

A PROPOS DU MICRORELIEF ALLONGE DANS LES DEPRESSIONS PLUS OU MOINS HUMIDES DU SHABA MERIDIONAL (ZAIRE).

MBENZA Muaka*, BADIBANGA Ntumba* et ALONI Komanda*

RÉSUMÉ

Le pourtour des dépressions temporairement hydromorphes du Shaba méridional présente fréquemment un microrelief en rides orientées parallèlement à la plus grande pente. Les dimensions et la régularité de ces microformes varient suivant la longueur et la déclivité de la pente. La texture est, dans le secteur des rides sablo-limoneuses, plus riche en limon entre les rides que dans celles-ci. La teneur en matière organique est relativement faible dans les deux milieux. Les profils y révèlent des niveaux identiques mais plus gleyfiés et décalés vers le bas pour les espaces entre les rides.

Les hypothèses émises au sujet de la formation et de l'évolution de ces microformes sont examinées et discutées, à la lumière des observations méthodiques et systématiques effectuées dans deux dépressions alluviales. Il apparaît qu'aucune des trois hypothèses : pédologique, biologique et géomorphologique, se partageant aujourd'hui l'opinion des chercheurs, ne parvient à elle seule à fournir une explication satisfaisante. Une hypothèse composite faisant intervenir des processus appartenant à chacun des trois domaines semble mieux s'accorder aux observations de terrain.

D'après cette interprétation composite, les microformes résulteraient essentiellement de l'exploitation, par les écoulements de surface et hypodermique, des fentes d'un gilgai relativement ancien, élaboré au cours d'une pulsation climatique aux contrastes saisonniers plus prononcés. L'évolution serait actuellement contrôlée par des processus morphopédologiques agissant suivant un schéma conforme à l'évolution récente de l'environnement de la région. Les nombreuses petites terminières sur les microformes leur serviraient plus de protection contre la fragilité du milieu qu'elles ne contribuent à leur édification.

ABSTRACT

In southern Shaba, the microrelief around temporarily hydromorphous lows is made of little ridges, parallel to the least gentle slope. The dimensions and the regularity of the micro-forms vary according to the length and the declivity of the slope. The soil texture is a sandy silt but the ridges are less rich in silt than the hollow between them. The organic matter content is generally low in both sites. The profiles reveal identical horizons but more gleyified and shifted downward in the hollows.

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

Hypotheses about the formation and the evolution of those microforms are scrutinized with the help of systematical observations in two alluvial lowlands. It seems that none of the three known hypotheses - neither the pedological nor the biological nor the geomorphological one - can provide a satisfactory explanation. A mixed hypothesis dealing with processes belonging to the three domains seems to agree much better with field observations.

According to this hypothesis the microforms would essentially result from the exploitation by overland and hypodermic flow of the cracks of an ancient gilgai soil elaborated during a climatic pulsation with very sharp seasonal contrasts. At present the evolution would be controlled by morpho-pedological processes acting according to a schema in accordance with the recent evolution environment of the area. The numerous little termite mounds on the microforms would serve rather as a protection against the fragility of ridges than as a building process.

Au Shaba méridional, une gamme variée de microrelief affecte la morphologie de la région sur presque toutes les positions topographiques. Ces microformes sont très variées depuis les formes en tas des petites taupinières aux termitières géantes, jusqu'aux formes allongées en rides en passant par les formes en buttes basses avec sommet plus ou moins plat. Plusieurs études, avec toutefois des points de vue différents, leur ont déjà été consacrées entre autres par BOUILLON (1958), JOTTRAND et DUTILLEUX (1959), SYS (1955, 1961), GOFFINET (1973, 1976), ALONI (1975, 1978), MALAISSE (1976, 1978), SOYER (1983), SOYER et ALONI (1987) et MBENZA *et al.* (1989).

L'aspect plus spécialement géomorphologique de ces microformes n'a fait l'objet jusqu'à présent que d'un nombre restreint des travaux notamment par ALONI (1978) sur la genèse de grandes termitières, par SOYER (1983) sur l'origine des buttes basses, par SOYER et ALONI (1987) sur la vitesse d'érosion et de régénération de petites termitières ainsi que par MBENZA *et al.* (1989) sur l'apport des taupinières dans la mise en place des pavages résiduels des surfaces d'aplanissement.

Ces auteurs ont plus ou moins reconnu une origine essentiellement biologique à ces microformes, comme vient d'ailleurs de le souligner encore tout récemment FERNANDES CORREA (1989), du moins en ce qui concerne les formes en tas et en buttes plus répandues. Les opinions divergent encore quant à l'origine des formes allongées en rides essentiellement observées dans les fonds de dépression plus ou moins humides ("dembo" et plaines alluviales) à propos desquelles il existe différentes hypothèses.

La présente note se propose, en se fondant sur des observations récentes effectuées systématiquement dans au moins deux sites caractéristiques, de discuter les

différentes hypothèses qui sont actuellement envisagées quant à la formation de ce microrelief en forme de rides.

SITE D'ÉTUDE

Les observations ont été menées dans deux sites de plaine alluviale : la plaine de Lupembashi sur le palier supérieur de la Lufira et la plaine de la Kasonga, affluent supérieur du Lualaba sur le plateau de Kando (Fig. 1).

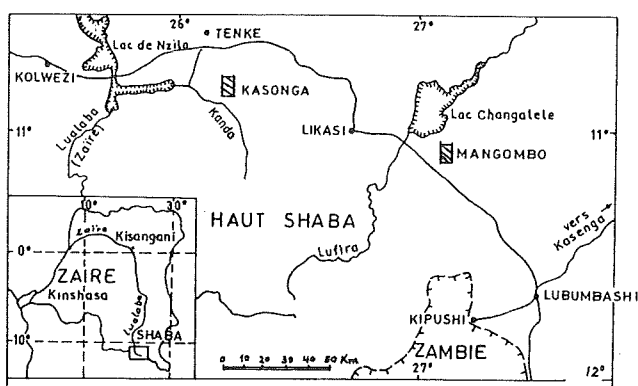


Fig. 1 : Localisation des sites d'étude

Ces sites ont été choisis d'une part en fonction de la bonne connaissance géomorphologique que l'on en a, résultat des nombreux travaux qui y ont été effectués notamment par BOURGUIGNON (1960), STREEL (1963), ALEXANDRE et STREEL-POTELLE (1979), MBENZA et ROCHE (1980), SOYER (1983), MBENZA (1983) et MBENZA *et al.* (1984), DARCIS et SOYER (1985), et d'autre part, en fonction du meilleur développement des formes que l'examen des photographies aériennes à basse altitude a permis de préciser.

Le climat régional est du type CW6 de Köppen caractérisé par une alternance des saisons humide et sèche de même durée. Il tombe en moyenne 1200 mm de pluie d'octobre à avril. La moyenne mensuelle des températures est d'environ 20° C, comprise entre une moyenne maximale de plus de 25° C en octobre, début de la saison des pluies et

une moyenne minimale de moins de 15° C en juin, plein milieu de la saison sèche froide qui court de mai à octobre.

La pente moyenne du terrain est de l'ordre de 0.1° C à Mangombo (Lupembashi) et d'environ 3° à Kasonga. La texture superficielle du sol de l'ensemble de la dépression à Mangombo est essentiellement sablo-argileuse. Dans le secteur des microformes de rides, elle est sablo-limoneuse, d'après BOURGUIGNON (1960) comme à Kasonga. La végétation, dans les deux milieux, est du type savane alluviale sur bourrelets et du type paludicole riche en typhas et cyperus dans les zones plus déprimées, très hydromorphes. La moindre différence de niveau d'affleurement de la nappe d'eau y est, par ailleurs, soulignée par un fort contraste de végétation permettant ainsi une meilleure distinction des microformes étudiées.

PROCÉDÉS D'ÉTUDE

Cinq parcelles de 10 mètres de côté ont été délimitées dans chaque site où les détails du microrelief ont été levés par carroyage en utilisant une corde et des piquets de bois. La longueur, la largeur, la hauteur de chaque microcrête ainsi que la largeur des microsillons y ont été minutieusement mesurées. Des profils pédologiques ont été décrits tant dans les microcrêtes que dans les microsillons. Les échantillons prélevés tous les 5 cm jusqu'à 25 cm de profondeur à l'aide d'une tarière ont fait l'objet d'analyses minéralogiques, chimiques et granulométriques. Une tranchée de drainage ouverte dans un secteur des buttes basses, à proximité de l'une des parcelles délimitées à Mangombo, a permis l'observation détaillée des caractéristiques morphologiques des profils pédologiques.

La pente de chaque site a été levée à l'aide d'un éclimètre Breithaupt, celle des secteurs des microformes l'a été en se servant d'un niveau à bulle d'air. La disposition générale des microformes ainsi que leur orientation par rapport aux axes de drainage ont été appréhendées à partir des photographies aériennes prises à basse altitude.

En outre, une parcelle contiguë au secteur des rides a été dénudée à Mangombo et garnie de microbarrages en paille en vue de vérifier l'effet d'embâcles du ruissellement sur les débris organiques évoqués par certains chercheurs et notamment par SOYER comme une origine probable des microformes de rides.

ANALYSE DES MICROFORMES

1° Localisation et orientation des microformes.

Les microformes en rides allongées, observées dans les sites étudiés, se localisent de préférence sur les pentes plus ou moins sensibles, supérieures à 0,1 % et inférieures à 3 %, dans des secteurs à hydromorphie temporaire en rapport avec des axes hydrographiques. Ces formes disparaissent lorsque la pente devient soit plus forte, soit plus faible ou quand l'hydromorphie est excessive et tend à la permanence. En effet, dans les secteurs de pente supérieure à 3 %, les seules microformes observées sont des termitières plus ou moins dégradées, tandis que dans les zones de pente plus faible que 0,1 %, qui sont d'ailleurs souvent hydromorphes en permanence, ce sont, outre quelques petites termitières, les buttes basses (SOYER, 1983) ou encore des touradons qui dominent la micromorphologie.

Des termitières géantes dégradées presque entièrement aplaties ainsi que de nombreuses petites termitières, notamment celles des cubitermes, se rencontrent, par ailleurs, disséminées un peu partout sur toute l'étendue des sites étudiés, quelle que soit la pente ou l'état d'hydromorphie.

En ce qui concerne l'orientation, on a remarqué qu'en général, les segments les plus allongés des microformes, spécialement les microsillons, avaient tendance à s'orienter parallèlement à la plus grande pente du versant relative à l'axe hydrographique collectant localement les écoulements de surface (fig. 2). De la sorte, ce sont les axes principaux drainant l'ensemble du site qui commandent l'orientation des formes perpendiculaires à leur lit dans certains secteurs, tandis que dans d'autres, ce sont leurs affluents qui dictent cette disposition.

Milieux	Paramètre	Site de Kasonga				Site de Mangombo			
		N	MOY (m)	EXTR (m)	CV (%)	N	MOY (m)	EXTR (m)	CV (%)
Microride	Longueur	22	89	3-250	26	69	9,6	0,4-50	104
	Largeur	48	3,4	0,4-7,5	55	30	0,6	0,2-2	67
Microsillon	Hauteur	31	0,1	0,02-0,1	40	28	0,14	0,08-02	29
	Largeur	46	3,2	0,5-10	62	47	1,05	0,3-7	136

N : nombre de mesures, MOY : moyenne, EXTR : valeurs extrêmes, CV : coefficient de variation

Tab. I : Morphométrie du microrelief des sites étudiés

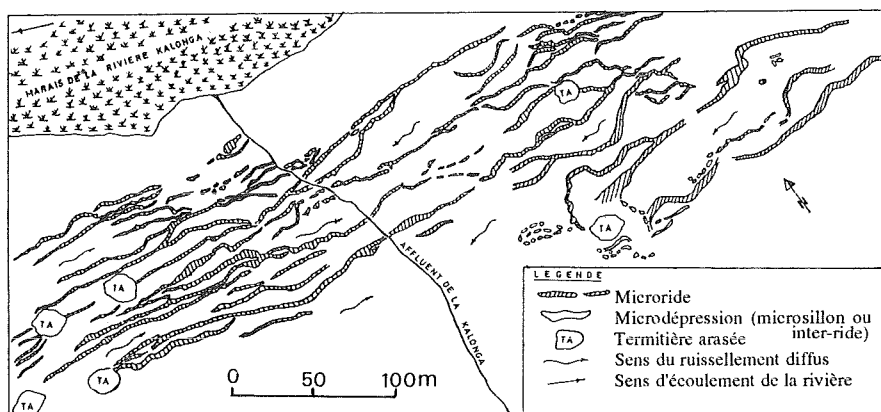


Fig. 2 : Un secteur à microrelief de rides à Mangombo

2° Morphométrie des microformes

Différents paramètres des microformes : longueur, largeur et hauteur des microcrêtes ainsi que la largeur des microsillons, ont été mesurés. Le tableau I donne pour chacun de ces paramètres : la moyenne, l'intervalle et le coefficient de variation ainsi que le nombre des mesures effectuées.

Il apparaît que les valeurs sont plus grandes et moins variables à Kasonga qu'à Mangombo, sauf en ce qui concerne les hauteurs. De toute façon, même si le nombre des données est légèrement plus élevé à Mangombo qu'à Kasonga, le nombre de mesures effectuées dans les deux sites est suffisant pour permettre une comparaison significative.

Rappelons que le site de Kasonga où les dimensions des rides sont en général les plus grandes est aussi celui où la pente du secteur à microrelief allongé est la plus élevée, 3 % contre 0,1 % à Mangombo.

3° Données granulométriques et pédologiques

L'analyse granulométrique détaillée n'a été entreprise que pour le site de Mangombo. Dans ce site, la texture moyenne de la partie superficielle du sol est, dans le secteur des microformes étudiées, constituée à 40,3 % de sable, à 17 % de limon et à 42,7 % d'argile. Dans les microcrêtes tout comme les microsillons, la texture moyenne du sol est essentiellement sablo-limoneuse jusqu'à environ 25 cm de profondeur, avec des différences très faibles entre les deux milieux. La composition moyenne est, pour les microcrêtes de 58,5 % de sable, 27,6 % de limon, 13,9 % d'argile et pour les microsillons de 52,4 % de sable, 33,1 % de limon, 14,5 % d'argile.

Ces données, comme on peut le voir, soulignent bien un net appauvrissement en argile et un très sensible accroissement en limon dans les profils du secteur des microreliefs allongés par rapport à la partie superficielle du sol dans l'ensemble du site.

Les parois des puits creusés à Kasonga à travers les microsillons et les microcrêtes ont révélé des profils pédologiques présentant une succession plus ou moins identique des niveaux dans les deux milieux mais décalées vers le bas pour les profils des microsillons. Cette succession permet de voir de haut en bas :

- Un niveau d'environ 20 cm d'aspect poreux, à structure grumeleuse, plus ou moins humifère, de couleur 2,5 YR, pourvu de nombreuses racines. Ce niveau est absent des profils pratiqués dans les microsillons.

- Un niveau de près de 15 cm, peu à très peu humifère, pauvre en racines, pourvu de quelques concrétions ferrugineuses plus ou moins dures sur un fond de couleur 7,5 YR pour les microcrêtes et 5 YR pour les microsillons.

- Un niveau de 20 à environ 50 cm, plus épais entre les rides que sur celles-ci, où les concrétions sont souvent remplacées par de nombreuses taches jaunâtres plus ou moins tendres dispersées dans un fond ocre pour les rides et grisâtre pour les profils entre les rides.

- Un niveau de plus ou moins 20 cm, pourvu de nombreuses taches et traînées rougeâtres avec d'assez nombreuses concrétions carbonatées de quelques mm de diamètre emballées dans un fond jaune-rougeâtre (10 YR). La limite inférieure de ce niveau n'a pu être observée dans les profils des microsillons.

- Un niveau de limite inférieure imprécise, observé seulement sur les profils des microcrêtes, pourvu des concrétions carbonatées tendres de couleur brune et de nombreuses taches rougeâtres.

A Mangombo, où une tranchée de plus de 1 km, profonde d'environ 1,5 m a été

ouverte dans le secteur des buttes basses décrites par SOYER (1983), non loin de l'aire du microrelief allongé étudié, les parois montrent une alternance de profils différents par la couleur, la structure et même quelquefois par la texture. Des profils aux sols compacts, assez cohérents de couleur jaune ocre jouxtent, par des contacts tranchés nets d'allure subverticale, des profils aux matériaux plus friables moins bien structurés de couleur plus ou moins sombre. Le contact de ces deux types de profils ainsi décrits ondule sur toute la longueur des parois.

Une étroite liaison a été soulignée entre ces différents profils et les microformes en surface. Les profils dans des matériaux de couleur plus ou moins claire correspondent à des buttes basses, tandis que ceux de couleur plus ou moins sombre correspondent aux espaces entre ces buttes.

L'examen morphologique a, en outre, révélé la présence dans les matériaux des profils du premier type, de nombreuses facettes brillantes soulignant l'existence des microglissements (slickenslide) non observés dans les profils du second type. Le contour en berceau des matériaux plus ou moins sombres, délimité dans les matériaux plus clairs des profils du premier type, évoque un remplissage des sortes de poche de dimension variable, aux parois subverticales qui affectent ces matériaux de couleur plus ou moins claire.

Variables	MILIEUX ÉCHANTILLONNÉS	
	Microcrête	Microsillon
pH	5,01	5,32
Cond. Elec. (mho)	172	34
C.E.C. (milliéq)	32,1	27,5
Ions Ca (milliéq)	4,07	2,27
Ions Mg (milliéq)	2,51	1,23
Ions Na (milliéq)	0,69	0,28
Ions K (milliéq)	0,41	0,29
Mat. Org. (%)	13,2	12,8

Tab. II : Données physico-chimiques dans les crêtes et les sillons du site de Mangombo (valeurs moyennes)

Dans les deux types de profil, il n'a pas été observé, contrairement à Kasonga, des niveaux bien différenciés ni par la couleur ni par la structure et encore moins par la texture des matériaux. Toutefois, la partie supérieure des profils du premier type montre un certain enrichissement en matière organique sur environ 20 cm d'épaisseur tandis que la partie inférieure révèle une plus ou moins grande concentration des concrétions carbonatées de dimension centimétrique. Quant aux profils de deuxième type, on peut, à cause des matériaux à la base semblables à ceux des profils du premier type, envisager à la rigueur deux niveaux différents.

4° Données de la chimie et de la minéralogie des argiles.

Les analyses minéralogiques des argiles par diffraction aux rayons X des échantillons de Mangombo révèlent une association des minéraux constitués de la kaolinite, de l'interstratifié illite-vermiculite et de la vermiculite.

Les analyses chimiques des échantillons moyens, prélevés sur les microcrêtes et dans les microsillons dont les résultats sont repris au tableau II laissent apparaître pour les paramètres tels que la conductivité électrique, la capacité d'échange cationique, la teneur en bases échangeables, une différence très sensible entre les rides et les microsillons. Les valeurs sont généralement plus faibles, parfois de plus de la moitié, pour les microsillons que pour les rides. Il n'en est cependant pas de même pour le pH et la teneur en matières organiques pour lesquels les valeurs sont approximativement les mêmes dans les deux milieux.

5° Microbarrages de paille

L'expérience tentée avec de la paille d'environ 50 cm, déposée dans une parcelle dénudée à Mangombo pour illustrer la formation par ruissellement diffus des embâcles allongés suivant l'axe d'écoulement du collecteur local, n'a rien révélé de bien concluant. Après seulement quelques pluies, la paille était dispersée, sans qu'aucune direction préférentielle n'apparaisse dans sa disposition sur la parcelle. Deux années plus tard, aucune trace d'accumulation ni de matière organique ni, encore moins, minérale n'a été observée à l'emplacement occupé par la paille qui, du reste était complètement disparue, décomposée et/ou dévorée par les termites.

INTERPRETATION ET DISCUSSION

Si, comme le souligne FERNANDES CORREA (1989), les travaux qui traitent de la genèse et de l'évolution des microformes de relief dans leur ensemble sont peu nombreux, ceux qui s'attachent à en comprendre l'origine d'après leur typologie sont encore beaucoup plus rares. A part les monticules de terre de forme conique et de volume variable décrits dans plusieurs régions sous les tropiques et pour lesquels on s'accorde à reconnaître une origine termitique grâce notamment à la présence plus ou moins évidente d'une structure interne ou à la position en haut d'interfluve qu'ils occupent souvent, il existe une gamme variée de microformes de dimension variable, surtout dans les dépressions temporairement hydromorphes, dont on ignore tout ou presque sur le mode de formation et d'évolution.

Les tentatives d'explication ne portent, comme nous l'avons déjà dit, qu'uniquement sur les formes en tas ou en butte. Pour ces formes, en effet, certains auteurs ont avancé une origine biologique, c'est le cas de SOYER (1983) pour les buttes basses du Shaba, ou celui de MATHEWS (1977) pour les "termite hillocks" décrits dans l'état de Mato Grosso au Brésil, d'autres auteurs, toujours au Brésil, ont suggéré une origine géomorphologique, c'est le cas de PENTEADO-ORELLANA (1980) et de FURLEY (1986) pour les "Murundus" du Brésil central.

En ce qui concerne le microrelief allongé, en dehors des gilgaïs de différente forme qu'il permet parfois d'illustrer dans certains ouvrages de géomorphologie de connaissances générales comme celui de TWIDALE (1983, p. 167), par exemple, il n'existe, que nous sachions, aucune étude traitant de la genèse de ce type spécifique de microforme.

Au Shaba, les hypothèses non encore publiées, qui se partagent les opinions des chercheurs intéressés à ce problème, se regroupent en trois catégories, à savoir : une origine soit pédologique, soit biologique ou encore géomorphologique. Examinons et discutons une à une ces trois conceptions.

1° Hypothèse pédologique.

Suivant cette hypothèse, toutes les formes de microrelief dans les dépressions temporairement hydromorphes du Shaba méridional ne seraient ni plus ni moins que des variantes du relief gilgaï, comme on en rencontre de nombreux exemples à travers le monde tropical des différents continents.

La formation du gilgaï s'accommode, comme chacun sait, de conditions telles qu'un milieu de dépression plus ou moins humide, la présence d'argiles gonflantes du type montmorillonite, et un climat à fort contraste saisonnier.

Au Shaba méridional, la saison sèche dure quelque six mois dont trois au moins sont sans la moindre précipitation. Toutefois, le battement de la nappe connaît, dans les zones les plus hydromorphes des dépressions où certains types des microformes sont actuellement présents, des amplitudes trop faibles pour qu'une dessiccation accusée soit possible. De plus, les analyses minéralogiques n'ont révélé aucune trace d'argiles gonflantes. Ces observations militent en défaveur de la tendance pédologique de l'origine gilgaï du microrelief.

Pourtant la coupe le long de la tranchée de drainage à Mangombo, dans le secteur des buttes basses, a révélé des poches aux parois subverticales, plus riches en matières organiques que l'ensemble de la masse, et qui sont en rapport avec les microdépressions séparant les buttes basses. Ce schéma est de plus, conforme aux illustrations classiques du relief gilgaï.

Quand bien même les tenants de l'hypothèse pédologique auraient raison, plusieurs incertitudes subsistent. Notamment :

- a) Aucun dessèchement sous climat actuel ne saurait justifier l'importance des fentes compatibles avec la grande profondeur des poches riches en matières organiques observées à Mangombo.
- b) Rien ne permet de justifier le rapport observé entre la typologie des microformes et la valeur de la pente.
- c) Aucun élément ne permet d'expliquer les différences de forme que prend ce gilgaï dans un même site.

Enfin, on peut se demander pourquoi, dans chacun des sites étudiés, seuls les secteurs à buttes basses présentent des profils conformes au schéma de gilgaï et non ceux des secteurs à microformes de rides.

2° Hypothèse biologique

Cette hypothèse est la seule qui ait déjà fait l'objet de publications dans ce type d'environnement. Elle a été avancée par SOYER (1983) et reprise par FERNANDES CORREA (1989). Pour ces auteurs, le microrelief, encore ne s'agit-il seulement que de formes en tas ou en buttes, serait dû à une activité biologique remarquable, essentiellement

des termites, et résulterait d'un processus cumulatif à la suite d'une succession de cycles de construction et de destruction de petites termitières, succession qui se traduit par un apport important de matières minérales à la surface du sol.

SOYER (1983) précise même que ce processus s'inscrit dans une sorte de synergie écologique faisant intervenir différents types de faune vivant dans les milieux soumis à des inondations saisonnières. Le schéma complet débute par une phase de construction de touradons par accumulation sur les touffes de graminées de la terre ramenée par les crabes et les vers de terre qui s'y réfugient quand le site est entièrement sous eau. Ensuite, là où les conditions hydriques le permettent, les touradons deviennent coalescents formant de micro-plateformes délimitées par des micro-abrupts. Ces sites déjà plus ou moins exondés permettent l'installation de petites termitières qui viennent alors consolider et exhausser le socle préparé par les vers de terre et les crabes.

Les faits suivants : a) que les profils correspondant, en surface, aux microbuttes et à l'espace entre celles-ci soient si différents, dans la tranchée de Mangombo, b) que les microbuttes sont souvent hérissées de nombreuses termitières et enfin, c) qu'il existe une série évolutive de formes suivant un gradient décroissant d'humidité allant des touradons aux buttes basses, plaident en faveur de cette origine biologique.

Toutefois, les objections ne manquent pas. La teneur en matières organiques dans la partie supérieure des profils tant dans les microbuttes plus ou moins allongées que dans les microdépressions qui les séparent est, dans les deux sites étudiés, sinon relativement équivalente du moins de même importance. De même, pas plus que l'hypothèse pédologique, la tendance biologique ne peut rendre compte de l'alignement des microformes selon la plus grande pente du versant orienté vers les axes collecteurs locaux de l'écoulement superficiel.

3° Hypothèse géomorphologique

C'est la seule hypothèse qui s'adresse plus spécialement aux microformes allongées. Selon cette dernière, les microformes allongées résulteraient d'accumulations de matériaux divers le long des microbarrages formés des débris organiques occasionnés par le ruissellement diffus.

Cette hypothèse est étayée par la présence d'embâcles de débris organiques tels que ceux que l'on peut observer, après la pluie, sur les terrains en pente relativement faible, comme, par exemple, la pelouse d'un terrain de golf. Que dans certains cas, comme à Mangombo, les 20 premiers cm du niveau supérieur du profil soient nettement

plus riches en matières organiques sur les microcrêtes que entre celles-ci est un argument qui plaide en faveur de cette interprétation géomorphologique.

Contre cette hypothèse, on peut relever que l'orientation des embâcles est toujours perpendiculaire à la plus grande pente, alors que celle des rides est plutôt parallèle à cette même pente. De plus, ces embâcles sont fort instables. Enfin l'allongement des embâcles sur les terrains de golf résulte d'un ruissellement en nappe favorisé par la régularité d'une pelouse souvent taillée très court. De telles conditions sont loin d'être remplies dans la nature où divers obstacles, dus notamment à la végétation, favorisent plutôt un ruissellement diffus subdivisé en maints petits filets, capables de n'engendrer que des amas de débris. Bien que sur terrain nu, l'expérience tentée avec de la paille, n'a pas été concluante. Cette paille, au lieu de retenir colluvions et autres débris, s'est plutôt complètement dispersée et a même disparu après quelques années.

4° Hypothèse composite.

C'est le point de vue adopté par les auteurs après avoir constaté qu'aucune des trois hypothèses, pédologique, biologique et géomorphologique, ne parvient isolément à donner une explication satisfaisante de la formation du microrelief à rides. Pour concilier les observations effectuées dans le cadre de cette étude, il semble, qu'il faille prendre en considération les trois hypothèses. L'origine des rides participerait des processus pédologiques, biologiques et géomorphologiques, selon un cycle évolutif qui peut être schématisé de la manière suivante. Au départ, une pulsation climatique aux contrastes saisonniers très accusés met en place un système de fentes favorables à la formation des gilgaïs. Sur les pentes relativement sensibles, permettant l'organisation de la circulation des eaux superficielles, certaines de ces fentes constituent les axes préférentiels de la concentration du ruissellement. L'écoulement tant de surface qu'hypodermique, qui emprunte ces axes, délaye le matériau des parois des fentes et favorise leur élargissement.

Le système fonctionne ainsi tant que la végétation ne s'oppose pas à l'écoulement. L'eau se fauillant à travers les fentes tend, grâce à la déclivité de la pente et à l'effet d'anisotropie, associé à la gravité, à se concentrer davantage vers les extrémités avalées de ces fentes. Il s'ensuit un étirement de la plupart des fentes dans la direction parallèle à la plus grande pente. Ces fentes se comportent alors comme des vraies ravines (rills).

Le déclenchement de ce cycle évolutif étant subordonné aux conditions qui favorisent l'apparition de fentes béantes, d'une hydromorphie saisonnière et de la formation d'argiles gonflantes, seul un environnement de dépressions alluviales a pu

réaliser, ces conditions, ne fût-ce qu'une fois. On comprend dès lors que le microrelief de rides n'ait pu se développer sur les latosols des glacis entourant ces dépressions, même quand la valeur de la pente s'y prête. Ces latosols de plateau et de glacis qui se raccordent aux fonds des cuvettes sont plutôt mieux drainés et trop lessivés pour permettre la formation des argiles gonflantes.

Au cours d'épisodes climatiques de contrastes saisonniers moins marqués, le ravinement ainsi créé est colonisé par la végétation tandis que les talwegs se remblaient progressivement par colluvionnement. Ce serait la raison pour laquelle les microsillons ont une texture plus riche en sable et en limon que les microcrêtes.

L'évolution actuelle est contrôlée tant pour les microcrêtes que les microsillons par l'intervention des processus morphopédologiques qui, dans les secteurs plus ou moins bien drainés, ont favorisé l'apparition de niveaux de couleur différente et réduit la hauteur des microcrêtes. L'érosion des microcrêtes est d'autant plus sensible que la pente du site est plus accusée. Ce phénomène pourrait expliquer le fait que les rides soient légèrement plus hautes à Mangombo qu'à Kasonga. En ce qui concerne la différence de niveau entre les rides et les microsillons, il faut en chercher la raison dans les légères variations locales d'humidité, liées au microrelief. En effet, les microdépressions qui concentrent actuellement encore, les écoulements de surface et hypodermique, ont des profils forcément plus gleyfiés que les microcrêtes. Mais comme en gros, l'évolution pédologique a été la même dans les deux milieux, les niveaux sont relativement identiques, toutefois, un peu décalés vers le bas pour les profils des microdépressions qui sont évidemment plus humides.

Dans le fond des cuvettes, le ruissellement n'a pu jouer. C'est ainsi qu'une fois initiées au cours de l'épisode de contrastes saisonniers plus prononcés, les fentes ont pu évoluer selon un schéma classique du relief gilgai. L'étirement des fentes par l'écoulement suivant une direction préférentielle n'ayant pu se produire comme cela se passe, sur les versants en pente plus sensible. Les formes se présentent en buttes basses plus ou moins circulaires sur lesquelles les termites, surtout du genre *Cubitermes*, érigent leur termitière. La résistance à l'érosion de ce type de termitière étant assez grande (ALONI, 1978), sa présence contribuerait à la conservation des microformes plutôt qu'à une élaboration par accumulation, suite aux cycles construction-destruction évoqués par SOYER (1983) et FERNANDES CORREA (1989) qui, s'il en était ainsi, prendrait un temps beaucoup plus long que ne semble pas justifier la faible dimension de ces microformes.

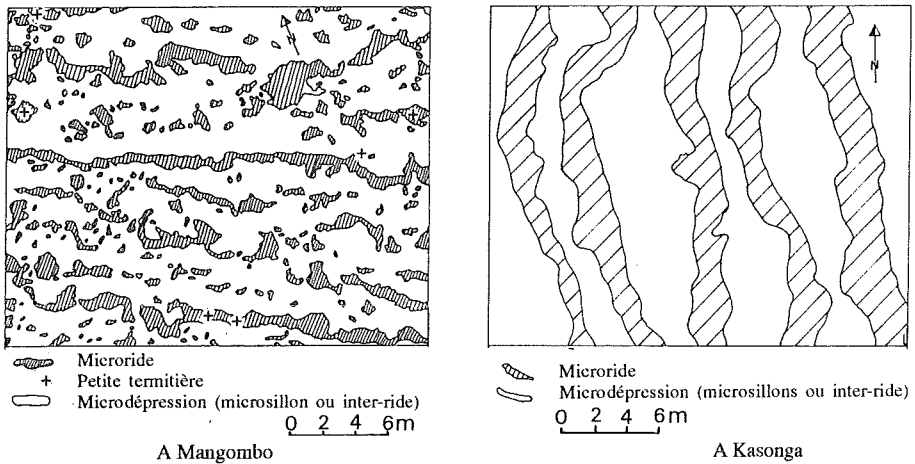


Fig. 3 : Aspect détaillé du microrelief de rides

Enfin, le ruissellement étant le principal processus qui préside au déroulement du cycle évolutif ainsi décrit, les facteurs qui contrôlent son efficacité⁴ telle que la déclivité ou la longueur de la pente jouent un rôle important dans le développement du microrelief. De ce fait, les formes sont plus régulières et mieux développées à Kasonga où la pente est plus élevée qu'à Mangombo (fig. 3a et 3b). Dans ce dernier site, les formes sont plus irrégulières, moins bien marquées dans le paysage, et tendent même vers les formes en butte basse. Mais cette relative régularité et la plus ou moins grande netteté des formes traduit aussi un état de conservation plus ou moins bonne de ces microformes qui postulerait, si l'on considère la nature meuble de leur matériau et la fragilité du milieu, déjà évoquée, une origine relativement récente du microrelief. Il semble, en effet, que des modifications climatiques importantes ne soient pas nécessaires pour parvenir à la pleine réalisation de ces microformes. Un simple épisode plus sec comme celui mis en évidence par MBENZA (1983) entre 3000 et 2000 B.P. suffirait à amorcer et entretenir le mécanisme.

En conclusion, il apparaît que l'origine du microrelief de rides est relativement complexe. Sa formation et son évolution actuelle ne peuvent s'expliquer pleinement que par un concours de plusieurs processus agissant suivant une succession conforme au schéma de l'évolution récente de l'environnement de la région. La formation du microrelief serait essentiellement axée sur des processus géomorphologiques avec le ruissellement qui, grâce à la pente, commande le développement des microformes nées de fentes initiées par des processus pédologiques. Actuellement ces microformes sont entretenues, dans bien des cas, par des processus biologiques.

REMERCIEMENTS

Les auteurs sont redevables envers Monsieur J. SOYER, ancien professeur du Département de Géographie de Lubumbashi, à qui revient le mérite d'avoir initié cette recherche dans le cadre d'un mémoire de fin d'études de l'un d'entre nous. Nous lui exprimons notre profonde gratitude pour les nombreuses et fructueuses discussions que nous avons eues ensemble et qui nous ont conduits à une meilleure compréhension du mode de formation du type de microrelief étudié ici.

BIBLIOGRAPHIE

- ALEXANDRE, J. & STREEL-POTELLE, A., 1979. Les alluvions anciennes de la Lupembashi inférieure (Shaba, Zaïre) et l'évolution d'une plaine alluviale en région intertropicale à saison sèche pendant la fin du Quaternaire. *Geo-Eco-Trop*, 3(3) 169-184.
- ALONI, K., 1975. Le sol et l'évolution morphologique des termitières génates du Haut-Shaba. *Pédologie*, 25, 25-39.
- ALONI, K., 1978. Le rôle des termites dans la mise en place des sols de plateau dans le Shaba méridional. *Geo-Eco-Trop*, 2(1), 81-83.
- BOUILLON, A., 1958. Les termites au Katanga. *Les Naturalistes belges*, tome 39, n° 6, 198-208.
- BOURGUIGNON, P., CALEMBERT, J. & STREEL, M., 1960. *Prospection pédobotanique des plaines supérieures de la plaine de la Lufira (Haut Katanga)*. Edit. Fulreac, Univ. Liège, 111 p.
- DARCIS, J. & SOYER, J., 1985. La plaine de la Lupembashi (Shaba, Zaïre). Mise en valeur agro-industrie d'un cône alluvial en région tropicale humide. *Geo-Eco-Trop*, 7(1-4), 95-114.
- FERNANDES CORREA, G., 1989. Les microreliefs "Murundus" et leur environnement pédologique dans l'ouest du Minas Gerais, région du plateau central brésilien. Thèse de doctorat, Univ. Nancy I, 144 p.
- FURLEY, P.A., 1986. Classification and distribution of murundus in the cerrado of Central Brazil. *Biogeography*, 13, 265-268.
- GOFFINET, G., 1973. Synécologie comparée des milieux édaphiques de quatre écosystèmes du Haut-Shaba (Zaïre). Thèse de doctorat inéd., Univ. Liège, 300 p.
- GOFFINET, G., 1976. Ecologie édaphique des écosystèmes naturels du Haut-Shaba (Zaïre). III. Les peuplements en termites épigés, au niveau des latosols. *Rev. Ecol. Biol. Sol.*, 13, 459-475.
- JOTTRAND, M. & DUTILLEUX, E., 1959. Problèmes des termites dans la région d'Elisabethville. *Bull. Agron. Ineac*, VIII(3), 111-129.

- MALAISSÉ, F., 1976. De l'origine de la flore termitophile du Haut-Shaba (Zaïre). in Miège et Sort (Edit.): Origine des flores africaines et malgaches. C.R. VIII, réunion A.E.T.F.A.T., 2, *Boissiera*, 24b, 505-513.
- MALAISSÉ, F., 1978. High termitaria. in Werger (Edit.) *Biogeography and ecology of Southern Africa*. Junk, Den Haag, Monographiae Biologicae, 31, 1279-1300.
- MATHEWS, A.G.A., 1977. *Studies on termite from the Mato Grosso State, Brazil*. Acad. Bras. de Ciencias, Rio de Janeiro, 267 p.
- MBENZA, M. & ROCHE, E., 1980. Exemple d'évolution paléoclimatique au Pléistocène final et à l'Holocène au Shaba (Zaïre). *Mém. Mus. Nat. Hist. Nat.*, n.s. Sér. B. T. XXVII, Paris, 137-148.
- MBENZA, M., 1983. Evolution de l'environnement géomorphologique de fonds de vallée au cours du Quaternaire dans une région tropicale humide. Thèse de doctorat, Fac. Sc. Univ. Liège (inéd.), 278 p.
- MBENZA, M., ROCHE, E. & DOUTRELEPONT, H., 1984. Note sur les apports de la palynologie et de l'étude des bois fossiles aux recherches géomorphologiques sur la vallée de la Lupembashi (Shaba-Zaïre). *Inst. Sc. de la Terre, Univ. Genève*.
- MBENZA, M., ALONI, K. & LUBUIMI, M.L., 1989. Le rôle des rats-taupes dans la mise en place actuelle de certains pavages résiduels des sols des régions tropicales humides à saisons contrastées. *Geo-Eco-Trop*, 11(1-4), 127-137.
- PENTEADO-ORELLANA, M.M., 1980. Microrelievos asociados a termitas do cerrado. *Noticia Geomorfologica*, Campinas, 20, 61-72.
- SOYER, J., 1983. Microrelief de buttes basses sur sols inondés saisonnièrement au Sud-Shaba (Zaïre). *Catena*, 10, 153-265.
- SOYER, J. & ALONI, K., 1987. Cycle des matériaux de construction des termitières d'humivores en savane au Shaba méridional (Zaïre). *Revue Zool. afr.*, 101, 329-357.
- STREEL, M., 1963. *La végétation tropophile des plaines alluviales de la Lufira moyenne (Katanga méridional)*. Liège, Fulreac, 242 p.
- SYS, C., 1955. L'importance des termites sur la constitution des latosols de la région d'Elisabethville. *Sols africains*, 3, 393-395.
- SYS, C., 1960. Het verband tussen morphologie en genetische opbouw van het bodem profiel in Hoge Katanga. Thèse de doctorat Sc. Univ. Gent (inéd.), 234 p.
- TWIDALE, C.R., 1983. *Analysis of landforms*. John Wiley, 572 p.

