

RELATIONS ENTRE LES DIFFERENTS STADES D'EROSION
D'UNE CUIRASSE LATERITIQUE ET LA VEGETATION
SUR LE PLATEAU DE LA MANIKA (SHABA, ZAÏRE).

M. DE DAPPER* & F. MALAISSE**

ABSTRACT

The study area is situated at the valley-head of the Kamambu river on the Manika plateau (in the vicinity of Kolwezi).

Owing to absolute accumulation of iron compounds in marshy closed depressions (dambos), a lateric crust has been formed. By suffosion underlying fine sands are removed and partial dissection of the crust occurs. Consequently, a serie of microdepressions are appearing with increasing diameter and depth. During the rainy season, a temporary water table is formed upon the crust that locally acts as an impermeable body. It slowly disappears during the dry season.

The morphogenetic evolution of the microdepressions is conditioning the occurrence of small ponds and their life cycle, creating a peculiar ecological environment. The vegetation seems to be closely related to these strong seasonal variations. The flora of this environment comprises several rare plants.

The present study emphasizes the interest of geomorpho-botanical surveying.

RESUME

La présente étude a été effectuée à l'extrémité de la tête de vallée de la rivière Kamambu, sur le plateau de la Manika (environs de Kolwezi).

Par accumulation absolue de composés ferrugineux dans la dépression fermée marécageuse d'un dembo, une cuirasse latéritique s'est formée. Grâce à la circulation de l'eau souterraine dans de petits chenaux, les sables fins sous-jacents sont entraînés, ce qui provoque des affaissements partiels de la cuirasse. Ceci amène la formation d'une

* Geologisch Instituut, Krijgslaan, 271, B-9000 GENT, Belgique.
anciennement : Département de Géographie, U.N.A.Z.A, Lubumbashi, Zaïre.

** Laboratoire de Botanique et d'Ecologie, B.P. 3429, Lubumbashi, Zaïre.

série de microdépressions caractérisées par un accroissement progressif de leur diamètre et de leur profondeur. Pendant la saison des pluies, une nappe phréatique temporaire se forme sur la cuirasse, cette dernière réalisant une couche imperméable. La nappe disparaît lentement pendant la saison sèche.

L'évolution morphogénétique de la microdépression contrôle la formation et le maintien de petites mares, qui créent des conditions écologiques particulières. La végétation montre une dépendance étroite à ces différentes conditions. Elle présente des variations saisonnières marquées. Sa flore comprend plusieurs espèces rares. La présente étude renforce le grand intérêt des prospections géomorpho-botaniques.

INTRODUCTION

Des études régionales pédobotaniques ont été réalisées dans plusieurs territoires d'Afrique centrale (TRAPNELL & al. 1950, BOURBEAU & al. 1955, FRANKART et SOTTIAUX 1972), principalement au Zaïre par les chercheurs de l'I.N.E.A.C. (FOCAN et MULLENDERS 1949, SYS et SCHMITZ 1959, par exemple). Plusieurs travaux développent encore des aspects locaux des rapports sol-végétation, notamment au Shaba (DUVIGNEAUD et DENAEYER - DE SMET 1963, MALAISSE et GREGOIRE 1978, MALAISSE et al. 1979). Les recherches abordant les relations étroites qui existent entre géomorphologie et végétation sont, pour ces mêmes territoires, plus rares (KOECHLIN 1957, COLE 1963, STREEL 1963).

La présente étude se propose de rapporter des observations préliminaires effectuées sur le plateau de la Manika; elles se rapportent aux différents stades d'érosion d'une cuirasse latéritique et à leur végétation.

SITUATION

Comme le plateau des Bianco et le plateau des Kundelungu, le plateau de la Manika, situé à une altitude moyenne de 1475 m, appartient aux hauts-plateaux du Shaba qui constituent le prolongement S.E. du horst occidental bordant le graben des Grands Lacs. A 50 km au sud de Kolwezi il se rattache à la dorsale Zaïre-Zambèze, qui détermine la frontière zaïro-zambienne. A l'ouest, il entre en contact avec le plateau de Kamina, situé à une altitude moyenne de 1100 m, se rattachant ainsi aux plateaux périphériques qui entourent la cuvette centrale du fleuve Zaïre. La transition entre les deux plateaux se fait à l'aide

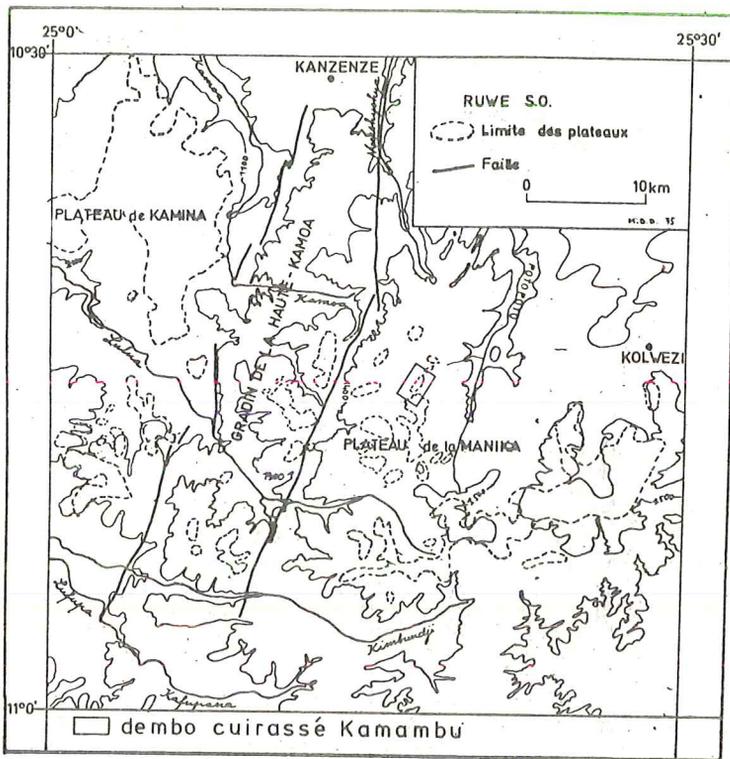


Fig. 1 : Situation de la région étudiée.

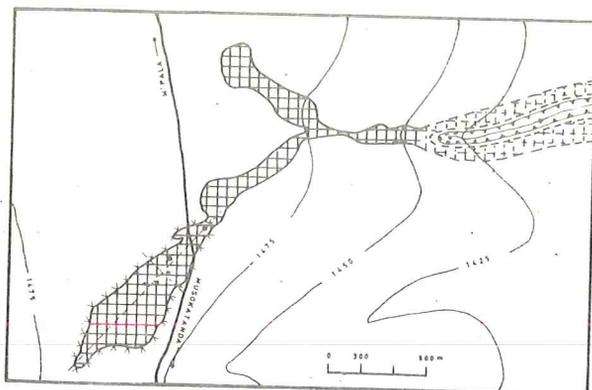
d'une série de failles radiales qui déterminent le gradin de la Haute-Kamoa à une altitude moyenne de 1375 m (Fig.1) (DE DAPPER 1975, 1978).

GEOMORPHOLOGIE

Morphographie

L'étude se situe dans la tête extrême de la vallée de la Kamambu, affluent du Potopote. Cette tête extrême située à une altitude d'environ 1475 m, forme une macrodépression fermée de forme ovale. Elle a une longueur de 1800 m et une largeur de 360 m à 540 m. Les versants de la dépression ont une pente concave, très faible de 0,5° à 1°, tandis que le centre forme un fond plat à pente quasi nulle (Fig. 2 et 3).

Des levés de terrain détaillés nous montrent que dans toute la macrodépression se trouve une cuirasse latéritique à faible profondeur. Celle-ci affleure par endroits sur les rebords, ailleurs elle est recouverte d'une mince couche de quelques centimètres d'épaisseur,



- | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
|  | Cuirasse latéritique en dalle |  | Limite dembo |
|  | Eboulis de cuirasse |  | Cirque aux pentes subverticales |
|  | Source |  | Rupture de pente convexe |
|  | Cours d'eau | | |
|  | Microdépressions | | |

Fig. 2 : Croquis géomorphologique de la tête de vallée de la Kamambu.

composée de sable fin, de grenailles latéritiques subarrondies à arrondies de 0,5 à 1 cm de diamètre et de gravier de quartz subanguleux à anguleux des mêmes dimensions. Vers le centre, la couche superficielle atteint une épaisseur de 80 cm à 1 m, elle est composée de sables très fins, homogènes, très humifères sur toute l'épaisseur et de couleur noirâtre à grisâtre (7,5 YR1/1 à 7,5 YR2/2 selon l'échelle de Munsell).

La cuirasse latéritique forme une dalle continue dont la surface se dispose, elle aussi, en forme de dépression fermée, à pentes longitudinales et transversales concaves et très faibles de 0,5° à 1°, formant des coupes en berceau. La cuirasse fait partie d'un ensemble plus grand de dalles latéritiques étagées en gradins. On peut suivre leur extension sur plus de 4 km, jusqu'à la source actuelle de la Kamambu à une altitude de 1430 m. A partir de la source, la dalle est morcelée en gros blocs qui engendrent à la source un cirque aux pentes subverticales et une rupture de pente convexe nette le long de la vallée actuelle.

La cuirasse de la dépression fermée est ferrugineuse et allogène. Elle caractérise sous une forme chimique un modelé et une dynamique

d'accumulation. Le faciès est conglomératique, elle est composée d'une matrice de sable fin dans laquelle sont mélangés des grenailles latéritiques subarrondies à arrondies de quelques mm à 1 cm de diamètre et du gravier de quartz subanguleux à anguleux de quelques mm à 2 cm de diamètre. La cuirasse est parcourue de tubulures de quelques dixièmes de mm à quelques mm, dont les parois sont souvent recouvertes de pélicules superposées d'hydrates de fer, pouvant atteindre une épaisseur d'un mm. A quelques endroits bien protégés on retrouve des traces d'un enduit brun foncé et/ou jaune clair qui revêt la cuirasse ou des grenailles latéritiques. La cuirasse a une épaisseur moyenne de 80 cm. Par endroits elle repose sur une couche de sable fin de 2 à 3 m d'épaisseur qui couvre le saprolithe du substratum tillitique précambrien. A d'autres endroits, elle repose directement sur le saprolithe, la partie inférieure de la cuirasse ayant un saprolithe induré comme faciès.

Dans l'axe longitudinal de la macrodépression on trouve une série de microdépressions. On peut distinguer quatre stades principaux dans leur évolution morphologique (Fig. 4).

1. - la microdépression a un diamètre d'environ 20 m.
 - à la surface topographique, la dénivellation est d'environ 15 cm.
 - le fond de la dépression est tapissé d'une couche noire de matière organique d'une épaisseur d'environ 10 cm, qui repose sur du sable fin.
 - au centre de la dépression, la cuirasse a subi un affaissement du même ordre de grandeur que la dénivellation à la surface topographique, c'est-à-dire de 15 à 20 cm.
 - la cuirasse n'affleure nulle part.
2. - la microdépression a un diamètre d'environ 40 m.
 - à la surface topographique, la dénivellation est d'environ 80 cm.
 - le fond de la dépression est tapissé d'une couche noire de matière organique d'une épaisseur d'environ 10 à 15 cm. Par endroits elle repose sur du sable fin, à d'autres endroits elle repose directement sur la cuirasse.
 - la cuirasse a subi un affaissement en gradin, atteignant au centre une valeur d'environ 40 cm.
 - sur les bords de la dépression, le ruissellement concentré fait apparaître des rigoles d'une dizaine de cm de largeur et de quelques cm de profondeur.

PLATEAU de la MANIKA (KOLWEZI - SHABA-ZAIRE)

DEMBO CUIRASSE KAMAMBU

EVOLUTION MORPHOLOGIQUE DES MICRODEPRESSIONS (exag. vert.: 2x)

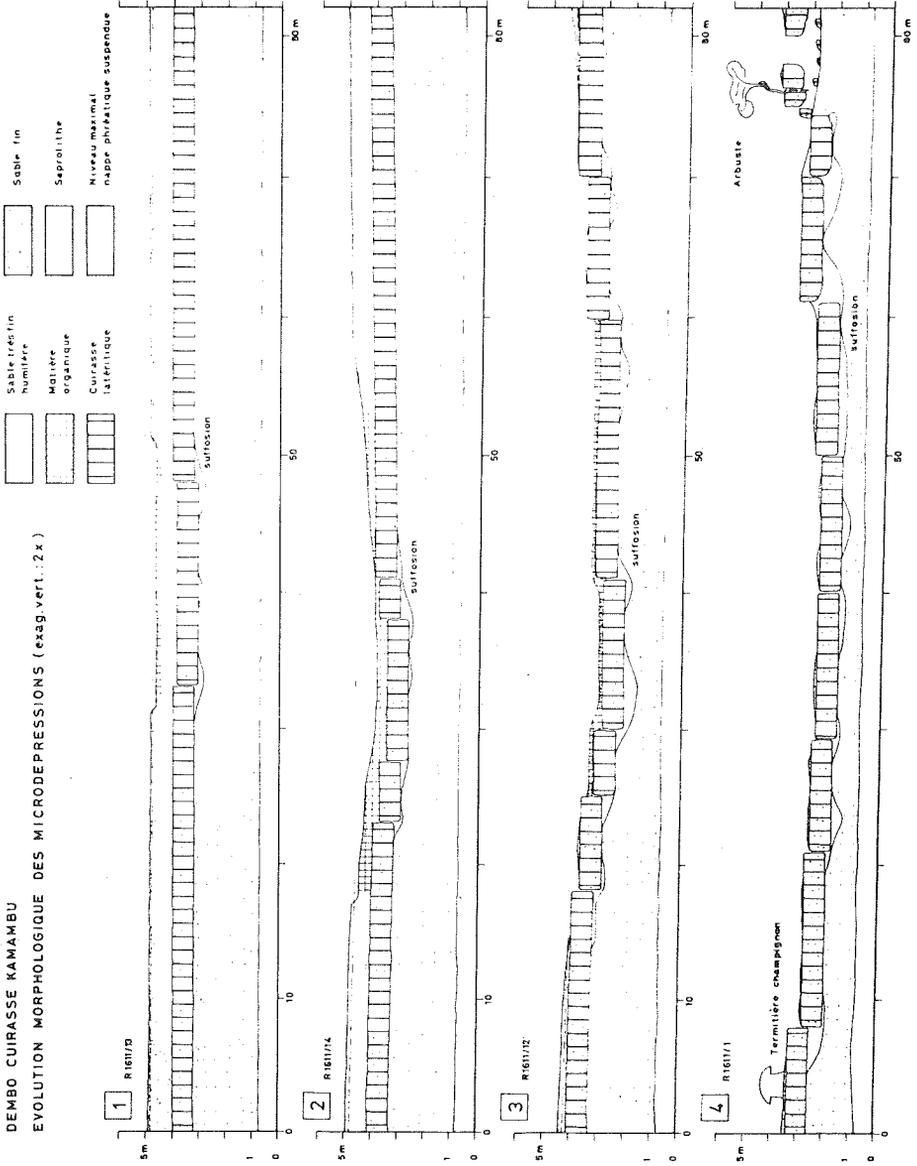


Fig. 4 : Stades d'évolution morphologique des microdépressions.

3. - la microdépression a un diamètre d'environ 60 m.
- à la surface topographique, la dénivellation est d'environ 110 cm.
 - le fond de la dépression est tapissé d'une couche noire de matière organique d'une épaisseur d'environ 15 cm qui repose partout directement sur la cuirasse.
 - sur les bords de la dépression la cuirasse est dénudée, elle forme une ceinture d'environ 2 m de largeur. La surface de la cuirasse a un aspect rugueux; elle est parsemée de petites dépressions de quelques cm de diamètre et de quelques mm à quelques cm de profondeur; elles sont remplies de matière organique; l'enduit zonaire a partout disparu.
 - la ceinture à rigoles s'est déplacée vers l'extérieur de la bande à cuirasse dénudée.
4. - la microdépression a un diamètre d'environ 90 m.
- à la surface topographique, la dénivellation est d'environ 180 cm.
 - dans le fond de la dépression, on retrouve partout la cuirasse dénudée. La surface a un aspect rugueux, les petites dépressions sont remplies d'un sable fin très humifère; on ne trouve plus d'enduit zonaire.
 - la cuirasse a subi un affaissement en gradin, atteignant au centre une valeur de 180 cm.
 - à certains endroits à la bordure de la dépression, la cuirasse s'est complètement détachée. Au-dessous de la cuirasse restée en place, se sont formés des cavités d'une profondeur d'environ 30 cm et qui s'étendent sous la cuirasse sur des distances d'au moins 5 m.
 - sur les bords de la dépression, la cuirasse est complètement dénudée. A l'intérieur on trouve une première ceinture très fissurée d'environ 5 m de largeur. Les fissures forment un réseau rectangulaire, elles sont pour la plupart recimentées par des hydrates de fer. Dans quelques fissures ouvertes des arbustes (*Parinari curatellifolia*) ont introduit leur racines. Celles-ci élargissent les fissures par attaque chimique et par effet de coin. A certains endroits partant de la dépression centrale, des effondrements se sont produits dans la cuirasse le long du réseau de fissures. Ils forment des petits ravins d'une largeur d'environ 2 m et d'une profondeur d'environ 1,5 m. Sous la cuirasse des cavités s'étendent sur plusieurs mètres, on retrouve dans le fond le sable fin qui repose sur le saprolithe. Vers l'extérieur, la cuirasse est presque partout dénudée; elle est recouverte de grenailles latéritiques arrondies à

subarrondies et une mince couche de quelques cm de sable fin humifère. La cuirasse est faiblement fissurée, une steppe arbustive s'est installée. A plusieurs endroits on trouve des termitières-champignons installées sur la cuirasse dénudée. Les nids sont construits de sable et de grenailles latéritiques de quelques mm de diamètre que les termites vont chercher par-dessous la cuirasse, contribuant ainsi à son affaïssement.

Morphogenèse

La cuirasse latéritique a mis en conserve les dépôts superficiels d'un dembo. Les dembos, décrits par ACKERMANN (1936) et MACKEL (1974) pour la Zambie, sont des vallons en berceau prolongeant les rivières pérennes. Ils sont humides seulement en périodes de pluie, mais ils n'ont pas de lit ni d'écoulement concentré. Les dembos sont modelés par l'érosion aréolaire exercée par le ruissellement diffus qui concentre les débris fins des pentes avoisinantes dans le fond du dembo, formant un sol compact. La quasi-imperméabilité de ce sol provoque des inondations en saison des pluies, favorables à la formation de cuirasses ferrugineuses allogènes, sous climat de savane (soudanien à tropical-guinéen). L'enduit zonaire brun foncé et jaune clair qu'on retrouve sur la cuirasse et sur des grenailles latéritiques a été décrit par J. ALEXANDRE (S. ALEXANDRE-PYRE 1971) pour le plateau des Bianco. Il attribue leur formation à des conditions climatiques relativement arides qui provoquent des évaporations brutales avec cristallisation des oxydes de fer. L'aspect de l'enduit permettrait une datation relative des cuirasses. L'enduit brun foncé se rencontre sur le plateau des Bianco seulement sur les cuirasses des trois surfaces supérieures (au-dessus de 1600 m) qui datent de la fin du Tertiaire (S. ALEXANDRE-PYRE l.c.). On a donc vraisemblablement à faire à un phénomène assez ancien. L'eau de la nappe phréatique permanente, qui s'est établie sur les altérites quasi imperméables du substratum tillitique, chemine dans de petits chenaux. L'écoulement entraîne par endroits les matériaux fins situés sous la cuirasse, provoquant ainsi par suffosion la formation de micro-dépressions. Les formes d'érosion dues à la suffosion ont été fréquemment observées sur le complexe des plateaux aux environs de Kolwezi (DE DAPPER, 1979). Des formes d'accumulation dues au même phénomène sont plus rares; elles ont été décrites par SOYER (1978) pour les arkoses du plateau des Kundelungu. A la Kamambu cette suffosion se propage régressivement. Ceci explique l'évolution nette qui se forme dans les micro-dépressions.

Au premier stade, la cuirasse subit des affaissements de détail, qui se traduisent à la surface topographique par des microdépressions qui ont une dénivellation du même ordre de grandeur. L'évolution ultérieure de ces microdépressions primaires est marquée par l'agrandissement du diamètre et du degré d'affaissement de la cuirasse et par l'amincissement de la couche superficielle de sables fins, ce qui signifie qu'une partie de cette couche a disparu. On peut supposer que la déflation éolienne par tourbillonnement du vent dans les microdépressions a pu enlever une partie du sable fin. Cette action du vent se situerait pendant des phases de climat plus sec, steppique et même désertique, marquées par une mauvaise protection du sol par le tapis végétal. L'existence de ces phases au cours du Tertiaire et du Quaternaire a été démontrée par S. ALEXANDRE-PYRE (1971) pour le plateau de Bianco. Actuellement une partie du sable fin est entraînée par l'eau de la nappe phréatique suspendue qui s'écoule par des fissures dans la cuirasse. En pleine saison sèche on a pu observer dans le fond de certaines microdépressions des entonnoirs de quelques dizaines de cm de diamètre et d'une vingtaine de cm de profondeur dans la couche de matière organique. Cet écoulement doit être assez important pour maintenir les dénivellations malgré l'apport de matériau fin par le ruissellement.

Une fois que la cuirasse s'est entièrement détachée, l'eau de la nappe suspendue s'écoule rapidement, creusant des cavités au-dessous de la cuirasse qui accélèrent l'affaissement de la bordure de la microdépression; la cuirasse est alors presque entièrement dénudée dans le fond de la dépression.

Répercussions écologiques

Deux facteurs géomorphologiques créent des conditions écologiques particulières :

- 1.- la disposition en forme de cuvette de la cuirasse grosso-modo imperméable donne naissance, en saison des pluies, à une nappe phréatique suspendue temporaire.
- 2.- le stade d'évolution des microdépressions conditionne la profondeur maximale des mares temporaires, la durée de leur maintien après la fin de la saison des pluies et, en conséquence, l'hydratation du sol.

Une partie des eaux de précipitations qui tombent sur la surface cuirassée ruisselle et est dirigée vers le centre de la macrodépression. L'eau qui s'infiltré dans le sol sableux est arrêtée par la cuirasse,

elle forme un écoulement hypodermique qui suit approximativement à faible profondeur la surface du sol dans le même sens que le ruissellement superficiel. Au cours de la saison des pluies une nappe phréatique suspendue temporaire se forme. Elle atteint son niveau maximal vers la fin du mois de mars; son extension coïncide avec la limite du *dilungu*.

La nappe phréatique permanente qui s'écoule sur le saprolithe argileux quasi imperméable vers le talweg actuel de la Kamambu, est surtout alimentée par les eaux de précipitation qui tombent sur le plateau sableux en amont de la macrodépression. Il est fort probable qu'à certains moments son niveau maximal dépasse la base de la cuirasse et qu'elle alimente la nappe suspendue par de l'eau qui sort des fissures par pression hydrostatique.

Après la fin de la saison des pluies, la nappe suspendue s'abaisse lentement. Une partie de l'eau disparaît par évapotranspiration, une autre partie s'infiltré par des fissures dans la cuirasse. Les microdépressions les moins profondes perdent leur caractère de mare assez rapidement, tandis que le fond des microdépressions les plus évoluées reste humide pendant presque toute la saison sèche. Le stade le plus évolué ne forme toutefois pas de mare et cela pour deux raisons : l'eau disparaît très vite au-dessous de la cuirasse détachée, et de plus cette microdépression est située sur la bordure de la macrodépression, hors de portée du niveau maximal de la nappe suspendue. Ce n'est qu'après des averses violentes que des flaques d'eau se forment dans les petites dépressions qui jonchent la cuirasse dénudée du fond; celles-ci s'évaporent très vite.

L'eau de la nappe suspendue est acide, les couches superficielles étant très humifères, jusque sur la cuirasse. Des observations faites à plusieurs époques de la saison des pluies donnent une valeur constante du pH de 5,4. Cette valeur est comprise entre celles signalées pour la mare Kanjimbwe au plateau des Kibara (pH 4,4 à 5,1; SYMOENS, 1968) et une mare permanente du bassin de la Luanza sur le plateau des Kundelungu (pH 5,7; MALAISSE, 1975). Cette eau acide qui s'infiltré dans la cuirasse peut exercer une altération chimique et agrandir les fissures. On observe en tout cas les résultats de cette altération à la surface de la cuirasse. L'enduit zonaire est localement rongé par les acides humiques et il a presque entièrement disparu dans la partie centrale de la macrodépression. Dans les microdépressions mêmes la cuirasse qui a été recouverte d'une couche de matière organique devient moins dure et montre l'aspect rugueux par la formation de nombreuses petites dépressions de dissolution, sorte de pseudo-vasques.

Description des groupements

La macrodépression est occupée par une savane steppique à *Loudetia simplex*. Sur les rebords de la macrodépression, aux emplacements où affleure la cuirasse latéritique se développe une formation arbustive ouverte dont les principaux arbrisseaux sont *Philippia benguellensis* et *Uapaca robynsii*. Cette formation est fréquemment distribuée selon une ceinture; elle a déjà été signalée et décrite par plusieurs auteurs (SCHWETZ 1927, DUVIGNEAUD 1958, SCHWITZ 1963, SYMOENS 1963, LISOWSKI, MALAISSE et SYMOENS 1971, MALAISSE 1975). A la Kamambu, nous avons noté la présence, outre les deux espèces déjà signalées, d'*Hymenocardia acida*, d'*Oldfieldia dactylophylla*, d'*Aeschynomene rubrofarinacea* auxquels se mêlent quelques pieds de *Syzygium guineense* subsp. *macrocarpum*, d'*Albizia antunesiana*, de *Diplorynchus condylocarpon* subsp. *mossambicense* et de *Terminalia mollis*.

Nous examinerons successivement les quatre stades évolutifs décrits ci-dessus.

Le premier stade de la microdépression est souligné par l'abondance de *Scirpus microcephalus* en saison des pluies, de *Loudetia simplex* en saison sèche. A ce dernier se mêlent quelques pieds de *Moraea bella*, plus rarement quelques touffes de *Loudetia superba*.

Le second stade permet l'installation d'un début de zonation. En périphérie, se développe une ceinture à hautes graminées cespiteuses. Au centre de la microdépression apparaissent *Gunillaea emirnensis*, *Cyperus mwiniungensis*, *Glinus oppositifolius*, *Cuscuta australis*, exceptionnellement *Eichhornia natans*.

Le troisième stade, qui correspond à l'inondation la plus prolongée et à la profondeur d'eau maximale, présente la flore la plus hygrophile. Néanmoins les hydrophytes flottants font normalement défaut, tandis que les hydrophytes fixés, habituellement bien représentés dans les mares temporaires des hauts plateaux, restent rares. Nous avons noté la présence de *Nymphoides forbesiana*, d'*Utricularia reflexa* et de *Persicaria limbata*. A ce groupement, qui occupe le centre de la mare,

(1) La nomenclature utilisée est celle de la Flore d'Afrique centrale, sauf pour les espèces appartenant aux familles récemment révisées dans la Flora Zambesiaca. Les herbiers de référence sont déposés dans l'herbarium du Jardin Botanique National de Belgique (BR), un double figure également dans l'herbier du Laboratoire de Botanique et d'Ecologie de l'UNAZA (LSHI).

se substitue vers l'extérieur une prairie semi-aquatique à *Panicum fluviicola* et *Paspalum orbiculare*, tandis que la transition avec la savane steppique périphérique est réalisée par une ceinture de graminées.

Le quatrième stade présente une zonation fort différente. Les groupements les plus hygrophiles font défaut. Le centre de la dépression est occupé par une pelouse constituée principalement d'espèces annuelles telles que *Oldenlandia herbacea*, *Wahlebergia paludicola*, *Ilysanthes pulchella*, *Spermacoce pusilla*, *Glinus oppositifolius*, auxquelles se mêlent quelques touffes de graminées et de cypéracées, notamment *Kyllinga intricata*. En périphérie la cuirasse affleure; quelques rares plantes se développent sur les surfaces subhorizontales : *Icomum lineare*, *Crotalaria minutissima*, *Aeolanthus suaveolens*, groupe-ment qui rappelle l'association à *Ilysanthes pulchella* et *Aeolanthus repens* décrite par TATON (1949). Les bords fissurés de la cuirasse voient le développement exubérant de *Cleome iberidella*.

Discussion

La flore et la végétation des mares permanentes, subpermanentes et temporaires des hauts plateaux du Shaba n'a fait l'objet, à ce jour, d'aucune étude détaillée. Certains commentaires succincts s'y rapportent toutefois.

Ainsi SCHMITZ (1963) signale la présence de formations à *Limnanthemum senegalense* (*Nymphoides forbesiana*) et *Limnanthemum rautaneni* (*N. rautaneni*). Le même auteur décrit une nouvelle association végétale, le *Nymphaeetum - Sphagnetum*, SCHMITZ 1962, qu'il a rencontré "dans les mares permanentes, à fond tourbeux, du plateau sablonneux des Kundelungu". Dans les deux relevés effectués, il note, à côté de *Sphagnum planifolium*, *Nymphaea heudelotii*, *Sacciolepis typhura*, *Cyperus deciduus* et *Eleocharis* sp., des espèces du *Phragmitetea* (*Eleocharis dulcis*, *Scirpus inclinatus*, *Polygonum strigosum* et *Arthrop-teris* sp.) et en outre *Panicum deustum*, *Xyris capensis*, *X. straminea*, *Scirpus rhodesicus*, *Eriocaulon* sp. et *Phyllanthus* sp.

Dans le fascicule d'introduction à l'exploration du Parc national de l'Upemba, VAN MEEL (1966) esquisse le milieu végétal de cette dition. Celle-ci comprend, entre autres, la partie nord du plateau des Bianco et une partie importante du plateau des Kibara. Si la description détaillée des mares et de leur transition n'entre pas dans l'intention de l'auteur (l.c. : p. 70), quelques listes floristiques relatives à des mares situées à plus de 1500 m d'altitude complètent les premières observations

réalisées par SCHMITZ pour le plateau des Kundelungu. Ainsi la présence de *Nymphaea heudelotii* et d'*Utricularia benjaminiana* dans une petite mare à proximité de la rivière Munte (l.c. : p. 66) est signalée. De même pour la mare Ngosi sont cités : *Eriocaulon bifistulosum*, *Hydrotauma manikatum*, *Oryza angustifolia* et *Sacciolepis chevalieri* (l.c. : p. 58). Plus loin enfin, pour le marais de la rivière Kalumengongo, l'auteur a, entre autres, récolté : *Eriocaulon bifistulosum*, *Cyperus fluitans*, *Nymphaea heudelotii*, *Sacciolepis chevalieri*, *Utricularia prehensilis*, *U. reflexa*, *Virectaria major*, *Brachiaria humidicola* et *Cyperus chrysocephalus* (l.c. : p. 72). Au point de vue iconographique, la figure 1 de la planche XI montre un bel échantillon de mare acide à *Nymphaea*.

Dans une note relative à la présence de *Brasenia schreberi* sur les hauts plateaux du Shaba, une liste de plantes accompagnant cette dernière est donnée, à savoir : *Nymphaea maculata*, *Nymphoides forbesiana*, *Blyxa radicans*, *Wisneria schweinfurthii*, *Eriocaulon bifistulosum*, *Utricularia thonningii*, *Ottelia ulvifolia*, *Polygonum strigosum*, *Persicaria limbata* et *Leersia hexandra* (LISOWSKI, MALAISSE et SYMOENS 1970a).

SYMOENS et OHOTO (1973) ont analysé les éléments phytogéographiques de la flore macrophytique aquatique et semi-aquatique du Haut-Shaba et énumèrent à cette occasion de nombreuses espèces qui nous intéressent.

Plus récemment, l'un d'entre nous a distingué dans le bassin de la Luanza, sur le plateau des Kundelungu, un groupement aquatique nouveau, l'*Anagallito-Mayacetum dilunguense*, dans une mare permanente sur cuirasse latéritique (MALAISSE 1974).

Nos observations suggèrent les remarques suivantes.

- A la Kamambu, la flore des mares temporaires profondes, qui correspondent au stade 3, bien que caractéristique n'atteint pas une richesse spécifique très élevée. L'absence de nombreuses mares temporaires à proximité de la Kamambu limite quelque peu les sources d'apport des diaspores des hydrophytes qui leur sont propres. Il convient toutefois de remarquer que les observations réalisées sur les autres hauts plateaux du Shaba -Kundelungu et Bianco en particulier- ont montré la grande irrégularité de la distribution de bien des espèces endémiques à ces mares, telles que *Phyllanthus leonardianus* (LISOWSKI, MALAISSE et SYMOENS 1971), *Kotschyia capitulifera* var. *robusta* (LISOWSKI, MALAISSE et SYMOENS 1971) ou *Xysmalobium undulatum* (LISOWSKI, MALAISSE et SYMOENS 1975) par exemple. SYMOENS et OHOTO (l.c.) ont également signalé le fait

que des plantes aquatiques à vaste distribution présentait une répartition très localisée au Haut-Shaba. On peut rapprocher ce commentaire des considérations émises par GLEDHILL (1970), notamment de la difficulté d'évaluer l'âge des cuirasses à partir de la végétation. Signalements encore qu'en Rhodésie, GIBBS RUSSELL (1975) a constaté la pauvreté floristique relative des mares par rapport aux rivières. Les premières possèderaient vingt-neuf espèces typiques contre cent soixante-six espèces pour les dernières.

- La zonation constitue une caractéristique habituelle des mares et étangs; elle a été signalée tant en Afrique tropicale (DUVIGNEAUD et SYMOENS 1951, JACOT-GUILLARMOD 1962, ADJANOHOUN 1965, MAKANY in SCHNELL 1977) qu'en Amérique tropicale (Guadeloupe par exemple : JEREMIE et RAYNAL-ROQUES 1978) ou Asie tropicale (Indes par exemple : SINGH 1978). Elle s'observe également à la Kamambu.

- L'existence de phénophases bien contrastées dans les mares sub-permanentes et permanentes du Shaba a déjà été soulignée par l'un de nous (MALAISSE 1974). Ce fait se vérifie à la Kamambu. Il en ressort le grand intérêt d'observations suivies ou au moins répétées dans le temps pour une même station.

- La flore observée diffère nettement de celle rapportée pour des mares de basse et moyenne altitudes (LEBRUN 1947, DEUSE 1963). Elle contient plusieurs espèces rares au Zaïre. *Cleome iberidella* est un thérophyte nouveau pour la flore du Zaïre. *Gunillaea emirnensis* n'est connu que d'une seule autre station au Zaïre. Ce thérophyte, qui s'observe sur les sables plus ou moins humides, est une espèce de liaison zambézienne-malgache (THULIN 1974). *Wahlebergia paludicola*, dont la distribution au Zaïre était limitée à deux stations shabiennes, est une plante observée habituellement dans les formations marécageuses sur sols sablonneux (THULIN 1975). *Glinus oppositifolius* est considéré par COMPERE (1970) comme caractéristique des rives sableuses au Bas-Zaïre. *Eichhornia natans*, qui est largement distribué au Zaïre, est rare au Shaba; il n'était connu que des environs de Katema sur le plateau de la Manika (LISOWSKI, MALAISSE et SYMOENS 1970b). L'aire de *Nymphoides forbesiana* couvre toute la partie moyenne du continent africain; c'est l'espèce la plus fréquente au Shaba méridional (RAYNAL 1975), qui compte six espèces de *Nymphoides* et constitue un pôle de richesse pour ce genre (RAYNAL 1971). *Persicaria limbata* enfin, apparaît comme l'espèce la plus fidèle des mares acides des hauts plateaux du Shaba.

REMERCIEMENTS

Messieurs P. VAN DER VEKEN (Gent), E. ROBBRECHT (BR), H. THULIN (UPS) et L.E. KERS (SBT) ont bien voulu déterminer les échantillons que nous leur avons soumis. L'aide sur le terrain de KABWARI a été appréciée. A tous nos vifs remerciements.

BIBLIOGRAPHIE

- ACKERMANN, E., 1936. Dambos in Nordrhodesien. *Wiss. Veröff. deutschen Mus. Länderkunde zu Leipzig*, N.S. IV, 149-157.
- ADJANOHOON, E., 1965. Végétation des savanes et des rochers découverts en Côte-d'Ivoire centrale. *Mém. O.R.S.T.O.M.*, 7, 178 p.
- ALEXANDRE-PYRE, S., 1971. Le plateau des Bianco (Katanga). Géologie et géomorphologie. *Ac. roy. Sc. O.-M., Cl. Sc. nat. méd.*, n. s., XVIII (3), 151 p.
- BOURBEAU, G., SYS, C., FRANKART, R., MICHEL, G. & REED, J., 1955. Carte des sols et de la végétation du Congo belge et du Ruanda-Urundi. - 5. Mosso (Urundi). *Publ. I.N.E.A.C.*, 40 p.
- COLE, M., 1963. Vegetation and geomorphology in Northern Rhodesia : an aspect of the distribution of the savanna of Central Africa. *Geographical J.*, 129 (3), 290-310.
- COMPÈRE, P., 1970. Notice explicative de la carte de la végétation. In Carte des sols et de la végétation du Congo, du Rwanda et du Burundi. - 25. Bas-Congo. *Publ. I.N.E.A.C.*, 35 p.
- DE DAPPER, M., 1975. Première note sur l'étude géomorphologique du plateau de la Manika (Kolwezi-Shaba-Zaïre). *Actes 1er Congr. géogr. zaïrois*, Lubumbashi, 7 p. (doc. stencilé).
- DE DAPPER, M., 1978. Couvertures limono-sableuses, stone-line, indurations ferrugineuses et action des termites sur le plateau de la Manika (Kolwezi, Shaba, Zaïre). *Géo-Eco-Trop*, 2 (2), 265-278.
- DE DAPPER, M., 1979. The microrelief of the sandcovered plateaux near Kolwezi (Shaba, Zaïre). I. The microrelief of the over-all dilungu. *Géo-Eco-Trop*, 3 (1), 1-18.
- DEUSE, P., 1963. Marais et tourbières au Rwanda et au Burundi. *Publ. Univ. Elisabethville*, 6, 69-80.
- DUVIGNEAUD, P., 1958. La végétation du Katanga et de ses sols métallifères. *Bull. Soc. roy. Bot. Belg.*, 90, 127-296.
- DUVIGNEAUD, P. & DENAEYER-DE SMET, S., 1963. Cuivre et végétation au Katanga. *Bull. Soc. roy. Bot. Belg.*, 96, 93-231.

- DUVIGNEAUD, P. & SYMOENS, J.J., 1951. Contribution à l'étude des associations tourbeuses du bas-Congo. Le Rhynchosporium candidae à l'étang de Kibambi. *Trav. Ass. intern. Limnol. th. appl.*, 2, 100-104.
- FOCAN, A. & MULLENDERS, W., 1949. Communication préliminaire sur un essai de cartographie pédologique et phytosociologique dans le Haut-Lomami (Congo belge). *Bull. agric. Congo belge*, 40 (1), 511-532.
- FRANKART, F. & SOTTIAUX, G., 1972. Carte des sols et de la végétation du Burundi. - 1. Planchette Muramvya. *Publ. I.S.A.B.U.*, 84 p.
- GIBBS RUSSELL, G., 1975. Distribution of vascular aquatic plants in Rhodesia. *South Afr. J. Sc.*, 71, 270-272.
- GLEDHILL, D., 1970. The vegetation of superficial ironstone hardpans in Sierra Leone. *J. Ecol.*, 58, 265-274.
- JACOT-GUILLARMOD, A., 1962. The bogs and sponges of the Basutoland Mountains. *South. Afr. J. Sc.*, 58, 179-182.
- JEREMIE, J. & RAYNAL-ROQUES, A., 1978. Observations sur la végétation aquatique aux petites Antilles : variations saisonnières d'une mare à Ruppia et Najas à la Guadeloupe. *Adansonia*, ser. 2, 18 (2), 279-290.
- KOECHLIN, J., 1957. Morphoscopie des sables et végétation dans la région de Brazzaville. *Bull. Inst. Et. centrafricaines, Brazzaville*, n.s., 13-14, 39-48.
- LEBRUN, J., 1947. La végétation de la plaine alluviale au Sud du lac Edouard (Exploration du Parc national Albert, Mission J. Lebrun, 1937-1938). *Publ. Inst. Parcs nat. Congo belge, Bruxelles*, 2 vol., 800 p.
- LISOWSKI, S., MALAISSE, F. & SYMOENS, J.J., 1970a. *Brasenia schreberi* J.F. Gmel. (Cabombaceae) sur les hauts plateaux du Katanga (Congo-Kinshasa). *Bull. Jard. bot. nat. Belgique*, 40 (1), 23-28.
- LISOWSKI, S., MALAISSE, F. & SYMOENS, J.J., 1970b. Plantes rares ou nouvelles pour la flore du Katanga. *Bol. Soc. Brot.*, 44 (ser. 2), 225-244.
- LISOWSKI, S., MALAISSE, F. & SYMOENS, J.J., 1971. Une flore des hauts plateaux du Katanga. *Mitt. Bot. Staatssamml. München*, 10, 51-56.
- LISOWSKI, S., MALAISSE, F. & SYMOENS, J.J., 1974. Sur la découverte d'un *Phyllanthus* aquatique des hauts plateaux du Shaba (Zaire). *Bull. Soc. roy. Bot. Belg.*, 107 (1), 199-202.
- LISOWSKI, S., MALAISSE, F. & SYMOENS, J.J., 1975. Plantes nouvelles pour la flore du Zaire. *Bull. Jard. bot. nat. Belg.*, 45, 383-389.
- MÄCKEL, R., 1974. Dambos : a study in morphodynamic activity on the plateau regions of Zambia. *Catena*, 2, 267-307.

- MALAISSSE, F., 1974. Phenology of the zambesian woodland area, with emphasis on the miombo ecosystem. In H. Lieth (Ed.) : *Phenology and seasonality modeling*. Berlin, Ecological Studies, 8, 269-286.
- MALAISSSE, F., 1975. Carte de la végétation du bassin de la Luanza. In J.J. SYMOENS (Ed.) : *Exploration hydrobiologique du Bassin du Lac Bangweolo et du Luapula*, vol. XVIII, fasc. 2, 41 p.
- MALAISSSE, F. & GREGOIRE, J., 1978. Contribution à la phytogéochimie de la Mine de l'Etoile (Shaba, Zaïre). *Bull. Soc. roy. Bot. Belg.*, 111 (2), 252-260.
- MALAISSSE, F., GREGOIRE, J., MORRISON, R., BROOKS, R. & REEVES, R., 1979. Cobalt and copper in the vegetation of Fungurume (Shaba, Zaïre). *Oikos*, 32 (sous presse).
- RAYNAL, A., 1971. Répartition géographique des Nymphoides (Menyanthaceae) africains et malgaches. *Mitt. Bot. Staatssamml. München*, 10, 122-134.
- RAYNAL, A., 1975. Menyanthaceae. In *Flore d'Afrique centrale*, 16 p.
- SCHMITZ, A., 1963. Aperçu sur les groupements végétaux du Katanga. *Bull. Soc. roy. Bot. Belg.*, 96, 233-447.
- SCHNELL, R., 1977. La végétation aquatique de l'Afrique tropicale. In *Introduction à la phytogéographie des pays tropicaux*, Paris, vol. 4, 207-224.
- SCHWETZ, J., 1927. Etudes et notes d'entomologie médicale sur le Katanga. *Publ. C.S.K.*, Bruxelles, 185 p.
- SINGH, V., 1978. A study of the aquatic and marshland plants of Jhalawar district, Rajasthan. *J. Bombay nat. hist. Soc.*, 75 (2), 312-320.
- SOYER, J., 1978. Cônes de suffosion sur le plateau des Kundelungu (note préliminaire). *Géo-Eco-Trop*, 2 (1), 95-102.
- STREEL, M., 1963. La végétation tropophile des plaines alluviales de la Lufira moyenne (Katanga méridional) (Relation du complexe végétation - sol avec la géomorphologie). *Publ. F.U.L.R.E.A.C.*, Liège, 242 p.
- SYMOENS, J.J., 1963. Le parc national de l'Upemba. Son histoire son intérêt. *Publ. Univ. Elisabethville*, 6, 43-56.
- SYMOENS, J.J., 1968. La minéralisation des eaux naturelles. In *Exploration hydrobiologique du bassin du Lac Bangweolo et du Luapula*, vol. II, fasc. 1, 199 p.
- SYMOENS, J.J. & OHOTO, E., 1973. Les éléments phytogéographiques de la flore macrophytique aquatique et semi-aquatique du Haut-Katanga. *Trav. Ass. intern. Limnol. th. appl.*, 18 (3), 1385-1394.
- SYS, C. & SCHMITZ, A., 1959. Carte des sols et de la végétation du Congo belge et du Ruanda-Urundi.-9. Région d'Elisabethville. *Publ. I.N.E.A.C.*, 70 p.

- TATON, A., 1949. La colonisation des roches granitiques de la région de Nioka (Haut-Ituri - Congo belge). *Vegetatio*, 1 (4-5), 317-332.
- THULIN, M., 1974. *Gunillaea* and *Namacodon*. Two new genera of Campanulaceae in Africa. *Bot. Notiser*, 127, 165-182.
- THULIN, M., 1975. The genus *Wahlenbergia* s. lat. (Campanulaceae) in Tropical Africa and Madagascar. *Acta Univ. Upsaliensis, Symb. Bot. Ups.*, 21 (1), 223 p.
- TRAPNELL, C., MARTIN, J., ALLAN, W. & coll., 1948. *Vegetation-soil map of Northern Rhodesia*. Gov. Print., Lusaka, 28 p.
- VAN MEEL, L., 1966. Le milieu végétal. In de Witte G.F. & coll. : *Exploration du Parc national de l'Upemba - Mission G.F. de Witte*, fasc. 1, Introduction, 39-122.

