).

Cependant, les sols témoins sont plus riches en fer libre (1,1 à 2,6 %) que les sols sur termitières (1,07 à 1,57 %) ; les rapports Fe libre/Fe total indiquent un taux d'oxydation plus élevé dans les sols témoins comparativement aux sols de termitières (68 à 86 % contre 46 à 49 %).

Dans les profils témoins, une grande partie du fer se trouve sous forme ferrique alors que dans ceux sur termitières, les conditions texturales, d'hydromorphie et d'hydrologie liées à l'activité des *Macrotermes* favorisent la présence du fer sous forme ferreux ; c'est ce qui explique la coloration d'ensemble des profils témoins (chroma > 4) et la présence de nombreuses taches d'oxydation de couleur 7,5 YR 5/8 ; 6/6 ; 6/8 et 2,5 YR 4/8 ; 5/8 ; alors que dans les profils sur termitières le chroma < 3 traduit une coloration d'ensemble grisâtre avec des taches d'hydromorphie 10 YR 7/2 ; 7,5 YR 7/2.

#### IV. CONCLUSION

Cette étude comparative réalisée sur des profils d'une catégorie de sols tropicaux sous climat soudano-sahélien a permis de mettre en évidence l'influence des termites *Macrotermes* sp sur les caractéristiques du complexe absorbant, sur la disponibilité en oligo-éléments totaux de ces sols.

L'activité des *Macrotermes* entraîne une élévation de la CEC des sols ferrugineux tropicaux lessivés de 4 à 5 méq, par suite d'une variation qualitative et quantitative des argiles.

L'influence des termites se traduit aussi par un enrichissement des sols en :

- macro-éléments (Ca, Mg, Na, K) avec pour conséquence une alcalinisation du milieu (pH 7,8 à 9,3) alors qu'en zone témoin le pH varie de 6,5 à 7,2.

- oligo-éléments totaux tels Cu, Zn, Mn, Fe.

Les sols sur termitières connaissent des conditions hydrologiques, hydromorphiques particulières ; cela se traduit par un abaissement du taux de Fe libre/Fe total indicateur de changement des conditions d'oxydo-réduction dans ces sols comparativement aux sols témoins.

Les différents résultats obtenus illustrent une fertilité particulière en macro et micro-éléments des sols ferrugineux tropicaux lessivés à concrétions sous influence de l'activité des *Macrotermes* sp. Sur le plan agronomique ces résultats qui soulignent une tendance au renouvellement de la fertilité du profil cultural doivent être pris en compte pour le choix des espèces culturales à installer sur ces sols.

Au total, l'activité des termites se traduit par une hétérogénéisation des propriétés physico-chimiques des sols au sein d'unités cartographiques en apparence homogènes.

Elle doit donc être prise en compte lors des études pédologiques préalables aux projets de mise en valeur agricole.

## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- AKAMIGBO, F., 1984.- The role of the Nasute termites in the genesis and fertility of Nigerian soils. *Pedol.*, 34 (2) : 179-189.
- BOYER, P., 1959.- De l'influence des Termites de la Zone inter-tropicale sur la configuration de certains sols. *Rev. Géom. dyn.* 10 (1- 2/3 - 4 (1) : 41-44.
- BOYER, P., 1969.- Les effets de l'implantation des termitières de *Bellicositermes* sur la configuration des sols des savanes de la république Centrafricaine. *Bull. Mus. Nation. Hist. Nat.*, 41 : 789-800.
- BOYER, P., 1971.- Les différents aspects de l'action des termites sur les sols tropicaux. "In" : La vie dans les sols ; Aspects nouveaux. Etudes expérimentales. Paris, Gauthier Villars, p. 279 - 334.
- BOYER, P., 1973. - Action de certains termites constructeurs sur l'évolution des sols tropicaux. *An. Sci. Nat., Zool.*, 15 : 329-498.
- BUNASOLS, 1987.- Méthodes d'analyse physique et chimique des sols, eaux et plantes. *Doc. Tech.* 5 : 158 p.
- BUNASOLS, 1988.- Etude Pédologique de la Station Expérimentale de Gampéla. Ech. 1/5000 . *Rap. Tech.* 59 : 46 p.
- BRIAN, M. V., 1970.- Production, ecology of ants and termites (tiré à part), 245-292 p.
- COVENTRY, R. J., 1988.- Nutrient cycling by Mound - building termites in low - fertility soils of Semi-arid tropical Australia. *Aust. J. Soil Res.* 26 : 375-390.
- CPCS, 1967. La Classification Française des Sols, Edit. ENSA-Grignon, 77 p.
- DUCHAUFOUR, P., 1991.- Pédologie , Sol, Végétation, Environnement Abrégés ; Troisième Edit., 289 p.
- ESCHENBRENNER, V., 1986.- Contribution des termites à la micro-agrégation des sols tropicaux. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.* 23 (4) : 397-408.
- FAO, 1988.- Légende Révisée de la Carte Mondiale des Sols. *Rap. Res. Sols du Monde* (60), 125 p.
- GUINKO, S., 1984.- Végétation de la Haute-Volta. Thèse de Doctorat ès Université Bordeaux III. 2 vol., 394 p.
- ICRISAT, 1987.- Agroclimatologie de l'Afrique de l'Ouest : le Burkina Faso. *Bull. d'Inf.* n° 23, 45 p.
- KOYMAN, Chr and ONK, R.F.M., 1987.- The interaction between termite activity, agricultural practices and soil characteristics in Kisii District, Kenya. *Ag. Univ. Wageningen papers*, 87-3, 120 p.
- LEE, K. E. and WOOD, T. G. 1971.- *Termites and Soils*. Academic Press. London and New York, 251 p.
- LEPRUN, J. C. et ROY NOEL, J., 1976.- Minéralogie des argiles répartition des nids épigés de deux espèces du genre *Macrotermes* au Sénégal (Occidental). *Presqu'île du Cap Vert. Ins. Soc.*, 23 (4) : 535-547.

LEPRUN, J. C. et ROY NOEL, J., 1977.- Les caractères analytiques distinctifs des matériaux des nids du genre *Macrotermes* au Sénégal Occidental. Leurs rapports avec les sols. *Pédobiologia-Bd.*, 17 (S) : 361-368.

LOGAN, J. W. M., 1992.- Termites (*Isoptera*) : a pest or resource for small farmers in Africa ? *Trop. Sci.*, 32 : 71-79.

LOPEZ-HERNANDEZ, D. ; FEBRES, A., 1984.- Changements chimiques et granulométriques produits dans des sols de Côte d' Ivoire par la présence de trois espèces de Termites. *Rev. Ecol. et de Biol. du Sol.*, 21 (4) : 477-489.

MIEDEMA, R. ; VUURE, W. Van, 1977.- The morphological, physical and chemical properties of two mounds of *Macrotermes bellicosus* (Smeathman) compared with surrounding soils in Sierra Leone. *J. Soil Sci.*, 28 (1) : 112-124.

OUEDRAOGO, P., 1990.- Contribution à l'inventaire des termites au Burkina Faso et Etude des méthodes de contrôle des termites. Mém. fin d'Et. IDR, Univ. Ouagadougou, 80 p.

PALLO, F. J. et THIOMBIANO, L., 1989.- Les sols ferrugineux tropicaux lessivés à concrétions caractéristiques et contraintes pour l'utilisation agricole. "In" : SOLTROP 89 ; Actes du premier séminaire Franco-Africain de Pédologie tropicale. Collect. Colloques et Séminaires. Paris, p. 307-324.

ROOSE, E., 1980.- Dynamique actuelle des sols ferrallitiques et ferrugineux tropicaux d'Afrique Occidentale. Etude expérimentale des transferts hydrologiques et biologiques des matières sous végétations naturelles ou cultivées. Thèse Doct. Univ. Orléans., 569 p.

SILLANPAA, M., 1972.- Trace elements in soils and Agriculture. *FAO Soils Bull. Rome*, 17, 60 p.

SILLANPAA, M., 1982.- Micronutrients and the nutrient status of soils. A global study. *FAO Bull. Rome*, 48, 444 p.

STOOPS, G., 1964.- Application of some pedological Methods of the analysis of Termite Mounds. "In" : Etudes sur les Termites Africains. Colloque International Léopoldville., p. 379-390.

TIMOFEEV, B. V., 1987.- Termites : a biological factor in tropical pedogenesis. *Moscow Univ. Soil Sc. Bull.*, 42 (1) : 70-72 (translated).

WOOD, T. G., 1983.- Modification of soils in Nigerian savanna by soil-feeding *Cubitermes* (*Isoptera, Termitidae*) . *Soil Biol. & Bioch.*, 15 (5) : 575-579 p.