

# ÉTUDE DES SOLS DE LA RÉGION DE MOUILA EN RELATION AVEC L'ÉVOLUTION KARSTIQUE DU SCHISTO-CALCAIRE DE LA NYANGA

par M. DELHUMEAU\*

## RÉSUMÉ

*A l'occasion de la cartographie pédologique au 1/200 000 de la région Fougamou-Mouila l'auteur s'est attaché à décrire les manifestations de style karstique qui marquent le paysage sur les formations schisto-calcaires du synclinal de la Nyanga de Fougamou à Ndendé.*

*Dolines, résurgences, buttes témoins calcaires avec cavernes et galeries souterraines souvent enrichies de stalagmites et de stalactites ont ainsi été reconnues.*

*Une étude des sols en relation avec le substrat géologique pose le problème plus général de l'évolution de la plaine schisto-calcaire et de la genèse des formes du relief que l'on peut observer actuellement, liée aux importantes formations gravillonnaires qui les accompagnent.*

*L'hypothèse de l'autochtonie est retenue ainsi que celle d'une chronologie concomitante entre l'évolution karstique du substrat géologique et une succession de phénomènes de concrétionnement puis de désagrégation des formations cuirassées en place expliquant l'absence de formations concrétionnées au centre des dolines.*

## SUMMARY

*On the occasion of pedologic mapping (1/200 000) of the Fougamou-Mouila area, the author wished to describe the karstic phenomena which shape the landscape on schistose-calcareous series of the Nyanga syncline from Fougamou to Ndendé.*

*Cockpits ; resurgences, calcareous outliers with caves and underground galleries often covered by stalagmites and stalactites have thus been examined.*

---

\* Maître de recherches. Centre ORSTOM de Cayenne — B.P. 165, Cayenne (Guyane Française).

*A soils study, connected with geologic bedrock, brings up the more general problem of the evolution of the schistose-calcareous plain and of the moulding of the landscape nowadays observable, connected with the near-by large deposits of fine gravel.*

*The theory of autochthony, as well as that of attendant chronology between karstic evolution of geologic bedrock and a sequence of concretions and then of weathering of hard pans in situ, has been retained, thus explaining the lack of concrete beds in the centre of cockpits.*

## PLAN

### I. INTRODUCTION

### II. CONTEXTE GÉNÉRAL

- a. Géologie
- b. Climat
- c. Végétation
- d. Hydrographie et relief

### III. ETUDE DES SOLS

- a. Sols ferrallitiques
- b. Sols hydromorphes
- c. Sols érodés de pente
- d. Sols à évolution podzolique

### IV. CONCLUSIONS

### V. BIBLIOGRAPHIE

## I. INTRODUCTION

La route de Fougamou à Ndendé, passant par Mouila, traverse une pénéplaine faiblement ondulée encadrée entre les hauteurs boisées du massif granitique du Chaillu à l'est et du schisto-gréseux des monts Tandou à l'ouest.

Cette région présente un paysage alterné de forêts et de savanes plus ou moins imbriquées, la forêt dominant au Nord et la savane au Sud.

En savane, où la vue est dégagée, on est aussitôt frappé par l'aspect karstique de la géomorphologie. Les dépressions fermées plus ou moins circulaires sont nombreuses, formant autant de petits étangs en saison des pluies.

Elles sont séparées par des collines peu élevées dont les sommets les plus hauts sont pratiquement tous à la même altitude ; leurs pentes montrent souvent des affleurements de gravillons ou même de blocs de cuirasse ; les coupes dues à la route confirment le fait que tous les points hauts sont concrétionnés.

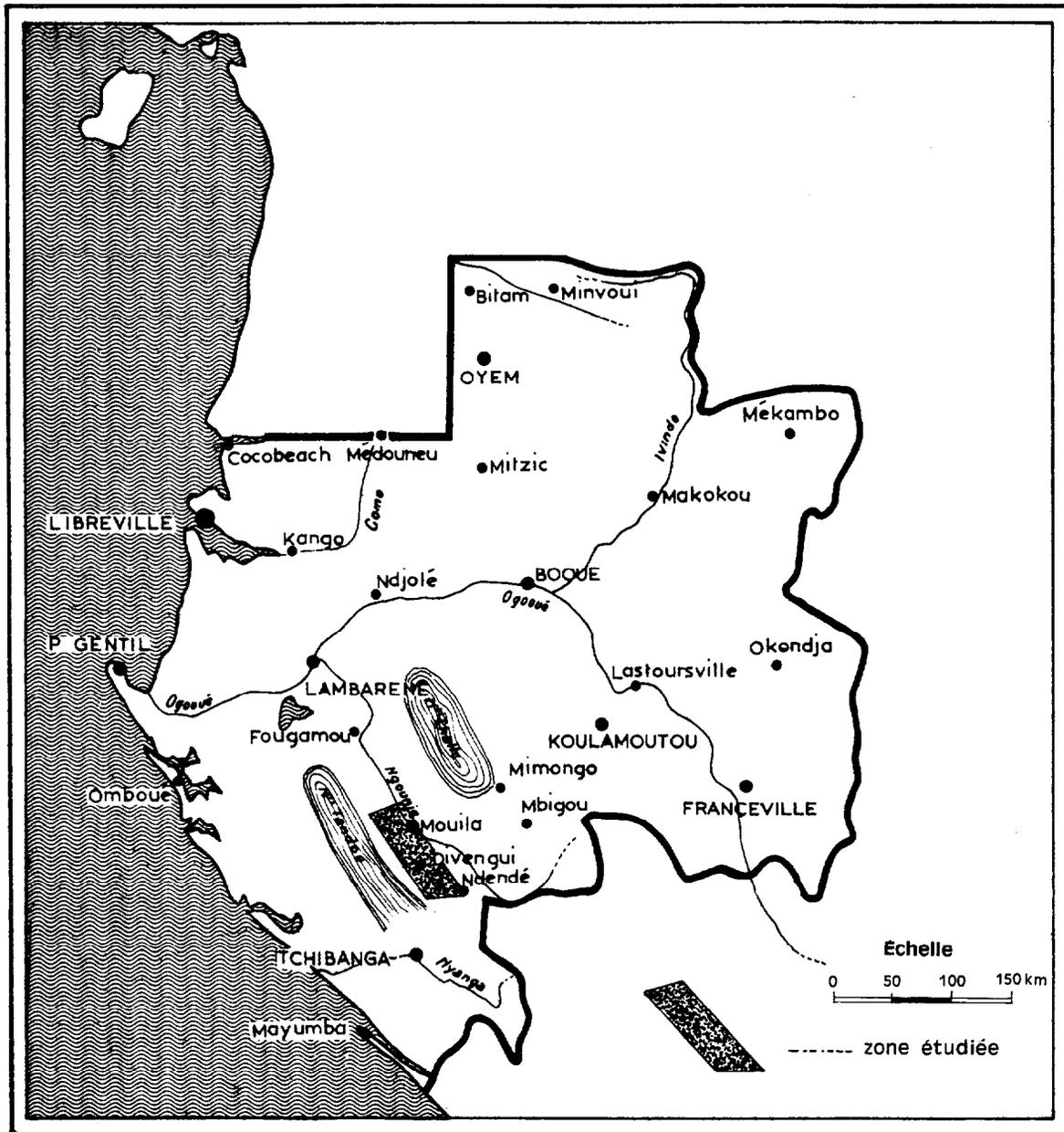


FIG. 1. — Croquis de situation.

Cette association, très visible en savane par suite du peu de hauteur du tapis graminéen, existe aussi sous forêt. Les dépressions y semblent toutefois moins marquées.

La région recèle aussi quelques buttes-témoins calcaires qui émergent du niveau général par des falaises ou des éboulis rocheux de 40 à 50 mètres de haut. Ces buttes sont percées de galeries et de cavernes à circulation d'eau intermittente où l'on peut voir quelques stalagmites et stalactites. Les résurgences des lacs bleus de Mouila et Ndendé complètent l'éventail des manifestations d'une altération karstique.

La présence d'un recouvrement gravillonnaire généralisé pose le problème de la chronologie relative des phénomènes karstiques et des phénomènes de concrétionnement et de leur évolution dans le temps. C'est ce que nous avons essayé d'observer à l'occasion de la cartographie des sols à 1/200 000 de la feuille Fougamou.

## II. CONTEXTE GÉNÉRAL

### a GÉOLOGIE

La région représente l'extrémité nord-ouest du synclinal de la Nyanga, extrême avancée du Mayombe sédimentaire. Ces séries sédimentaires ne sont représentées ici que par la partie moyenne et supérieure du schisto-calcaire et par les argiles et grès du schisto-gréseux.

Le schisto-calcaire, qui nous intéresse seul ici, se subdivise en plusieurs niveaux :

1 — Un niveau SC 1 très mal représenté : on ne le trouve que sporadiquement à l'Est de la Ngounié.

2 — Un niveau SC 2 qui se subdivise en deux :

*a* — un faciès SC 2a argileux lie de vin, qui n'a été reconnu qu'au Congo ;

*b* — un faciès SC 2b formé de marnes bleues silicifiées qui constituent un bel affleurement dans la résurgence du lac bleu de Ndendé sous forme de grandes dalles fracturées.

3 — Un niveau SC 3 subdivisé en trois faciès :

*a* — SC 3a constitué de calcaire dolomitique avec des bancs cryptocristallins : souvent des jaspes noirs ;

*b* — SC 3b formant des bancs de calcaires massifs fétides contenant quelques géodes à quartz bipyramidé ;

*c* — SC 3c représenté par des bancs très épais de calcaire magnésien.

Toutes ces formations correspondent à une sédimentation calcaire d'eaux peu profondes à formations organogènes.

Les affleurements rocheux sont très rares, l'ensemble de ces formations étant recouvertes d'un épais manteau d'altération constitué d'argile ocre-jaune et de débris de dolomie silicifiée.

Des phénomènes de cuirassement d'âge tertiaire, de grande amplitude, marquent en outre fortement les sols de la région sous forme d'épais niveaux de gravillons ferrugineux et de blocs de cuirasse englobant souvent des débris silicifiés.

TABLEAU 1

## CLIMATOLOGIE DE LA RÉGION ÉTUDIÉE

		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
PLUVIOMÉTRIE (Moyenne mensuelle) en mm	Fougamou	175	281	307	275	277	27	9	2	90	322	355	242	2 366
	Mouila	204	252	269	254	143	27	3	4	123	451	461	244	2 340
	Ndendé	126	201	219	168	168	5	0	0	10	196	314	256	1 668
EVAPORATION en mm	Mouila	51	50	56	54	45	37	39	56	61	66	56	54	626
TEMPÉRATURE  Mouila	Maxima moyens mensuels (Tx)	31,6	32,1	32,6	32,6	31,2	28,7	27,4	28	29,8	30,9	31,3	30,9	Moyenne $\frac{T_x \times T_n}{2}$
	Minima moyens mensuels Tn	22,5	22,5	22,3	22,4	22,2	20,8	19,3	19,9	21,5	22,3	22,1	22,3	26,1

## b CLIMAT (tableau 1)

La région étudiée, située sur le 2° degré de latitude sud est soumise au régime du climat équatorial : humide et chaud sans gros écarts de température, avec deux saisons sèches et deux saisons des pluies.

La petite saison sèche n'est en réalité qu'un ralentissement de la pluviométrie (150 mm par mois) car on se trouve déjà sous l'influence du régime équatorial de transition austral.

La pluviométrie dépasse généralement deux mètres ; les variations interannuelles sont de l'ordre de 1,7 et les mois les plus pluvieux atteignent 400 millimètres.

La température moyenne mensuelle très régulière oscille entre 25° et 32°, les écarts journaliers restant généralement inférieurs à 10°, les minima et maxima absolus enregistrés à Mouila étant 13° et 36°.

L'humidité de l'air reste toujours très élevée la nuit (taux toujours supérieur à 90 %). Dans la journée, surtout dans les savanes, ce taux peut descendre jusqu'à 50 à 40 %, mais pendant quelques heures seulement en début d'après-midi. En forêt, l'humidité, du fait de l'intense évapo-transpiration, reste très élevée toute la journée.

Malgré cette humidité atmosphérique, l'évaporation est importante : 626 mm à Mouila. Cela entraîne un déficit en eau en fin de grande saison sèche (fin juillet-août et début septembre), malgré un indice annuel de drainage calculé (HENIN - AUBERT) de 1 290 mm en prenant  $\alpha = 1$ .

## c VÉGÉTATION

La végétation est représentée par une formation herbacée que l'on est tenté d'apparenter aux steppes plus qu'aux savanes, du fait de l'absence presque absolue d'arbres au sein de la strate herbacée et du faible développement des graminées qui composent cette dernière.

Les sommets des buttes sont parfois couronnés d'un bosquet forestier qui semble être presque toujours d'origine anthropique : palmiers (*Elaeis guineensis*), manguiers (*Mangifera indica*), avec des ananas plus ou moins sauvages en sous-bois et des rudérales à la périphérie.

Les dolines ont généralement une végétation hygrophile à prédominance de joncs. Certaines sont cependant entièrement occupées par un bouquet d'arbres et celles qui sont en eau toute l'année sont toujours bordées d'une couronne d'arbres.

Les espèces les plus fréquentes sont en savane :

*Pobeguinea arrecta* qui forme des peuplements purs et donne aux savanes un reflet bleuté très caractéristique ; *Hypparhenia rufa*, *Hypparhenia diplandra*.

Quelques Andropogonées avec, par places, mais en peuplement peu dense, les arbustes suivants : *Anonna arenaria*, *Bridelia ferruginea*, *Syzygium febrifugum*, *Sarcocephalus esculentus*.

A la limite forêt-savane, on trouve toujours une couronne de végétation plus haute et plus dense, car souvent protégée des feux courants par l'humidité de la forêt. Les fougères grand-aigle (*Pteridium aquilinum*) y sont particulièrement abondantes.

Les galeries forestières abritent un grand nombre d'espèces souvent adaptées aux conditions hydro-morphes : *Uapaca guineensis* ; *Anthonota graciliflora* ; *Sarcocephalus pobeguini* ; *Aucoumea klainii* ; *Symphonia globuligera*.

En savane, le tapis végétal est souvent discontinu : les graminées forment de grosses touffes, parfois en relief, laissant 40 à 50 % de la surface à nu, ce qui favorise l'érosion en nappe.

Deux fois par an, ces savanes sont parcourues par des feux qui ne laissent subsister que les souches, sauf dans les zones basses où l'humidité est souvent suffisante, au moins lors de la petite saison sèche pour empêcher toute combustion.

Le fond des dolines brûle rarement. En saison des pluies il s'y développe une végétation en auréoles concentriques correspondant à une profondeur d'eau libre croissante avec : *Setaria anceps* ; *Leersia hexandra* ; *Cyperus imbricatus* ; *Killinga pungens*.

#### d HYDROGRAPHIE ET RELIEF

Encastrée entre les hauteurs abruptes du schisto-gréseux et celles du massif granitique du Chaillu, la plaine schisto-calcaire forme un contraste saisissant accentué par la végétation de savane qui permet de parcourir du regard les formes du relief.

Ce qui frappe de prime abord, c'est le nombre de dépressions fermées ou reliées entre elles en ensembles complexes par des pertuis à fonctionnement intermittent en fonction des pluies.

Ces dépressions sont séparées par des collines aux flancs plus ou moins raides. Des affleurements de blocs de cuirasse ou de gravillons ferrugineux soulignent certaines lignes de relief plus accusées.

On peut observer des alignements de dépressions correspondant à des lignes de fracture et de drainage privilégiées.

Le réseau hydrographique est dominé par la présence de la Ngounié, rivière importante qui sert d'axe d'écoulement et de niveau de base à toute la région. Les axes secondaires descendent du schisto-gréseux et rassemblent les eaux d'un réseau tertiaire diffus souvent interrompu par une dépression plus profonde qui ne déborde qu'en fin de saison des pluies.

Le relief, assez fortement disséqué dans le détail, ne présente cependant jamais de dénivelées importantes. La différence de niveau entre points bas et points hauts est de l'ordre de 20 m. Les points hauts sont sensiblement tous à la même altitude.

Il faut mettre à part quelques reliques d'un ancien niveau qui dominent la plaine de 40 à 50 m. Ce sont des buttes témoins calcaires couvertes de forêt qui surgissent du niveau général par l'intermédiaire de falaises ou d'éboulis abrupts. Elles sont toutes taraudées par les eaux et certaines (Divengui) ont même des cavernes avec circulation d'eau souterraine, stalagmites et stalactites.

Ces formes du relief sont indubitablement le résultat d'une évolution karstique. Mais du fait de la température, l'eau est très vite saturée en calcium d'où un réseau de dissolution probablement peu profond et un abaissement général de la plaine par dissolution généralisée des calcaires à l'exception de quelques pitons plus résistants parce que plus magnésiens.

Les sols se sont formés sur les résidus d'altération du schisto-calcaire : argile ocre jaune et tests silicifiés (cherts et jaspes).

### III. ETUDE DES SOLS

Les sols rencontrés se répartissent à l'intérieur de trois classes : classe des sols ferrallitiques partout où le drainage est bon, classe des sols hydromorphes dans les dolines et les axes de drainage, enfin classe des sols peu évolués sur les pentes ou le sommet des buttes lorsque le relief s'accroît légèrement. Exceptionnellement on trouve quelques taches de sols à évolution podzolique.

Tous ces sols sont étroitement imbriqués les uns dans les autres, formant une mosaïque en relation directe avec la topographie.

#### a CLASSE DES SOLS FERRALLITIQUES

Sous-classe des sols ferrallitiques fortement désaturés.

Groupe rajeuni.

Sous-groupe avec érosion et remaniement.

Famille sur schisto-calcaire de la Nyanga.

Ce sont des sols ocre, argilo-sableux ; la présence de pseudo-sables les fait paraître souvent plus sableux qu'ils ne le sont en réalité. La structure, mal définie, est en général fondue avec un débit facile en polyèdres plus ou moins fins, sauf en cas de dessiccation poussée du profil qui se prend alors en masse et devient très compact. Lorsqu'ils sont humides, leur cohésion est faible. La porosité est bonne jusqu'au niveau gravillonnaire partout présent à une profondeur plus ou moins grande selon l'intensité de l'érosion qui s'est appliquée aux horizons supérieurs.

Ce niveau gravillonnaire est formé essentiellement de gravillons ferrugineux rouge violacés, contenant des grains de quartz blancs, fréquemment pourvus d'une cuticule de quelques dixièmes de millimètres ; leur aspect extérieur est arrondi, lisse, parfois vernissé. On trouve souvent des blocs de cuirasse vacuolaire allant de quelques centimètres à plus d'un mètre de diamètre. Ces blocs englobent fréquemment

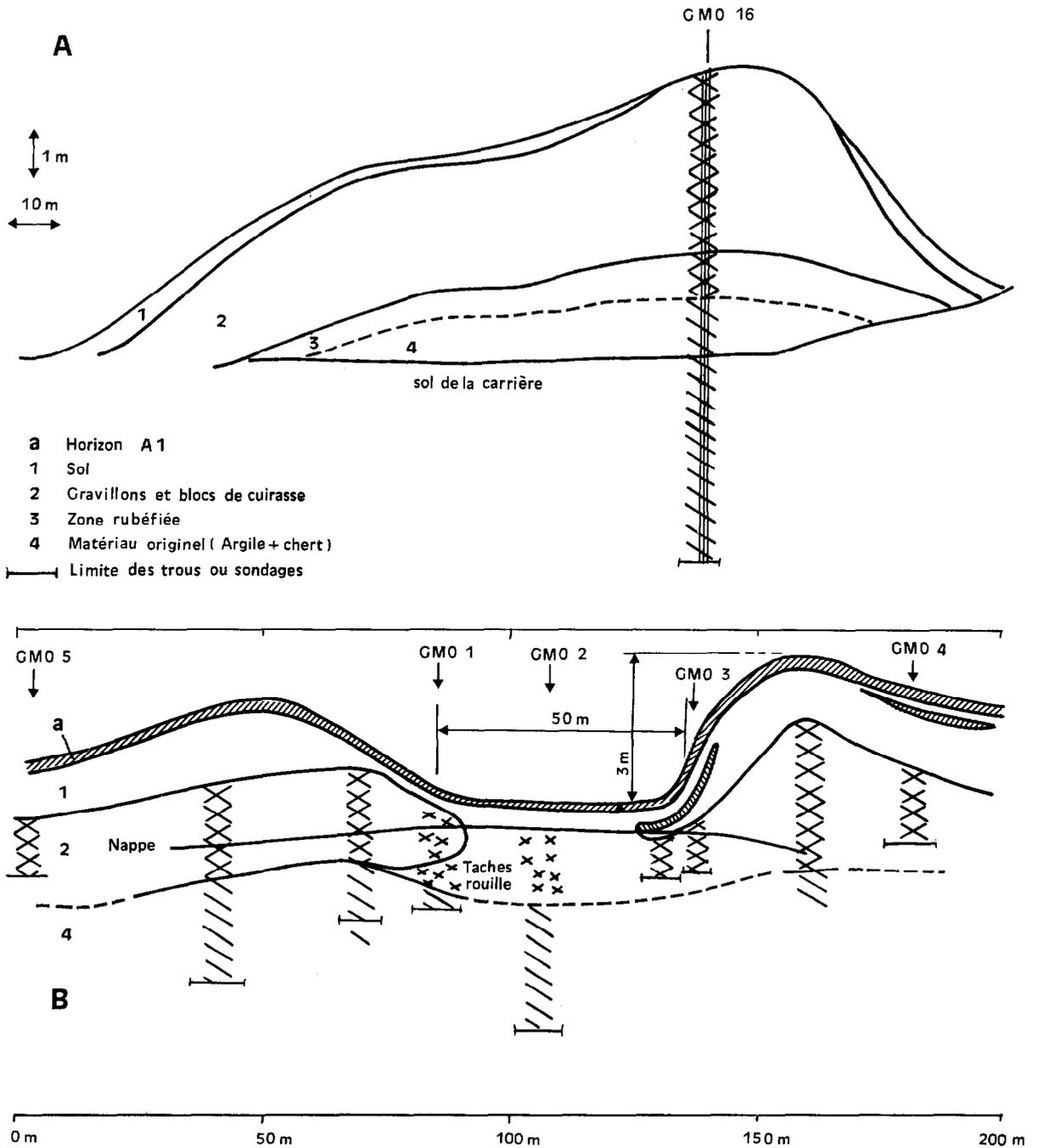


FIG. 2.  
 A. — Carrière de Mouila.  
 B. — Doline type.

des débris silicifiés gris ou des jaspes noirs, ce qui tend à prouver qu'ils se sont formés sur place au sein du niveau d'altération du schisto-calcaire.

Le niveau gravillonnaire contient aussi des cherts siliceux et des cailloux de jaspe dégagés de tout ensemble ferruginisé.

L'ensemble a couramment une épaisseur de 3 à 4 m, et repose sur un matériau légèrement différent des horizons de surface : teneur en argile plus élevée, présence de cherts siliceux, structure mieux définie de type polyédrique.

#### Profil type GMD 2 (fig. 3 III)

Proche d'un sommet de butte, pente 5 %.

Végétation : *Pobeguinea arrecta*, formant des touffes couvrant 70 % de la surface.

- 0 - 15 cm Humifère brun rougeâtre 10 YR 3/3, finement sablo-argileux, structure grumeleuse, nombreuses racines de graminées bien réparties, porosité bonne, peu compact. Transition progressive irrégulière.
- 15 - 25 cm Horizon de transition, langues de descente de matière organique gris brun sur un fond ocre.
- 25 - 220 cm Ocre, 10 YR 5/6 très homogène, argilo-sableux, structure fondue à débit polyédrique (massive jusqu'à 120-130), porosité assez bonne, rares racines, intense activité de termites. Transition brutale.
- 220 - 250 cm et plus. Horizon graveleux : gravillons ferrugineux rouge violacés et blocs de cuirasse peu durs incluant de nombreux débris de jaspes anguleux, quelques quartz, 20 % de terre fine entre les gravillons, ensemble très compact.

On peut raccorder ce profil à une carrière voisine qui permet de voir la transition entre l'horizon gravillonnaire et le matériau d'altération sous-jacent.

Carrière en bord de route entaillant une colline fortement érodée : les gravillons ferrugineux et les blocs de cuirasse affleurent (GM O 16, fig. 2 A).

- 0 - 15 cm Horizon faiblement humifère, gravillonnaire ; gravillons ferrugineux rouge violacés, arrondis, salis en surface par la matière organique, emballés dans argile sableuse brun foncé ; ensemble compact, porosité bonne, nombreuses racines fines de graminées (*Pobeguinea arrecta*).
- 15 - 320 cm Horizon gravillonnaire : gravillons ferrugineux et blocs de cuirasse arrondis allant jusqu'à 1 m de diamètre. Limite inférieure irrégulière : ondulations de 50 à 80 cm d'amplitude.
- 320 - 440 cm Ocre rouge, gravillonnaire, avec une grande proportion de cailloux de jaspes noirs et de débris silicifiés. Transition nette assez régulière.
- 440 - 900 cm Matériau originel : argile ocre brun avec nombreux cailloux anguleux de cherts et jaspes.
- 900 - 1000 cm Succession de bancs de cailloutis de jaspe et de chert engrenés les uns dans les autres, d'argile très grossièrement sableuse, d'argile limoneuse à toucher sériciteux, d'argile ocre finement litée. L'ensemble présente par endroits de légères ondulations. Par places présence de bancs lenticulaires de jaspe finement fragmentés.

TABLEAU 2

RÉSULTATS ANALYTIQUES RELATIFS AUX PROFILS GMO 2 ET GMD 16 (fig. 3 III et 4)

ECHANTILLON .....	GMD 21	GMD 22	GMD 23	GMO 161	GMO 162	GMO 163	GMO 164	GMO 165
PROFONDEUR cm.....	0 15	100 120	200 220	0 10	320 340	600 620	980 1 000	980 1 000
<b>GRANULOMÉTRIE</b>								
Refus % .....		4	11	28	47	32	34	3
Argile .....	36	49	52	44	46	26	38	26
Limon fin .....	9	9	6	6	13	26	39	37
Limon grossier .....	8	6	6	4	4	10	10	4
Sable fin .....	28	19	18	17	14	13	6	10
Sable grossier .....	18	15	17	28	21	24	7	22
<b>ACIDITÉ</b>								
pH eau .....	4,9	5,5	5,3	4,8	4,9	4,8	4,9	4,9
pH KCl .....	4,2	4,4	4,3	3,8	4,1	4,0	3,9	4,0
<b>MATIÈRE ORGANIQUE</b>								
Carbone ‰ .....	22,7	5,3		36,9				
Azote ‰ .....	1,50	0,56		2,31				
Acides humiques ‰ .....	6,89			6,93				
C/N .....	15,2	9,46		15,9				
<b>CATIONS ÉCHANGEABLES mé. %</b>								
Ca .....				0,47	0,16	0,16	0,16	0,16
Mg .....				0,25	0,03	0,03	0,03	0,03
K .....				0,18	0,04	0,04	0,06	0,03
Na .....				0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
Capacité d'échange .....				5,5	3,5	2,5		
Taux de saturation % .....				16	6	9		

Cette succession se retrouve partout, ainsi que nous avons pu nous en rendre compte, soit par l'examen de carrières, soit par sondages lorsque l'on arrive à traverser l'horizon gravillonnaire.

La végétation ne couvrant pas toute la surface, une érosion en nappe assez intense érode les sols dès que la pente dépasse 10 % : la périphérie des collines ne présente donc que des sols de faible épaisseur. Dès que la pente augmente, l'érosion s'accroît et l'on passe à des sols peu évolués d'érosion.

## b CLASSE DES SOLS HYDROMORPHES

Sous-classe des sols hydromorphes minéraux ou peu humifères.

Groupe des sols hydromorphes peu humifères à gley.

Sous-groupe des sols à gley de surface ou d'ensemble.

Si les centres des dolines ne sont que rarement occupés par une mare pérenne, ces dernières sont cependant toujours plus ou moins noyées en saison des pluies, ce qui provoque une évolution des sols

de type hydromorphe où la matière organique évolue bien. A la périphérie, et même parfois au centre, on trouve des horizons humifères enterrés, preuve d'un alluvionnement périodique à partir des collines encaissantes, et argument en faveur du phénomène d'approfondissement progressif de ces dolines.

En profondeur, on ne rencontre jamais l'horizon gravillonnaire dense, généralisé dans les sols voisins. Parfois totalement absent, et on arrive alors directement à un matériau originel analogue à celui observé sous les horizons gravillonnaires des zones hautes, il n'est généralement marqué que par quelques gravillons ferrugineux très altérés, souvent friables, ou même seulement par une recrudescence de taches ocre rouille ou ocre rouge plus ou moins indurées.

*Profil type GMO 2 (fig. 2 B).*

Doline de 50 m de diamètre.

Végétation : savane de faible développement à *Hypparhenia rufa*.

Nappe phréatique à 50 cm (observation au cours de la petite saison sèche).

- 0 - 10 cm Noir, très riche en matière organique (N 3/0), très argileux, structure grumeleuse mal définie, nombreuses racines fines de graminées, porosité bonne, ensemble assez compact. Transition nette.
- 10 - 200 cm Gris beige, 10 YR 7/1, argilo-limoneux, structure fondue à débit polyédrique, quelques traînées rouille à ocre rouge tendant à s'indurer en profondeur, présence de quelques cailloutis de quartz avec faces cristallines et de quelques cailloux de jaspe. Transition progressive.
- 200 - 330 cm Argile plastique, 10 YR 8/2, avec des taches rouille à structure concentrique autour de cailloux siliceux présentant une altération poudreuse en surface.
- 330 - 460 cm Argile blanche, 5 Y 8/1, compacte, avec très peu de taches ocre ; nombreux cailloux siliceux et de jaspe présentant une altération poudreuse en surface.

Parfois l'emprise de l'hydromorphie est moins forte : il suffit pour cela que le « bassin versant » de la doline soit très faible ou qu'un remblaiement important de cette dernière maintienne le niveau de la nappe à une profondeur suffisante. On a alors un sol complexe formé de dépôts successifs des matériaux ferrallitiques qui entourent la doline avec des influences plus ou moins marquées d'hydromorphie.

*Profil GMD 1 (fig. 3 III).*

Petite doline fermée de 40 m de diamètre, assez haute par rapport au niveau général du réseau de drainage. Le pourtour est très raide (pentes de 30 à 45 %) et les sols ont été totalement décapés ; les gravillons ferrugineux affleurent sur toute la périphérie.

- 0 - 15 cm Gris foncé, 10 YR 2/2 ; argilo-sableux ; structure grumeleuse très fine à particulaire ; nombreuses racines fines bien réparties ; ensemble meuble ; porosité bonne. Transition progressive.
- 15 - 70 cm Brun foncé, 10 YR 3/2 ; argilo-sableux fin, très homogène ; structure grumeleuse ; porosité bonne ; cohésion faible, ensemble peu compact ; encore de nombreuses racines. Transition nette.
- 70 - 95 cm Noir, 10 YR 3/1, humifère (ancien A1 enterré) ; argilo-sableux fin ; structure fondue à débit polyédrique ; porosité faible ; ensemble assez compact. Transition brutale.



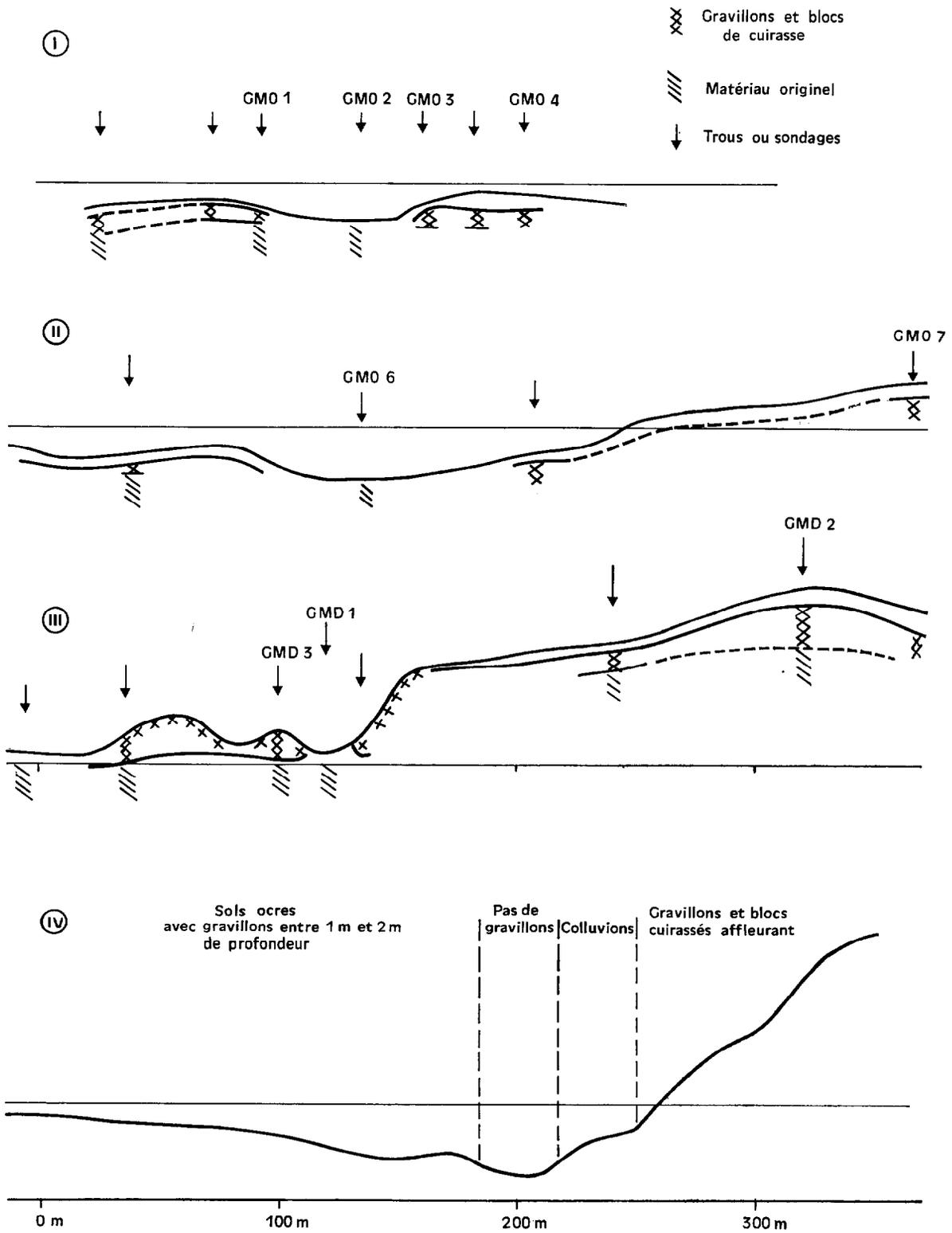


FIG. 3.

On peut interpréter ce profil où la roche-mère altérée n'a pas été atteinte comme un exemple d'approfondissement permanent dû à une solubilisation et à une évacuation du substratum. A cet enfoncement du sol correspondent des apports latéraux intermittents dus à des périodes d'érosion intense des pentes qui encerclent la doline, d'où une succession d'horizon A1 fossiles et la présence, à plus de quatre mètres de profondeur, de débris végétaux lignifiés.

Dans ce cas particulier, à 6 m de profondeur, nous n'avons pas rencontré de gravillons ferrugineux. On ne peut pas affirmer leur absence n'ayant pas atteint, à l'inverse des autres dolines, le matériau d'altération, mais il est fort probable qu'ici aussi le niveau gravillonnaire est absent.

### c CLASSE DES SOLS PEU ÉVOLUÉS

Sous-classe des sols peu évolués d'origine non climatique.

Groupe des sols peu évolués d'érosion.

Sous-groupe des sols régosoliques.

Faisant la liaison entre les sols ferrallitiques des buttes et les sols hydromorphes des fonds de dolines, on trouve toute une gamme de sols érodés de pente. Selon la pente, l'ablation a été plus ou moins forte et l'on doit généralement classer ces sols tronqués dans la classe des sols peu évolués régosoliques, les gravillons affleurent sur toute la surface.

La végétation à base de *Pobequinea arrecta* y est très clairsemée, et il faut de longues semaines pour que le tapis végétal se reconstitue après le passage des feux. Cela permet d'observer en surface de nombreux cailloux de jaspe noir anguleux à cassure conchoïdale, dus à l'éclatement sous l'influence des feux courants ou des variations de température diurnes.

Il est en effet possible, avec un peu de patience, de les reconstituer à partir des débris répartis sur quelques dizaines de centimètres carrés.

#### *Profil type*

Gravillons dès la surface, représentant 80 % du volume du sol.

0 - 20 cm Horizon gris, 10 YR 5/2, teinté par les cendres dues aux passages des feux et à la décomposition en place des racines de graminées.

20 - 150 cm Ocre, 10 YR 6/8, gravillons rouge violacés et blocs de cuirasse pisolithique emballés dans de l'argile sableuse, ensemble très compact, pas de racines.

Ces sols sont de règle lorsque les pentes dépassent 20 %. On n'observe jamais d'abrupts verticaux ni de déplacements vers le bas d'éléments gravillonnaires. Seuls les éléments fins sont entraînés vers le fond de la doline qu'ils colmatent.

### d SOLS PODZOLIQUES

Sous-groupe des sols podzoliques à pseudo-gley.

A côté de ce relief contrasté de dolines et de collines, il existe quelques rares étendues très planes, sableuses, où la végétation est particulièrement rase, souvent riche en joncs. Il s'y développe des sols podzoliques et des podzols de nappe. On n'y rencontre pas de gravillons ferrugineux.

*Profil type GMD 9*

- 0 - 12 cm Humifère, gris foncé, 10 YR 3/1, sablo-limoneux, structure fondue, porosité bonne, cohésion et compacité moyenne ; petite nappe perchée à 12 cm. Transition brutale.
- 12 - 28 cm Gris clair, 10 YR 7/1, avec quelques traînées brunes, 10 YR 4/1 de descente de matière organique ; sablo-limoneux ; très compact, porosité très faible ; structure massive ; induré. Transition très nette.
- 28 - 34 cm Accumulation de matière organique brun-foncé, 10 YR 3,5/2 ; sablo-limoneux ; structure massive, porosité faible ; ensemble compact. Transition nette.
- 34 - 45 cm Accumulation ferrique, brun rouille, 10 YR 5/4, fortement induré ; alios s'attaquant difficilement au piochon. Transition nette irrégulière.
- 45 - 75 cm Gris clair, 10 YR 6/2 ; sablo-limoneux très compact, quelques marbrures rouilles ou brunes mal délimitées ; porosité faible ; structure fondue. Transition progressive.
- 75 - 120 cm Gris brun, 10 YR 4/3, marbré de brun, quelques traînées brun-foncé ; structure fondue à débit polyédrique fin ; finement sablo-limoneux, compacité moyenne. Transition nette.

TABLEAU 4

RÉSULTATS ANALYTIQUES, RELATIFS AU PROFIL GMD 9.

ECHANTILLON	GMD 91	GMD 92	GMD 93	GMD 94	GMD 95	GMD 96	GMD 97	GMD 98
PROFONDEUR CM	1 10	15 25	28 34	40 45	70 70	100 120	160 175	200 210
GRANULOMÉTRIE								
Refus %	2,9	0,5	2,0	0,5	0,1	1,0	22,4	49,9
Argile	2,8	1,8	7,7	6,6	2,8	7,9	9,3	17,9
Limon fin	15,5	31,7	27,4	31,8	30,9	29,5	27,6	19,0
Limon grossier	21,0	20,1	20,6	22,4	20,6	18,3	13,7	15,3
Sable fin	42,2	31,6	29,7	26,7	31,9	30,5	29,1	31,3
Sable grossier	15,5	14,8	14,6	12,5	13,8	13,8	20,5	16,5
ACIDITÉ								
pH eau	5,5	5,4	5,5	5,2	5,7	5,4	5,5	5,4
pH KCl	4,8	4,7	4,2	4,5	5,1	4,9	4,8	4,4
MATIÈRE ORGANIQUE								
Carbone ‰	17,0	1,49	10,6	12,0	4,45		6,86	
Azote ‰	1,08	0,10	0,49	0,33	0,08		0,17	
Acides humiques ‰	1,03							
C/N	15,7	14	21,6	36,3	55,6		40,3	

- 120 - 150 cm Gris clair, 10 YR 6/1, marbré d'ocre rouille ; sableux ; très compact, porosité faible ; structure massive ; ensemble induré. Transition assez nette.
- 150 - 180 cm Brun gris, 10 YR 5/2 ; sablo-limoneux, structure fondue à débit polyédrique ; porosité moyenne, compacité moyenne. Transition nette irrégulière.
- 180 - 210 cm Matériau originel ocre jaune à blanc, 10 YR 6/6, riche en jaspe et en cailloux siliceux blancs ; finement sablo-limoneux très humide : identique au matériau originel que l'on rencontre aussi bien au centre des dolines que sous la cuirasse des points hauts.

Ces zones sont dépourvues de niveau gravillonnaire à l'instar des dolines, ce qui tend à faire penser que les unes et les autres ont évolué de tout temps en milieu gorgé d'eau impropre à la précipitation de sesquioxydes.

#### IV. CONCLUSIONS

La plaine d'altération du schisto-calcaire dans la région de Mouila se caractérise par trois unités géomorphologiques bien distinctes : les dolines ; les buttes gravillonnaires ; des zones parfaitement planes.

Ces trois unités ont cependant un caractère commun : leur autochtone.

##### a En profondeur, on retrouve toujours le même matériau d'altération :

- pas de réaction à l'acide (calcaire entièrement éliminé) ;
- cailloux de jaspe ou de chert anguleux, à altération poudreuse en surface, parfois cariés, souvent engrenés les uns dans les autres ;
- petits quartz bipyramidés très bien conservés ou à peine usés (reste des géodes à quartz signalées par DEVIGNE dans le SC IIIb ou quartz de néogène ?) ;
- argile ocre ou blanche selon les conditions locales de drainage, mais dont le pourcentage par rapport à la terre fine est partout de l'ordre de 40 ;
- sables formés essentiellement de quartz anguleux brillants à cassure conchoïdale, de quartz ou de fragments de quartz bipyramidés, de quartz fibreux ou de quartz cariés ou arrondis par altération en place semble-t-il. Ils ont alors un aspect saccharoïde et sont très friables. Ce dernier aspect est plus fréquent dans les sondages de bas-fonds. D'autres profils ont une proportion importante de sables, de jaspes ou de cherts gris ou noirs anguleux.

Ces caractères correspondent à un matériau autochtone (quartz anguleux, cailloux engrenés) représentant les impuretés d'une tranche de calcaire bien plus puissante, éliminée par dissolution.

Cette dissolution et cette élimination du calcaire se poursuivent actuellement en profondeur. C'est à ce niveau que l'on peut parler d'évolution karstique. Mais le relief actuel étant faible par rapport au niveau de base représenté par la Ngounié, il n'existe probablement pas de réseau karstique profond, mais seulement une surface irrégulière de dissolution en fonction de la pureté locale du calcaire et des axes préférentiels de drainage.

## **b Les sols aussi sont autochtones ou très faiblement allochtones**

— Les sables ne sont pas usés. Ils ont les mêmes caractères que ceux du matériau originel, quartz anguleux à sub-anguleux, quartz bipyramidés, jaspes anguleux et, dans les zones hydromorphes (dolines ou zones planes), on retrouve une proportion importante de quartz corrodés ou à altération saccharoïde. Il faut noter en outre la présence assez fréquente de micro-concrétions ferrugineuses ayant la taille des sables, d'origine pédogénétique.

— On trouve aussi, quoique moins fréquemment, quelques cailloux de jaspes anguleux.

L'allochtonie est de faible amplitude, elle correspond dans les dolines à un apport d'éléments fins à partir des hauteurs voisines.

Les maigres savanes qui végètent sur les collines ne couvrent en effet que 40 à 70 % de la surface du sol, d'où une érosion en nappe périodique qui, lors de certains paroxysmes, arrive à enterrer et fossiliser l'horizon A1 des sols de fond de doline.

Le cas particulier de quelques grandes étendues très sableuses peut s'expliquer comme étant le résultat de l'altération de bancs calcaires, plus résistants à la dissolution et très riches en impuretés siliceuses.

Les sols formés, toujours gorgés d'eau, ne se sont pas concrétionnés et la granulométrie très sableuse a permis, par érosion de nappe de faible amplitude, de maintenir la planéité de l'ensemble en dépit d'une dissolution peut-être irrégulière en profondeur.

## **c Les buttes présentent toutes un niveau gravillonnaire de 3 à 4 m de puissance qui présente des caractères d'autochtonie.**

— Ce niveau contient toujours des cailloux de jaspe ou de chert en nombre parfois important. Certains sont inclus au sein des blocs de cuirasse qui subsistent encore.

— Les sables, présents dans la matrice qui enrobe gravillons et blocs de cuirasse, sont anguleux : on trouve aussi des quartz bipyramidés.

— Les gravillons ferrugineux sont rouge violacé ou ocre-rouille ; ils présentent souvent une cuticule concentrique et un aspect extérieur vernissé. Ils englobent fréquemment de petits quartz anguleux ou même bipyramidés.

— Les blocs de cuirasse, généralement avec cuticule à la périphérie et aspect vernissé, ont une structure interne scoriacée et alvéolaire, englobant jaspes anguleux et argile ocre contenant des quartz anguleux. Il arrive de trouver des blocs de cuirasse pisolithique.

On peut considérer ce niveau gravillonnaire comme le résultat du démantèlement en place d'anciennes cuirasses de nappe ou d'horizons concrétionnés par suite de gauchissements et de tassements provoqués par l'altération et l'élimination des calcaires sous-jacents.

## **L'évolution de la plaine schisto-calcaire de Ndendé à Fougamou pourrait donc se résumer ainsi :**

1 — Altération du calcaire nouvellement exondé et début de formation des sols. Des vitesses différentes de dissolution créent un relief de style karstique.

2 — Les conditions climatiques étant favorables à une libération et une redistribution des sesquioxides, des cuirasses de nappe se forment partout où le battement de la nappe le permet : les dolines sont ainsi ceinturées de sols cuirassés ou concrétionnés.

3 — Ces formations ferrugineuses jouent un rôle protecteur vis-à-vis des calcaires sous-jacents et provoquent une concentration des eaux météoriques dans les zones basses par ruissellement, d'où une accentuation de la dissolution dans les zones non cuirassées et un abaissement général de la nappe qui fossilise les formations ferrugineuses.

4 — Démantèlement des cuirasses par tassements et gauchissements dus à la descente du front d'altération, entraînant de surcroît une érosion des points hauts.

5 — On arrive ainsi au paysage actuel :

*a* — Centre des dolines sans gravillons ni blocs de cuirasse avec des horizons organiques parfois profondément enterrés.

*b* — Périphérie avec taches rouille indurées pouvant être soit le résultat de l'altération de gravillons ferrugineux anciens, soit l'amorce d'un nouveau niveau de concrétionnement alimenté par le niveau gravillonnaire dominant.

*c* — Collines à niveau gravillonnaire grossièrement adapté à la topographie actuelle, n'affleurant que lorsque par suite d'un approfondissement trop rapide d'un point bas l'érosion s'accroît au point de décaper la totalité du sol.

## BIBLIOGRAPHIE

Annales météorologiques de la France d'Outre-Mer, 1951-1956.

BRUGIÈRE (J.M.), 1952. — Etude pédologique de la vallée du Niari. *I.E.C.*, Brazzaville, 326 p. multigr.

CHATELIN (Y.), 1954. — Etudes pédologiques dans les régions de la N'gounié et de la Nyanga. Mission du Gabon, Service Pédologique, *ORSTOM Libreville*, 2 t., 46+30 p. multigr.

DESCOING (B.), 1961. — Les savanes de la région de N'dendé. Phytosociologie et possibilités pastorales. *I.E.C.*, Brazzaville, 64 p. multigr.

DEVIGNE (J.P.), 1959. — Le précambrien du Gabon Occidental en Afrique Equatoriale Française et régions limitrophes. Thèse. *Bull. Dir. Mines, Géol. A.E.F.*, n° 11, 315 p.

GÉRARD (G.), 1958. — Carte géologique de l'Afrique Equatoriale Française au 1/2 000 000. Notice explicative. *Impr. Typographique d'édition*, Paris, 201 p.

KÆCHLIN (J.), 1961. — La végétation des savanes dans le sud de la république du Congo. *Mém. I.E.C. n° 10*, Mém. ORSTOM n° 1, Paris, 310 p.

KÆCHLIN (J.), 1962. — Famille des Graminées in : Flore du Gabon. Publ. sous la dir. de A. Aubréville. *Muséum hist. nat.*, Paris, 292 p.

LAMOTTE (M.), ROUGERIE (G.), 1962. — Les apports allochtones dans la genèse des cuirasses ferrugineuses. *Rev. Géomorph. dyn.*, XII, n° 5 10-11-12, pp. 145-160.

MAYOR (H.), 1961. — Quelques phénomènes d'altération de roches sédimentaires au bas Congo Belge. *Thèse*, Lausanne.

RENAULT (P.), 1959. — Processus morphogénétiques des karsts équatoriaux. *Bull. Ass. Géogr. fr.*, n° 282-283, pp. 15-26.