

Délégation Générale
à la Recherche
Scientifique et Technique

PARIS

Office de la Recherche
Scientifique et Technique
Outre-Mer

PARIS

A.C.C. - Lutte contre l'aridité
dans l'OUDALAN (Haute-Volta)

Rapport de la Mission Pédologique
MARS 1977

LEPRUN J.Claude
Pédologue
Maître de Recherches

LUTTE CONTRE L'ARIDITÉ DANS L'OULDALAN

VOLET PEDOLOGIE

RAPPORT de MISSION - J.C. LEPRUN Maître de Recherches

MARS 1977

1. - OBJET

Cette mission, demandée par Monsieur FAUCK, responsable ORSTOM de l'A.C.C., s'est déroulée du 15 MARS au 5 AVRIL 1977. Elle avait pour but, avant la réalisation de la cartographie au 1/50.000 des sols de la zone d'Oursi, d'aider par la caractérisation de sols intéressant certains secteurs, les utilisateurs des autres disciplines = agronomes, botanistes, agrostologues, géomorphologues, dont le relevé cartographique était quelquefois très avancé.

J'ai été pressenti pour ce travail, d'une part pour ma connaissance des sols de ces régions où j'ai travaillé, avec R. BOULET notamment, d'autre part pour ma participation à l'A.C.C. D.G.R.S.T. "Lutte contre l'aridité au Mali". L'une des zones sahéliennes maliennes concernées se situe au N d'Oursi (région de Gossi-Gao) et les objectifs de l'action sont proches de celle de l'Oudalan. Il s'avérait donc fructueux de comparer les deux zones avec la même optique, celle des rapports sol-végétation, avec en particulier l'examen des contraintes hydro-dynamiques.

Avant mon arrivée, les différents utilisateurs avaient matérialisé leurs demandes d'investigation pédologique par des croix sur un photomontage au 1/50.000.

Une soixantaine de fosses avait été ainsi demandée, la plupart isolées, à l'exception de certains transects de sols proposés par les géomorphologues et qui, par leur taille, augmentait de beaucoup le nombre des fosses à étudier.

Il ne m'a pas été possible de réaliser en entier ce travail. Pour plusieurs raisons :

- l'absence d'exposé, même succinct des problèmes et des données sur l'emplacement exact du profil demandé (une croix occupant 2 cm² sur une carte au 1/50.000 correspond à une surface de 25 ha sur le terrain comprenant des modelés, des roches, des sols et des plages de végétation différents)
- la possibilité de regrouper les problèmes voisins de certaines disciplines sur certaines zones - ainsi les zones sableuses dunaires - sans multiplier le nombre de fosses

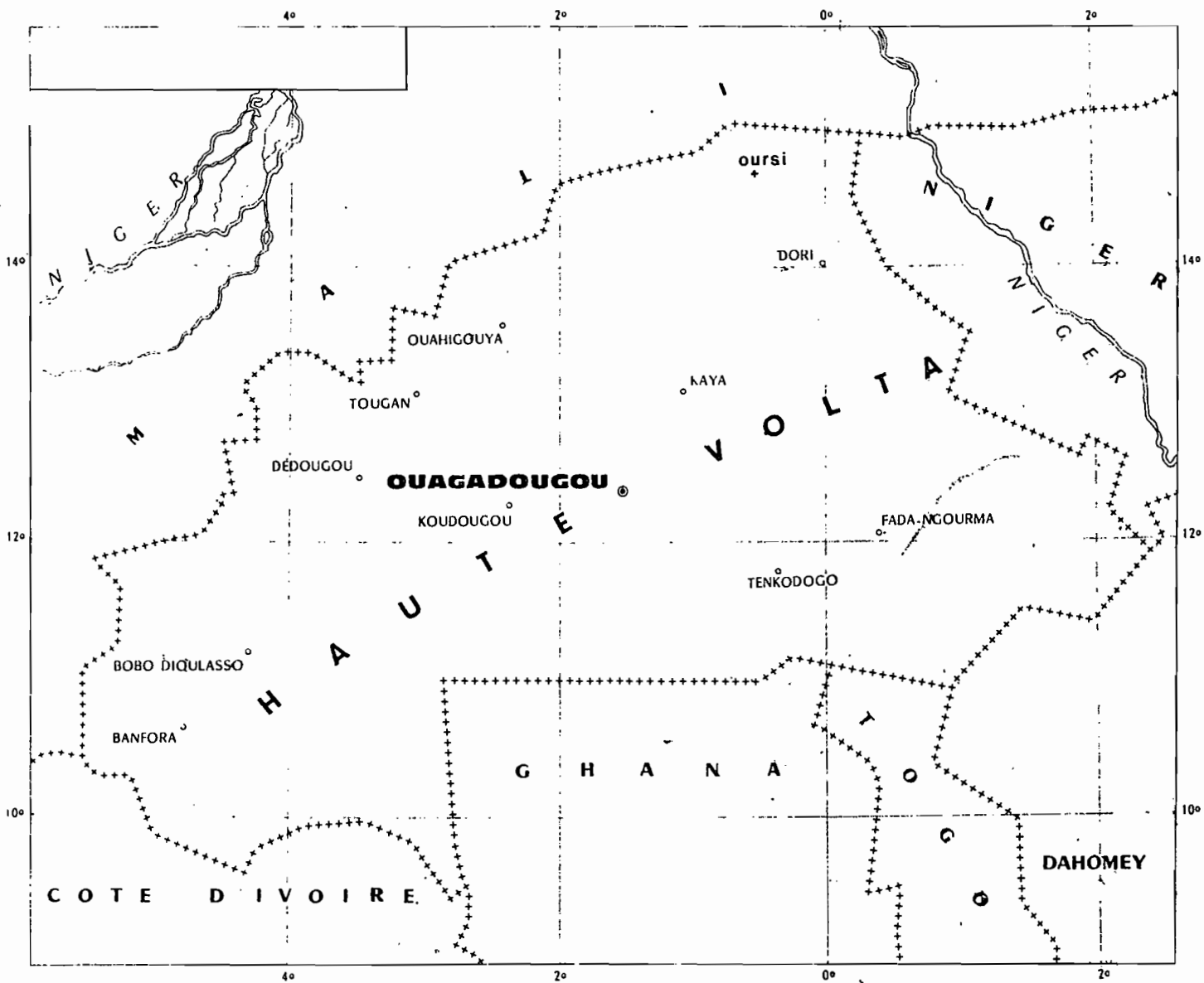


Fig.1_ SITUATION

- l'étude éventuelle concertée de certains profils au cours de la prospection nécessaire à la cartographie. Un grand nombre de fosses étant nécessaires à la réalisation de ce travail, certaines pourront être choisies en fonction des problèmes posés
- le choix de traiter en urgence la caractérisation des parcelles d'études déjà avancées des agronomes et des agrostologues, ceux-ci étant sur le terrain au cours de la mission
- le manque de temps.

L'étude par chaînes de sols a permis d'exposer, de soulever ou d'apporter des éléments de réponse à plusieurs des problèmes posés. Quatre séquences principales ont été réalisées et le nombre de fosses étudiées se monte à 58, y compris les fosses isolées et deux petites séquences situées dans les formations de "brousse tigrée" à 12 kms au N d'Oursi, en dehors de la zone d'étude (carte des emplacements des profils en annexe).

2. - TRAVAUX ANTERIEURS

Il me semble nécessaire de proposer tout d'abord un certain nombre de références bibliographiques concernant les sols ou les paysages de cette région ou des zones contigües.

Nécessaire parce qu'elles peuvent aider les utilisateurs qui prennent connaissance de ces régions, que ces travaux datent souvent, et ou sont peu connus, car n'intéressent pour la plupart que des travaux de tâche et des rapports à faible diffusion extérieure.

BOCQUIER G. (1971). - Genèse et évolution de deux toposéquences de sols tropicaux du Tchad. Interprétation biogéodynamique. - Thèse Sci. Strasbourg et Mém. ORSTOM, 62, 1973, 350 p.

BOULET R. (1967). - Nouveaux arguments en faveur de l'existence de deux ergs rubéfiés d'âges différents dans la zone sahélienne de l'Afrique Occidentale (Haute-Volta). - Actes VI^o Congr. Panafr. Préhist. Et. Quatern., p. 334-335.

(1968). - Etude pédologique de la Haute-Volta. Région Centre - Nord. - Rapp. ronéo. multigr. ORSTOM, Dakar, 351p.

BOULET R., LEPRUN J.C. (1969). - Etude pédologique de la Haute-Volta. Région Est. - Rapp. ronéo - multigr. ORSTOM, Dakar, 331 p.

+

GAVAUD M., BOCQUIER G. (1964). - Etude pédologique du Niger oriental. - Rapp. ronéo - multigr. ORSTOM, Dakar, 2 t., 350 p.

GAVAUD M. (1965). - Etude pédologique du Niger occidental. - Rapp. ronéo - multigr. ORSTOM, Dakar, 2 t. 513 p.

DELFOUR J., JEANBRUN M. (1970). - Notice explicative de la carte géologique au 1/200.000 Oudalan. - Edit. BRGM, 57 p.

DELFOUR J. (1965). - Géologie de la partie N du Cercle de Dori (Haute-Volta). - Rapp. multigr. BRGM, Haute-Volta, 205 p.

LEPRUN J.C., MOREAU R. (1968). - Etude pédologique de la Haute-Volta. Région : Ouest-Nord. - Rapp. ronéo - multigr. ORSTOM, Centre de Dakar, 341 p.

+ BOULET R. (1974). - Toposéquences de sols tropicaux en Haute-Volta : équilibres dynamiques et bioclimats. - Thèse Sci.Nat., Strasbourg, multigr. 330 p.

LEPRUN J.C. (1969) - Evolution géomorphologique de la vallée du Sourou et de ses bordures voltaïques. - Trav. Et. Rech. Maît. Géogr. Fac. Lettres Dakar, 49 p.

(1971). - Nouvelles observations sur les formations dunaires sableuses fixées du Ferlo Nord-Occidental (Sénégal). - Ass. Sénég. Et. Quater. O. Afric. ASEQUA, Bull. liaison, Dakar, n°31, p. 69-78.

(1976). - Rapport préliminaire de la mission pédologique dans le Gourma du Mali. A.C.C D.G.R.S.T "Lutte contre l'aridité". - Rapp. ronéo multigr., ORSTOM Dakar, 25 p.

NEYBERGH H. (1970). - Enquêtes sur le développement minier dans le N.E. Evaluation des gîtes vanadifères d'Oursi.-Rapp. 4., Progr. ONU pour le dévelop. Haute-Volta. multigr. 39 p. annexes.

PERREIRA - BARRETO S. (1961). - Etude pédologique de la cuvette de Dori (Haute-Volta). - Rapp. ronéo..ORSTOM, Dakar, 66 p.

3. - LES SOLS

Rappelons brièvement comme éléments importants de la pédogenèse que le climat sahélien, accuse une saison sèche stricte de 8 mois, et que la pluviosité, facteur climatique le plus important est en moyenne un peu inférieure à 500 mm (491 à Markoye, 540 à Dori).

Les variations interannuelles sont importantes et s'il est tombé à Oursi 426 mm en 1976, à Dori en 1975 on n'a relevé que 335 mm.

A. - La répartition des sols suivant la topographie et les roches-mères

1) Toposéquence de la mare d'Oursi (Fig. 2)

a) Description : Orientée N.S en bordure de la mare, elle est ensuite alignée vers le S.S.W. La roche-mère a été reconnue sur toute sa longueur comme étant un granite orienté à gros grain et amphibole, que j'appelle migmatite. La carte au 200.000^e de DELFOUR (1965) indique un granite alcalin.

En amont, des affleurements interpénétrés de granite, migmatite, amphibolite et schistes, terminent la séquence et donnent une idée de la complexité que peut présenter le substrat géologique.

Comme l'indique le profil en long de la fig. 2 dressée au niveau et sur lequel on a reporté les données pédologiques, on trouve schématiquement du bas vers le haut des profils :

- au-dessus de la migmatite un horizon d'altération argileux, à argiles 2/1 dominantes (gonflement, teintes, structure) à concrétions et nodules calcaires fréquents (profils 23-25-26-27). En amont du 27 l'altération 2/1 diminue en importance au profit de la kaolinite.
- un horizon gravillonnaire comprenant des nodules ferrugineux pisolithiques à cortex lamellaires, de faux pisolithes sans cortex, et des débris indurés de taille diverse ne dépassant pas 2-3 cm à l'aval, mais plus important en amont
- + de l'aval jusqu'au profil 27 ces nodules dont la taille décroît vers la mare sont situés au sommet et dans l'altération argileuse 2/1. Dans les

TOPOSEQUENCE MARE D'OURS

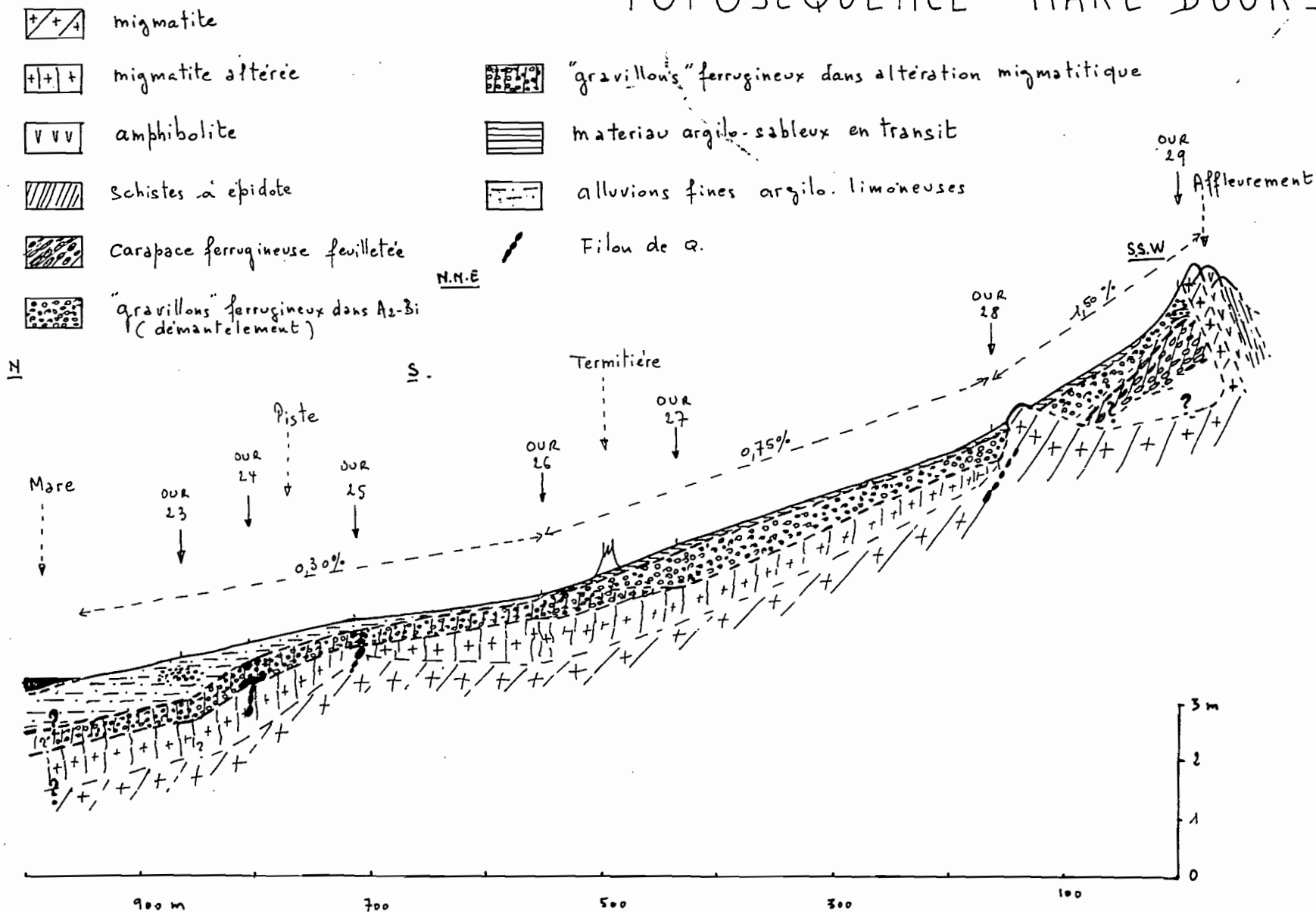


Fig. 2. TOPOSEQUENCE de la Mare d'Oursi

- coupe levée au niveau -

- LEPRUN 1977 -

profils à inondation annuelle prolongée (23-24) l'altération argileuse est fortement calcaire dans sa masse et les petits nodules ferrugineux ronds se détachent de leur matrice argileuse en laissant une pellicule d'arrachage de fer

- + en amont du profil 27 les "gravillons" ferrugineux sont des débris de 2 à 5 cm présentant le plus souvent un cortex lamellaire fin de fer. Ces nodules se trouvent au sein de couple d'horizons A 2 lessivé et Bi il-luvial, ces derniers partiellement constitués d'argiles 2/1
- + en sommet de pente, l'horizon "gravillonnaire" passe en profondeur à une carapace ferrugineuse lamellaire ou feuilletée fragile assez épaisse.

- Les horizons supérieurs sont constitués :

- + en aval, d'alluvions argilo-limoneuses à lentilles gravillonnaires fines fréquentes. L'épaisseur de ces alluvions bien caractérisées par leur texture, les conduits racinaires rouilles, impliquent une hydromorphie prolongée et leur structure lamellaire fine en surface décroît rapidement vers l'amont et cesse au niveau du profil 26. L'installation des premières grandes termitières épigées (*Bellicositermes*) fuyant l'engorgement, marque la bordure de cette limite
- + dans les parties médianes et amont par un matériau argilo-sableux ou sablo-argileux lamellaire, encroûté en surface, à porosité bulleuse sous cette croûte, en discontinuité nette avec l'horizon sous-jacent. Tous ces caractères militent en faveur d'une dynamique de transit de ces matériaux, transit dont la cause serait l'érosion hydrique en nappe, discrète mais renouvelée, et dont une partie des fines parviendrait à la mare.

L'épaisseur de ces horizons en varie pas avec la pente.

Nous avons donc la répartition suivante :

- à l'aval des sols hydromorphes minéraux moyennement vertiques à pseudogley sur alluvions argileuses, au-dessus d'altération migmatitique
- dans la partie médiane des sols bruns subarides vertiques sur migmatite
- en amont un sol carapacé que l'on pourrait appeler sol ferrugineux lessivé carapacé
- les sols gagnés sur la mare qui s'assèche sont sur la bordure S de la mare des vertisols topomorphes à structure prismatique large de surface (profil 43 et HVA 20).

b) Interprétations et conséquences :

- Les alluvions montent jusqu'au profil 26, c'est-à-dire à la fin du mois de Mars, à 1,40 m du niveau de l'eau libre. Les hautes eaux ne montent donc pas plus haut et la zone inondable hydromorphe n'a donc qu'une largeur de 450 m. La bordure de cette zone est bien visible sur photographies aériennes et correspond à la limite de l'unité 32 de la carte géomorphologique
- en position de bon drainage (partie amont) les migmatites individualisent une carapace ferrugineuse lâche, et une petite quantité d'argiles gonflantes est décelable vers le bas du profil 29
- lorsque le drainage diminue, l'altération argileuse 2/1 augmente, le calcaire s'exprime sous forme de nodules

- les niveaux gravillonnaires des horizons A 2 et Bi de la portion médiane sont interprétés comme des nodules patinés provenant du démantèlement de la carapace lâche du profil 29 sous l'action des horizons A 2 c'est-à-dire du passage de l'eau. Le démantèlement des nodules rognoneux en nodules simples plus petits se prolonge vers le bas de pente en même temps que l'épaisseur du niveau gravillonnaire diminue. Sous les alluvions, en aval, ils se retrouvent mélangés dans la masse des altérations migmatitiques verticales par les phénomènes de gonflement et de dessiccation successives.

La nature fortement calcaire de l'emballage et la présence d'eau (réduction) déterminent une mobilisation du fer (pellicules d'arrachage du cortex des "gravillons") et son concrétionnement dans l'horizon de pseudo-gley. A la limite, la fonte des nodules et le concrétionnement peuvent concourir aux mêmes formes morphologiques.

- ces précisions sont nécessaires car une observation insuffisante pourrait conduire à voir dans l'horizon argileux une induration sous la forme d'un carapacement ferrugineux qui est en réalité calcaire
- de même, l'examen des profils 24 et 25 pourrait amener l'observateur à penser que les gros quartz anguleux ou à coins émoussés situés sous les alluvions, à la partie supérieure de la roche altérée verticale, sont le résultat d'un pavage par colluvionement. Le profil 25 montre que ces amas de débris de quartz sont en réalité des amygdales et filons de quartz dis-joints, latéraux ou obliques sans rapport toujours évident avec la roche de la base du profil.

c) Répartition de la végétation : Les bords immédiats de la mare sont dépourvus de strate arborée ou arbustive. C'est le domaine du bourgeu (Echinochloa stagnina)
Le premier grand arbre apparaît à la hauteur du profil 24, c'est un Bauhinia reticulata. Plus haut la bordure boisée des terres exondées comprend Bauhinia, Balanites, Ac.seyal et adansonii, Panicum laetum et Cassia tora. Apparaissent ensuite vers les profils 26-27 : Combretum aculeatum, Schoenfeldia, Leptadenia hastata. Toute la partie haute de la séquence est très pauvre en espèces lig-neuse et herbacée.









2) Toposéquence du campement O.R.S.T.O.M (Fig. 3)

- a) Description : Grossièrement orientée E.W cette séquence recoupe tout un interfluve de plus de 3 km en passant par une parcelle de l'I.E.M.V.T, et le campement.

La coupe en long montre :

- une zone alluviale de matériaux fins et lentilles gravillonnaires dans chacun des deux talwegs. Le profil 34 est un sol brun subaride hydromorphe, le profil du marigot situé à l'E, un sol brun subaride verticale
- une zone de matériau en transit (lamelles fines successives) en quart inférieur de pente à sols bruns subarides verticales ou à faciès solonetzique
- une zone médiane et haute de matériau d'altération en place (sols bruns subarides modaux ou faiblement verticale) sans horizon de dépôts de matériaux fins, mais recouverts par 4 à 5 cm de sables stratifiés et de gros quartz fréquents qui laissent supposer un léger décapage superficiel des fines
- un changement de roche à mi-versant : schistes birrimiens à filons quartzueux en amont, migmatite à amphibole à l'aval. A l'intérieur de ces deux

TOPOSEQUENCE CAMPEMENT

-  migmatite altérée
-  schistes birrimiens
-  passée de Q
-  matériau d'altération en place
-  matériau argilo. sableux en transit
-  alluvions fines argilo. limoneuses
-  gravillons } en surface
et graviers }
-  microrides sableuses

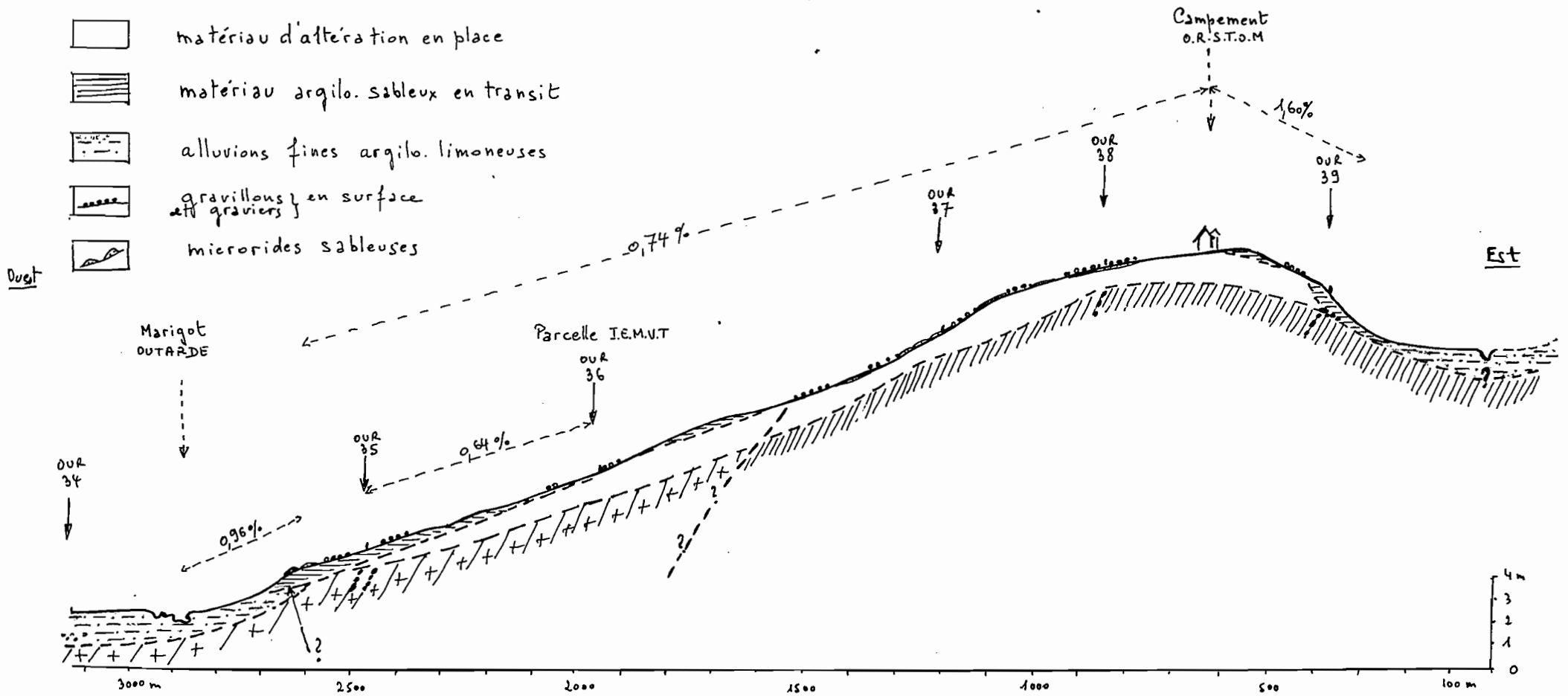


Fig. 3. TOPOSEQUENCE du CAMPEMENT O.R.S.T.O.M

- coupe levée au clinimètre -

- LEPRUN 1977 -

types de roches les faciès changent et modifient quelque peu les horizons.
Ainsi dans le profil 38 l'individualisation de nodules calcaires pourrait être reliée à l'apparition de l'épidote dans les schistes.

b) Conséquences :

- La majeure partie amont de l'interfluve est constituée de matériaux pédologiques en place issus de l'altération in situ des roches-mères. Seules les portions en aval supportent une mince couverture en transit et les alluvions des talwegs
- les changements de roches ne se manifestent pas de façon tranchée sur les caractéristiques de surface
- les versants sont assymétriques dans la forme, mais analogues en ce qui concerne la répartition des matériaux.
Les talwegs sont très plats, à incision peu marquée.

c) Répartition de la végétation : La zone alluviale est assez densément couverte de Schoenfeldia gracilis, d'un tapis plus clairsemé de Panicum laetum. La strate arborée est assez lâche : Acacia seyal et Ac. Adansonii.

En bas de versant, la strate graminéenne et arbustive s'éclaircit et apparaissent Balanites aeg. et Acacia rad.

Sur le reste du versant des pieds isolés d'Acacia laeta, raddiana, seyal, adansonii, hordacea, se partagent la surface avec de petites plages sableuses supportant Schoenfeldis gracilis et Urochloa tricopus.

3) Toposéquence du marigot Taïma (Fig. 4)

a) Description : L'ensemble des fosses recoupe un granite calco-alcalin.

- La plaine alluviale est très étendue : 600 m, soit un peu moins de la moitié de l'interfluve.
Les matériaux alluviaux sont épais, et constitués d'éléments fins au centre et grossiers sur les bords.
- Le versant se subdivise en deux parties séparées par un affleurement granitique :
 - + la portion basse : au-dessus du granite altéré à argiles 2/1 dominantes et nodules calcaires fréquents (13-14) apparaît un horizon de "gravillons" ferrugineux et de gros quartz anguleux emballés dans un horizon argileux illuvial (Bi), puis un horizon conséquent de matériau de texture diverse mais à pôle sablo-argileux dominant qui s'épaissit vers l'aval et repose en discontinuité sur les "gravillons". Au-dessus on note dans la majorité des cas, la présence de sables stratifiés
 - + la portion amont : mêmes horizons supérieurs mais les "gravillons" passent en continuité à une cuirasse ferrugineuse massive peu dure (creusable à la pioche). Cette cuirasse se poursuit en profondeur par un niveau d'altération d'argiles tachetées. Nous n'avons pas atteint la roche, mais les argiles tachetées présentent déjà la structure du granite sous-jacent.

TOPOSEQUENCE TAÏMA

S.S.E

N.N.W

- ++ granite sain
- +|+|+ granite altéré
- S+S+ altération kaolinique n.n. cuirasse
- débris de filons de Q.
- gravillons ferrugineux (démantèlement de cuirasse)
- ▨▨▨▨ cuirasse ferrugineuse
- ▨▨▨▨▨▨ matériau sablo. argileux en transit (éolien + colluvio. alluvial)
- alluvions sableuses grossières
- lentilles gravillonnaires

- ▨▨▨▨▨▨▨▨ alluvions fines argilo. limoneuses
- sables éoliens stratifiés

Marigot Taïma

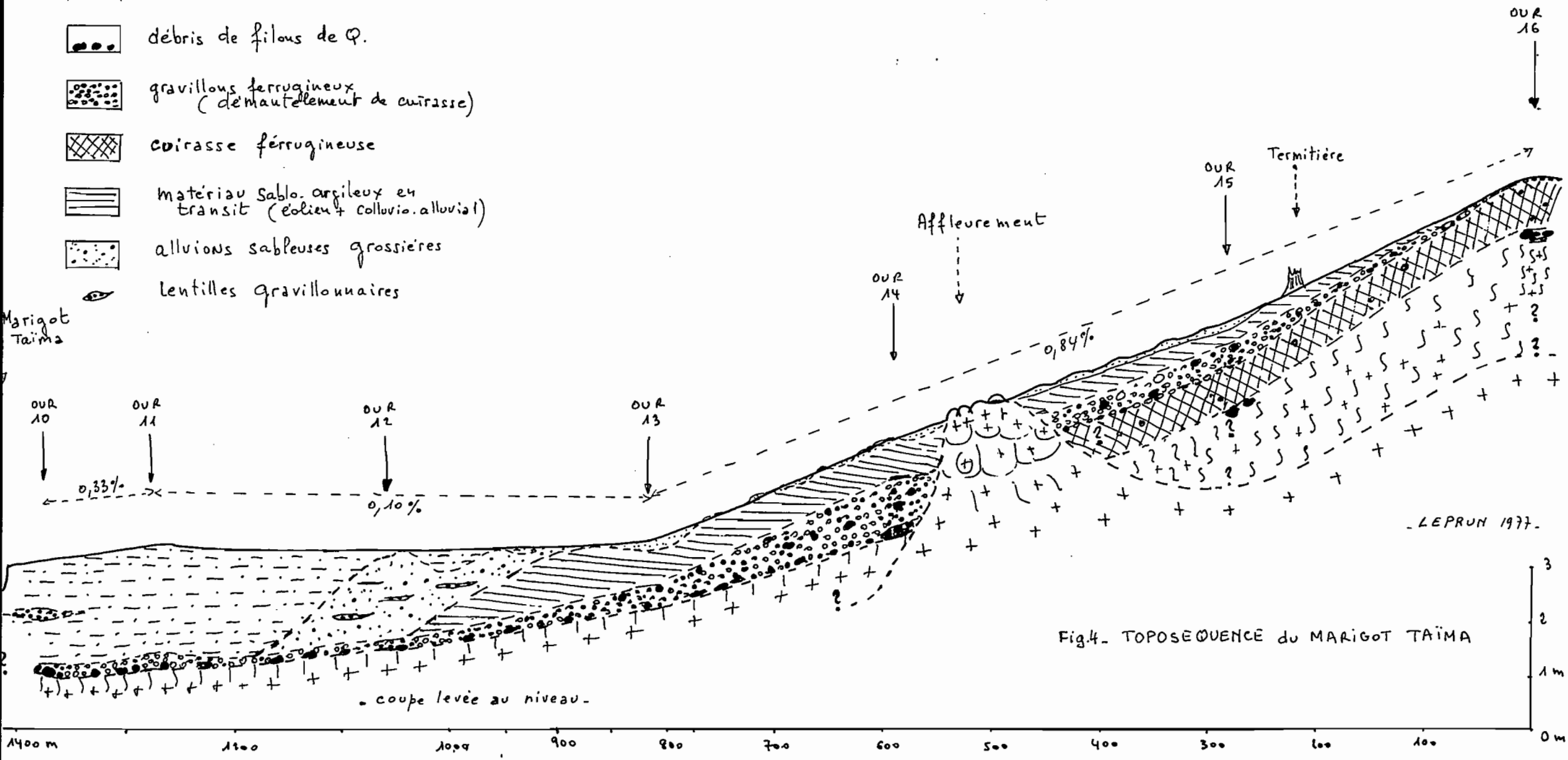


Fig.4. TOPOSEQUENCE du MARIGOT TAÏMA

b) Points remarquables et interprétations

- On relèvera l'importance de la masse alluviale en regard du lit mineur minime du marigot actuel. Les alluvions grossières excentrées peuvent figurer les dépôts en masse de la rive convexe d'un cours d'eau (Barre de méandre). Le lit actuel de la Taïma présente localement de tels phénomènes, avec une extension réduite.

Ces alluvions paraissent donc inactuelles. On notera la pente inverse de la portion OUR 11 - 13 (0,10%)

- la destruction de la cuirasse amont semble donner d'abord au-dessus, puis latéralement, l'horizon gravillonnaire qui s'amincit beaucoup vers l'aval. Un certain tassement de cette cuirasse est visible en 15 et 16 : les blocs et parpaings de quartz des filons et de la masse cuirassée se concentrent et se fauchent à la base de l'horizon induré, au contact avec les argiles tachetées
- un profil entaillant la berge du marigot Taïma (OUR 5) montre 170 cm d'alluvions diverses successivement sablo-limoneuses, argilo-limoneuses, et sableuses grossières, reposant sur la migmatite altérée, montmorillonitique, avec une abondante nodulation calcaire. Le passage à la roche saine se fait vers 330 cm
- le lit du marigot ne montre pas de débris grossiers quartzeux ou ferrugineux. Au-dessus d'un sable grossier emprunté aux arènes granitiques amont se dépose une couche d'éléments plus fins. Les éléments les plus grossiers sont des nodules calcaires arrachés à l'altération sous-jacente formant le plancher du lit. Ce pavage grossier qui apparaît tout d'abord sous les alluvions comme des éléments apportés, ne sont en fait que les éléments grossiers résiduels en place d'un plancher d'altération dégagé superficiellement de ses éléments fins par le courant
- l'épaisseur de l'horizon de transit du versant sur les niveaux gravillonnaires paraît important comparé à celui des autres séquences. Il croît vers l'aval, mais semble en partie antérieur aux alluvions grossières inactuelles qui s'appuient sur lui. Les plus importants axes de drainage de la zone alluvionnent peu actuellement
- les horizons profonds du profil OUR 14, situé en contrebas des affleurements sont encore humides à la fin du mois de MARS.

c) Répartition de la végétation : La plaine alluviale est le domaine des Schoenfeldia gracilis et Panicum laetum, avec peu d'arbustes ou souvent en très mauvais état (OUR 12). Les bords du marigot sont ourlés d'arbres de belle allure : Anogeissus leiocarpus, Balanites, Courbretum aculeatum, Boscia augustifolia, Grewia bicolor, Ac. raddiana, Ziziphus ...

Entre les profils 14 et 15 la végétation arbustive augmente et forme des taches rondes dans lesquelles apparaissent des termitières.

Certaines plages sont nues, d'autres sont constituées d'arbustes morts, d'autres enfin présentent une végétation vivace et même des repousses vertes. C'est le cas de la tache entourant le profil 14 encore humide.

Le sommet de l'interfluve a une végétation pauvre de Pterocarpus lucens et quelques touffes, rares, d'Aristida adscensionis.

TOPOSEQUENCE POLAKA

- + + granite alcalin à gros grain
- /+/+ arène granitique ± ferruginisée et lessivée
- + + + couple d'horizons A₁/B₁ dans matériau d'arène
- . . . Horizons A₁₁ et A₁₂. Transit visible en A₁₁.

Sud

Nord

Affleurements
granitiques
Pluviographe PPG

OUR
30

OUR
31

OUR
32

OUR
33

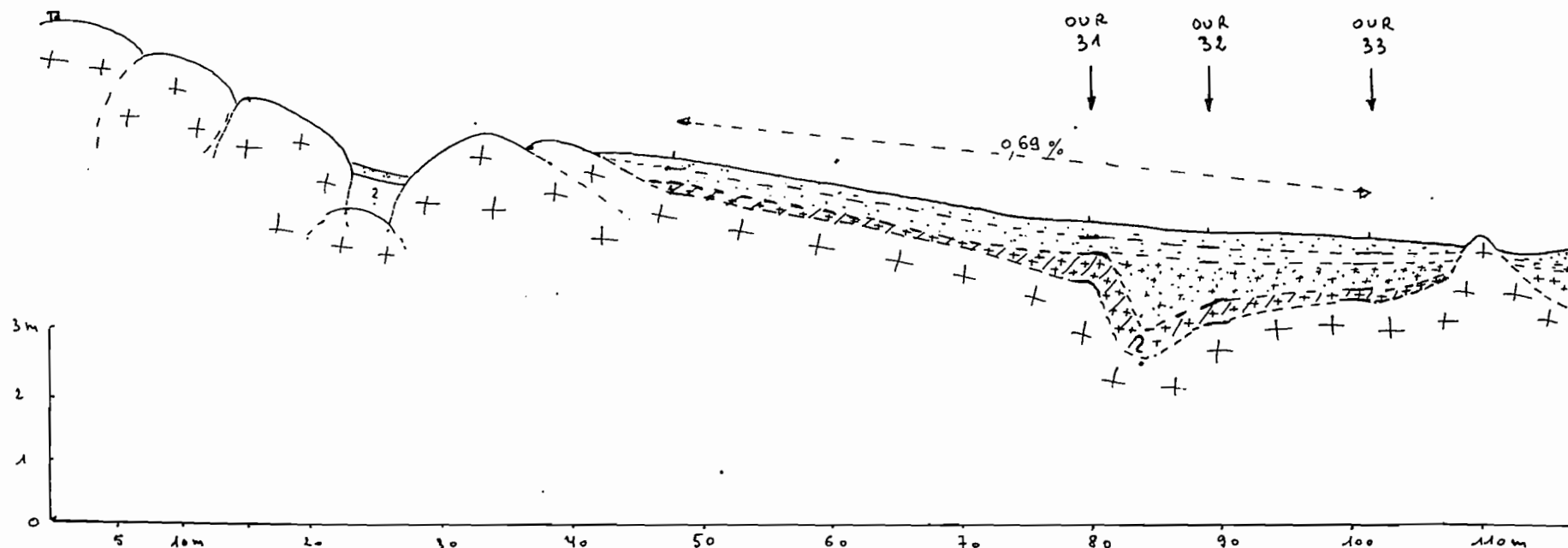


Fig. 5. TOPOSEQUENCE de POLAKA

- coupe levée au niveau -

- LEPRUN 1977.

4) Toposéquence de Polaka (Fig. 5)

Très courte, entièrement située sur un granite alcalin à orthose, à très gros grains, la séquence s'étend d'un affleurement de chaos granitique à grains plus fins, à de petits affleurements en aval.

La pente est assez régulière (0,70%). Les sols peuvent être dénommés sols ferrugineux tropicaux peu lessivés en 30 et 31, lessivés en 32 et 33.

Un horizon de transit lamellaire A_{11} est régulier sur toute la pente. Dessous, en A_{12} , le transit est moins évident.

Un ressaut de la roche détermine un approfondissement en aval du profil 32 et le développement de couple d'horizons A_2 /Bi dans le matériau d'arène granitique. Cette poche conserve longtemps les eaux écoulées de l'amont et aussi de la portion de l'aval dont la pente du bed-rock est l'inverse de celle de la topographie.

C'est cet écoulement qui est responsable des horizons A_2 et Bi et de l'horizon d'arène légèrement ferruginisée et partiellement lessivée du front granitique. Les pentes figurées sur le schéma sont visibles dans les fosses.

Cette concentration de l'humidité permet la survie d'espèces spécifiques des bas-fonds (Dalbergia melanoxyloides ...) et d'espèces plus courantes Commiphora, Balanites, Pterocarpus, auxquelles se joignent Leptadenia hastata, Schoenfeldia, Aristida, Pennisetum pedicellatum et plus rarement Tetrapogon cenchrifolius.

La portion du profil 32 est nue, celle du profil 33 présente de nombreux arbustes morts (Pterocarpus en particulier).

B. - Caractérisation des sols isolés

OUR 1. - En face du pluviomètre PT_2 , de l'autre côté de la piste. Fosse étudiée pour M. RIOU. Il s'agit d'un sol halomorphe (solonetz) à structure en colonnettes de l'horizon B (celui-ci affleure le plus souvent par décapage superficiel) sur matériau argilo-sableux issu de l'altération de granite.

Ces sols sont en association avec des sols bruns subarides faiblement alcalinisés, dans lesquels la structure en colonnettes disparaît.

OUR 2. - Même situation, la fosse a été creusée de manière à recouper une petite nebka sableuse colonisée par la strate herbacée alors que le sol alentour est nu. Cette fosse permet d'observer la mise en place de l'amas sableux éolien directement sur un sol halomorphe identique au précédent.

Le versant au vent est penté et sa fraction sableuse est beaucoup plus grossière que celle du versant sous le vent. Sans doute fixée à l'origine par un arbre mort encore visible, l'accumulation sableuse est intensément colonisée par la strate graminéenne (Aristida + Schoenfeldia).

Sur le sol non recouvert de sable il n'y a aucune végétation.

OUR 3. - Étudiée pour M. RIOU. Zone à Ac. seyal et adansonii, en bordure d'un marigot. Surface marquée par un microrelief gilgai moyennement accentué. C'est un vertisol topolithomorphe grumosolique sur matériau d'altération issu de gabbro. Pas de nodules calcaires mais présence d'un pseudomycélium le long des galeries biotiques. Les faces lissées obliques sont peu larges mais partout présentes sous 50 cm. La cohésion devient alors forte.

OUR 5. - Voir toposéquence Taïma.

OUR 6 à 9. - Fosses situées au N. d'Oursi en dehors du photomontage (Brousse tigrée).

OUR 10 à 16. - Séquence Taïma.

OUR 17. - Dans les sables fixés, sur la piste vers Rafnaman, à gauche à 50 m, près d'un arbre marqué à la peinture rouge et d'une grande termi-
tière, sur une plage nue, rouge, de sable durci.

C'est la base d'un sol ferrugineux sur l'erg I, le plus ancien. La base de ces sables possède des stries argileuses. Sur cette base décapée se déplacent les sables éoliens récents sinon actuels. Les sables reposent en discontinuité très nette sur une cuirasse lamellaire entamée par des plages d'horizons A₂. Le faciès et les minéraux relictuels de cette cuirasse la rattachent à un granite calco-alcalin comme celui de Taïma.

OUR 18. - Mare d'effondrement de cuirasse, 800 m avant le profil 17. En bordure de l'effondrement. Cuirasse sur altération granitique sur 60 cm puis argiles tachetées. Un filon de pegmatite graphique recoupe obliquement la cuirasse et les altérations.

Il est visible en surface sur les bords du "cratère". Il est possible que la transgression sédimentaire apparaissant à la hauteur de Boulel ait atteint ce granite, certains faciès gréseux reposant déjà sur le cristalin à ce niveau.

OUR 19. - Fosse étudiée à la demande de M. TOUTAIN, agrostologue. Replat de l'erg récent juste après les dunes ravivées du cordon d'Oursi, sur la piste de Rafnaman. Cette formation Cdo de la carte des ressources fourragères, supporte de beaux pâturages de Schoenfeldia gracilis et Aristida mutabilis. S'y ajoutent, les seuls pieds de Panicum turgidum bien vivaces de la zone et des repousses vertes diverses.

Nous nous trouvons devant un sol brun rouge subaride peu différencié sur sables dunaires dont les horizons humifères A₁₁ et A₁₂ vont jusqu'à 35 cm et l'horizon (B) A jusqu'à 97 cm, ce qui est peu courant.¹² Cela signifie que la matière organique, relativement abondante, décroît jusqu'à 1 m de profondeur.

A 170 cm on trouve le sable originel rosé, particulière.

Outre la très grande pénétration de la matière organique (l'enracinement va jusqu'à 140 cm), l'originalité de ce sol réside en la conservation d'une humidité appréciable en fin de saison sèche sous un mètre.

Cette humidité maintenue permet la repousse des ligneux, la croissance des arbres et de la strate herbacée dont les racines vont au-dessous d'un mètre.

L'accumulation de l'eau et sa permanence est due à plusieurs facteurs possibles :

- la nature déliée des sables ravivés de l'amont qui permet une pénétration facile des eaux de pluie
- le replat topographique de l'erg récent qui s'appuie sans doute en profondeur sur l'erg ancien plus argileux
- la nature fortement sableuse (moins de 3 à 4% d'argile appréciée sur les 50 premiers cms) qui par l'absence de porosité capillaire fine empêche l'évaporation (effet mulch)
- la présence en surface d'une couche de 3 à 4 cm de sables, stratifiés fragiles très poreux. Celle-ci est un bon piège à graines, qui, en hivernage, fourniront le tapis fourrager.

Les autres sols sableux sur le cordon d'Oursi et à proximité ne nous ont pas présenté la même humidité profonde.

OUR 20. - Situé en contrebas du cordon dunaire d'Oursi, dans une gouttière à Balanites, Ac. seyal et touffes de graminées sur microbuttes de sable. Il s'agit d'un sol brun subaride hydromorphe à gley recouvert par 20 cm de sables stratifiés. Cette zone basse collecte les eaux de ruissellement latérales.

L'épaisseur du gley, sa dessiccation et sa nature fortement argileuse font penser à une hydromorphie d'engorgement ancienne qui peut toutefois se prolonger médiocrement, actuellement. La mince couverture de sable éolien masque entièrement les argiles sous-jacentes.

OUR 21. - Zone sableuse blanche à Balanites en coussins et Maerua crassifolia, surplombant un bas fond du cordon dunaire. C'est un sol brun rouge subaride à drainage limité en profondeur sur sables de l'erg récent. En effet, à partir de 1 m, apparaissent sous le sol brun rouge, des sables lavés à raies prouvant l'engorgement. Ce sol passe latéralement dans le bas fond, au sol précédent.

OUR 22. - Versant N du cordon dunaire d'Oursi, sur un épaulement de dunes de l'erg récent entre les dunes ravivées hautes et le bas fond précédent. Beau tapis graminéen (Ceuchrus biflorus), quelques grands Balanites et Ac. seyal.

La succession des horizons dans ce matériau éolien est très intéressante. Sous 20 cm de sables lamellaires fragiles très récents, on trouve un sol brun rouge subaride peu différencié constitué d'un A₁ (20 à 50 cm) et d'un (B) jusqu'à 1 m.

Dessous, un second sol brun rouge mieux différencié présente un A₁ et A (B) de 60 cm, puis un (B) qui passe au matériau non transformé vers 2¹m.

Ce sol, ou plutôt ces sols superposés, peuvent s'interpréter comme la mise en place successive de deux épisodes dunaires avec un arrêt de l'aridité durant suffisamment longtemps pour permettre l'installation d'un climat et d'une pédogenèse active.

L'erg le plus profond, donc le plus ancien, serait l'erg I. Généralement il porte des sols un peu plus évolués (sols ferrugineux peu lessivés). Cependant son recouvrement a sans doute pu empêcher la pédogenèse du climat plus humide suivant de se manifester normalement.

L'erg suivant serait l'erg II, plus récent. Le sol brun rouge peu différencié qu'il porte est conforme à ceux des mêmes sables dans ces régions.

Enfin, un épisode de reprise éolienne tardive, qui favorisé par l'anthropisme peut se poursuivre actuellement, amène le dépôt des sables récents de surface.

Les preuves de la succession des 2 ergs sont renforcées par la présence de débris de poteries (Canaris) différents dans chacun des sols. Ceux du haut sont fins, lisses, ornés, avec un engobe argileux fin ocre fréquent; ceux du bas sont plus frustes, plus épais, moins ornés, sans engobe.

La limite des deux sols est soulignée par une ligne de débris.

OUR 23 à 29. - Toposéquence mare d'Oursi.

OUR 30 à 33. - Toposéquence Polaka.

OUR 34 à 39. - Toposéquence campement O.R.S.T.O.M.

OUR 40. - Située en contrebas du chaos granitique élevé de Diala Fawka non loin du campement. La pente du versant de raccord est de 5,5%. Le granite est alcalin, à gros grains dans la fosse, à grains plus fins sur l'affleurement.

On distingue :

- sur 30 cm, des apports successifs de sables grossiers et d'éléments caillouteux issus du granite amont

- un sol peu évolué à faciès ferrugineux sur matériau colluvial issu du granite amont jusqu'à 95 cm
- l'arène granitique pouvant se subdiviser ainsi :
 - + jusqu'à 150 cm horizons interpénétrés lessivés (A_2) et illuviaux (Bi) et présence d'îlots d'arène isolés, ferruginisés, partiellement démantelés et en voie de l'être par les A_2
 - + jusqu'à 350 cm, plages imbriquées d'altération argileuse 2/1, de plages d'arène lavées par les A_2 et de Bi sablo-argileux. Vers le bas le A_2 gagne sur l'arène cohérente et se poursuit dans les diaclases sous 3,5 m. Cette fosse montre que grâce à l'apport hydrique de l'impluvium qui constitue le chaos granitique amont, les phénomènes de lessivage-illuviation et de rubéfaction-destruction conjoints, connus et décrits au S de la Haute-Volta sur granite (R. BOULET 1974) se poursuivent intensément et profondément dans ces régions à pluviosité beaucoup plus faible.

OUR 42. - Située sur granite calcoalcalin ce sol peut être classé comme sol peu évolué à faciès ferrugineux sur matériau gravillonnaire. Une carapace ferrugineuse se développe dans l'arène granitique grâce à un bon drainage interne favorisé par la surface proche du granite sous-jacent et la pente faible orientée vers la mare. Le drainage en se poursuivant enclenche le développement d'horizons A_2 qui accentuent la rubéfaction mais aussi tend à détruire les blocs d'arène ferruginisée. C'est cet antagonisme qui crée les zones de nodules reposant sur une arène désengrénée lavée.

OUR 43. - Voir toposéquence mare d'Oursi.

OUR 44. - Jupe sableuse adossée au relief de gabbro sur la piste Kolel-Déou. Le sol est un sol brun rouge subaride peu différencié, sur sables dunaires, équivalent à ceux de l'erg II (récent) et a une épaisseur moyenne de 160 cm. Il est identique à ceux décrits par R. BOULET (1968). L'observation de certaines fosses et de tous les sondages à la tarière n'est pas exposée ici.

C. - Les sols des parcelles étudiées par les agronomes

Les intéressés sont déjà en possession des descriptions de profils. Un résumé succinct en est donné ici :

PARA 1. - Sol brun rouge subaride bien différencié, sur matériau sableux éoliens (erg récent) surmontant les gabbros de Koel.

L'enracinement assez bien développé est profond. La matière organique est présente jusqu'à 65 cm, ce qui est l'indice d'un bon isohumisme. La surface est recouverte de sable particulaire sur 5 cm et le chevelu racinaire y est maximal.

PARA 2. - Sol ferrugineux peu lessivé, peu différencié, sur sables éoliens de l'erg ancien, à drainage interne limité à 2 m. Ce sol fait passage aux sols bruns rouges subarides. L'engorgement de profondeur doit être lié au niveau d'arrêt du substrat argileux de l'altération des gabbros, l'épaisseur du sable étant moins importante que pour le sol précédent situé plus haut sur le relief. Les taux d'argile sont plus élevés et l'enracinement est moins développé que dans ceux du PARA 1.

L'hydromorphie de la base permet la culture du petit mil.

PARA 3. - Excepté 2 à 3 cm de sables mobiles en surface, ce sol brun subaride modal est entièrement développé sur les gabbros de Kolel. La structure polyédrique à cubique fine très bien développée est favorable à la pénétration des racines (50 cm).

En dessous, la cohésion de l'altération argileuse devient forte. Les bonnes propriétés physiques de la partie supérieure, et la richesse chimique de l'ensemble du matériau basique en font un substrat très favorable à la culture.

PARA 4. - C'est un sol brun subaride vertique peu épais sur migmatite, situé à côté de la parcelle Outarde. La presque totalité du sol est développée dans l'altération de la migmatite.

Toutefois 3 cm de sables lamellaires compactés recouvrent la surface, et les gros quartz et nodules ferrugineux épars pénètrent par les fissures jusqu'à 30 cm.

PARA 5. - Parcelle d'Oursi, située en 3/4 inférieur de pente d'une dune et sur une partie de l'interdune. Comme pour la fosse OUR 22, deux sols sur deux formations sableuses éoliennes se superposent. Un sol peu évolué à faciès brun rouge surmonte un sol brun rouge subaride bien différencié hydromorphe.

La partie hydromorphe (pseudo-gley) s'étend de 170 à 260 cm.

L'absence de racines actuelles à cette profondeur et la dessiccation avancée font penser à une hydromorphie ancienne.

PARA 6. - Située à proximité de la parcelle de Goutouré. Nous avons ici un sol ferrugineux tropical lessivé sur un granite migmatitique à gros grains, comportant deux horizons de transit en surface puis une arène lavée et illuviée par plages avec rubéfaction par le fer d'îlots d'arène. Ce profil est comparable à ceux de la toposéquence de Polaka (OUR 32). Dans la parcelle les affleurements de roches déterminent des zones plus humides à repousses arbustives encore vertes et des Leptadenia hastata vivaces. Par contre, certaines plages sont nues ou à arbres morts.

PARA 7. - Parcelle Sgl sur la piste du campement à Kolel.

Sol brun subaride modal sur matériau d'altération de roche basique ou ultrabasique (amphibolites). Ce sol possède une structure cubique fine très bien développée sur 20 cm, puis un assemblage prismatique plus cohésif. Des nodules calcaires apparaissent vers 130 cm. L'enracinement est bon en surface puis décroît jusqu'à 1 m. La totalité du sol, à part 2 cm de sable encroûté en surface est en place dans la roche altérée.

D. - Observations sur les parcelles d'études des agrostologues

1) Parcelle Polaka G : Je n'ai appris qu'en fin de séjour l'emplacement exact de cette parcelle. Aucune fosse n'a été creusée mais j'ai fait deux sondages à la tarière. La végétation arborée semble très dégradée et il y a très peu de régénération arbustive exceptée dans quelques microdépressions (Combretum micranthum, Ac. ataxacantha et laeta) où l'altération est plus profonde du fait des variations du front de la roche mère. Celle-ci est un granite à gros grains sans amphiboles. Il n'y a pas d'affleurements dans la parcelle. La butte témoin cuirassée proche doit influencer sur le régime hydrique par l'impluvium important que constituent les versants.

Le sol des plages nues est un sol ferrugineux lessivé, peu épais. Les "gravillons" ferrugineux n'apparaissent que localement et le lessivage de l'arène granitique l'emporte sur la ferruginisation. Certains peuvent provenir de la butte très proche.

Ces sols sont identiques aux sols 30 et 31 de Polaka.

L'érosion en griffes apparaît très localement en bordure des grandes termitières décolonisées. Une érosion en nappe attaque la base des édifices qui présentent alors un aspect en escalier et un dégagement des racines.

Les termitières épigées vivantes sont situées au milieu des dépressions boisées. Leptadenia hastata vivace qui était une indicatrice de tels creux plus humides dans la toposéquence de Polaka, est ici présente. Les

Pterocarpus lucens semblent être les plus dégradés. Les observations de surface confirment que les dépressions boisées sont beaucoup plus humides qu'alentour, gris, encroûté, le sol s'enfoncé sous le sabot du bétail et porte Zornia glochidiata, Aristida adscensionis, un peu de Panicum laetum, Schoenfeldia et Pennisetum pedicellatum. Une remarque s'impose : de même que pour les autres toposéquences, l'émondage des arbustes apparaît particulièrement important dans ces formations végétales.

- 2) Parcelle Kokorba : Le sol au sondage à la tarière est du type des sols bruns rouges subarides bien différenciés de l'erg II dont on a parlé précédemment. La structure de surface est nuciforme à tendance particulière. L'horizon humifère atteint 35 cm. Dessous l'horizon(B) est brun rouge un peu plus cohésif.

Les "coups de cuiller", plages rouges, nues, durcies, sont dues à la mise à jour du sommet de l'horizon (B) plus cohésif, par le vent et un phénomène de battance au moment des pluies. Le ruissellement et la compaction empêchent les graines de se piéger et de germer. Ce phénomène a été étudié dans le Gourma du Mali où il atteint une grande densité (LEPRUN 1976). Une publication prochaine décrira ces phénomènes à l'aide de lames minces micro-morphologiques.

- 3) Transect N.N.W-S.S.E extrémité E de Tin Edjar - Station hydrologique de Taïma

- On part des zones hautes de sables dunaires appuyés sur les reliefs rocheux (piedmonts). La formation sableuse s'apparente à celles de l'erg II, les sols sont des sols bruns rouges subarides bien différenciés qui, sous cultures, passent en haut de profil à des sols ferrugineux peu lessivés. La culture est favorisée par la présence fréquente d'un engorgement en profondeur soit au niveau où l'erg II surmonte l'erg I, soit par la présence d'un niveau imperméable induré.

Les phénomènes de "coups de cuiller" sont peu fréquents et apparaissent le plus souvent sur le versant au vent, sous les arbres, par dénudation du sommet de l'horizon (B)

- en descendant on atteint une zone à végétation dégradée, où les plages nues érodées augmentent beaucoup.

L'épaisseur du recouvrement sableux a diminué. On a un petit sol brun rouge ou peu évolué sur erg récent surmontant le (B) rouge, tronqué, des sols de la base de l'erg I. C'est fréquemment cet horizon qui forme les "coups de cuiller" durcis de ces zones. Le ruissellement important et la cohésion plus forte empêchent l'installation de la végétation herbacée. La mise à nue des plages rouges provoque par ailleurs le déchaussement et la mort des arbustes.

- vers le bas est atteinte la zone des sols bruns subarides verticaux développés en majorité sur granite, dont la strate ligneuse est très lâche, dégradée par l'émondage et dont la strate herbacée se localise par des plages séparées par des plages nues. La surface du sol est colmatée par un horizon de transit lamellaire de structure limono-sableuse et comporte de nombreux débris graveleux. Le ruissellement diffus est important, les eaux ne peuvent pénétrer le colmatage de surface et se dirigent vers le système des marigots de Taïma
- le long de ceux-ci, en fin de transect, la végétation arborée et arbustive se concentre en galeries et îlots.

4. - IMPORTANCE DES OBSERVATIONS PEDOLOGIQUES POUR LA COMPREHENSION DES FORMATIONS VEGETALES

Un grand nombre d'observations de surface couplé avec l'état, la nature, la composition, la sociabilité du couvert végétal n'a pas été exposé plus haut. Ces observations sont le fruit de plusieurs années de tournées dans la zone sahélienne du Sénégal, de Mauritanie, du Mali et de Haute-Volta. Elles font actuellement l'objet de plusieurs notes en cours d'élaboration. Voici avec une argumentation succincte ou estompée, un certain nombre de ces interprétations des rapports sol-végétation.

A. - Le sable

Le sable est un des éléments capitaux de la régénération de la strate herbacée, graminéenne en particulier. Partout, et notamment sur les surfaces glacées, colmatées et lisses des sols halomorphes (OUR 12) des sols bruns subarides ou des sols gravillonnaires, où le sable éolien grâce à un obstacle quelconque, s'accumule en rides, microdunes, remplissage de fissures, nebkas, piemont il est colonisé.

Plusieurs cas sont à considérer :

- 1) - Le dépôt sableux est fixé suffisamment longtemps : après la strate herbacée graminéenne annuelle (les espèces pionnières sont Aristida mutabilis et adscensionis, Schoenfeldia gracilis ...) suivent Eragrostis tremula, Cenchrus biflorus (rare autour d'Oursi), Pennisetum pedicellatum et aussi quelquefois d'Aristida vivaces. Certains arbustes peuvent s'implanter : Acacia laeta, adansonii
Si le sable initial est bien fixé, l'accumulation va augmenter. On passera d'une ride sableuse à une microdune, puis à un nebka. L'arbuste croîtra avec elle. Si la migration du sable est trop rapide, l'arbuste sera déchaussé et mourra avant d'atteindre la maturité.
- 2) - Le dépôt sableux est très mobile : la germination des ligneux ne se fera pas, seules persisteront chaque année les germinations de graminées annuelles. Si le sable ne peut s'accumuler faute d'obstacle ainsi sur les surfaces planes glacées ou gravillonnaires, il n'y aura pas de plages graminéennes. Ce cas existe sur certains faciès dénommés Sgr₄ ou Sgl₃ par TOUTAIN.
- 3) - Le sable peut se fixer dans les fissures des sols bruns subarides ou des vertisols, s'homogénéiser avec l'argile des éléments structuraux de surface, ou former un faible recouvrement sur la surface structurale de ces sols. Chaque prisme est recouvert par un mince dépôt lamellaire. Au cours de l'hivernage, ce sable se mélange aux éléments structuraux détruits, fondus par la pluie et se compacte en saison sèche.
La germination se fera dans les fentes des prismes où les graines sont piégées et qui stockent l'eau, mais pas dans les parties colmatées. On a ainsi la répartition très lâche des espèces qui ne présentent alors qu'une faible sociabilité (cas de la parcelle PARA 7 par exemple).

Dans tous ces cas, le sable, par sa texture particulière, permet :

- une pénétration accrue d'eau (pas de ruissellement)
- une évaporation réduite du fait du manque de capillaires fins et de remontée capillaire jusqu'en surface (effet mulch)
- un piégeage efficace des graines déplacées par le vent
- une germination facilitée par la présence d'humidité, un développement racinaire accrue dans un matériau peu cohésif, une croissance plus aisée des plantules.

Tous ces avantages se retrouvent dans les sables dunaires épais, notamment lorsque le drainage est limité en profondeur (OUR 19), mais lorsque le sable repose à faible profondeur sur un substrat imperméable le facteur conservation de l'eau est encore accru.

B. - Densité de la strate ligneuse

Plusieurs cas sont à envisager :

1) - Sols peu épais à texture fine dominante (sur migmatites à grains moyens ou fins et sur roches basiques)

- . à structure fine de surface = les ligneux peuvent prendre naissance car les graines se piègent bien et la quantité d'eau disponible sera d'autant plus grande que le sol sera moins épais, avec naturellement une épaisseur minimale d'environ 1 m. Une texture équilibrée est favorable car une fraction argileuse trop importante retient énergiquement une quantité d'eau qui n'est plus utilisable par la plante. La densité des ligneux ne sera pas très importante mais la surface uniformément exploitée.

Exemple : les sols bruns subarides vertiques sans horizon de transit sur schistes birrimiens à surface caillouteuse, entre la parcelle OUR 36 et le campement O.R.S.T.O.M (fig.3).

La strate herbacée sera discontinue suivant les zones ensablées ou colmatées

- . à structure large de surface : c'est le cas des sols solonchiques et de certains vertisols topolithomorphes.

La strate ligneuse est faible à nulle, sauf en bordure d'axe de drainage (faciès Spt). La fraction argileuse est souvent excessive, le colmatage de surface est fréquent.

2) - Sols profonds à texture fine dominante

- . à structure fine ou moyenne de surface : contrairement à ce que l'on peut penser, les strates arbustives et arborées seront peu denses. La germination peut se faire mais la quantité d'eau tombée devra se répartir dans un volume bien plus important que dans les cas précédents. Tout dépendra de l'alimentation au cours des premières années de croissance du jeune plant.

Nombreux sont les sujets qui périront avant d'atteindre la taille adulte. Celle-ci n'est d'ailleurs que très moyenne, les racines n'exploitant que la proche surface. Exemples : sol PARA 7 et tous les sols sur alluvions épaisses où, par contre, la strate herbacée peut être dense (OUR 11 fig.4) si la structure de surface n'est pas trop large.

3) - Sols à texture sableuse dominante

- . sols sur dunes ou ensablements épais : l'état de la strate ligneuse dépend de la présence ou non d'un niveau d'arrêt de l'eau en profondeur. Elle sera dense et arborée si ce niveau existe (interdunes, erg I, erg II peu épais sur erg I ou sur matériau gravillonnaire...). Le taux d'argile est ici important, et plus il sera élevé, plus la rétention d'eau sera grande et le drainage profond réduit. Ainsi l'erg I porte-t-il de plus beaux sujets que l'erg II (combretum glutinosum, Balanites, Ac. raddiana ...).

4) - Sols sur arène granitique

Le cas a été observé dans le détail de nombreuses fois. Les sols sont peu épais, l'eau s'écoule rapidement sur le front granitique. La végétation va se localiser sur les zones légèrement dépressives à la vertical de ressauts dûs à la concentration des eaux et à l'altération (ou l'arénisation) préférentielle à ce niveau. Ces zones se trouvent immédiatement à

l'aval d'affleurements ou de chaos rocheux et / ou entre deux affleurements.

En dehors de ces zones la strate ligneuse se maintient difficilement, est très vulnérable à l'émondage et aux cycles de sécheresse et ne se régénère pas. Les sols sur granites sont très hétérogènes et la répartition de la végétation se calque sur celle des sols. Les formations végétales s'apparentent à une "brousse tachetée" ou ponctuée que l'on trouve sur la toposéquence de Polaka (faciès Asc de TOUTAIN) et de Gontouré (PARA 6).

Le granite est toujours alcalin à gros grains et développe des horizons caractéristiques A₂ / Bi décrits longuement par BOULET (1974) et dûs à BOCQUIER (1971).

Ces "brousses ponctuées" sont une déformation vers le S des "brousses tigrées" des zones sédimentaires N (LEPRUN 1976 et travaux en cours). Elles ne peuvent atteindre le stade des "brousses tigrées" avec leurs bandes successives boisées et nues pour plusieurs raisons, principalement édaphiques, dont il n'y a pas lieu de s'étendre ici. La végétation dans ces deux cas est soumise à une contraction de même nature, celle de la recherche de l'eau.

5. - ANALYSE DE LA CARTE DES RESSOURCES FOURRAGERES

Après les observations pédologiques sur le terrain et leur synthèse, et parce que l'A.C.C est une étude multidisciplinaire dont les résultats devront tenir compte de l'imbrication étroite des diverses recherches, je me dois de faire quelques remarques à propos des esquisses cartographiques existantes.

Ces appréciations n'appellent, bien entendu, que des souhaits de réflexion et jugent plus les légendes que les tracés.

En effet, la légende tient compte, au plus haut niveau, celles des formations, de la nature édaphique du substrat. Celle-ci ne me paraît pas toujours avoir été bien appréciée. Ainsi :

- Formations liées aux cuirasses ferrugineuses :

IL - Celles-ci sont réduites et ne concernent que des carapaces diffuses, des nappes de gravillons meubles ou emballés.

Inselbergs latéritiques est un terme peu usité, butte-témoin cuirassée (à sommet aplani) l'est davantage. Il n'y a pas de véritable bowal, c'est à dire de cuirasse étendue, subaffleurante, plane, dans ces zones.

Asg - Convient bien.

Asc - Tous les sols de ce faciès ne sont pas des formations cuirassées et ne sont pas colluvionnés. Il s'agit de sols sur granite à gros grains autour de Polaka et au S de la mare de Tin Edjar. Ce dernier secteur est localement induré.

Asc - Les sols de ce faciès aux endroits où nous les avons observés sont les mêmes que ceux de la formation précédente.
L'arène ferruginisée n'est pas générale, n'est pas une cuirasse. Le sable qui la surmonte n'est pas spécifique de ce faciès puisqu'il existe aussi en Asg, Asc et Asd.

- Formations liées aux affleurements rocheux :

Sg - A-t-on le droit d'appeler glacis qui est un terme morphogénétique, un modelé très peu penté qui n'est qu'un versant (voir remarques d'ordre géomorphologique).

Sgl - Oui, mais ce faciès sur glacis pierreux serait en fait lié à un matériau d'altération en place dont les débris des filons de quartz jonchent le sol (amont de la toposéquence du campement, fosse PARA 7 ...).

Sgr - La dénomination de ce faciès ne convient pas. Les toposéquences de la mare et du campement (partie de l'aval) qui recourent ce faciès, montrent que les sols ne sont pas halomorphes et que dans les deux cas étudiés et ceux des fosses PARA 3, OUR 42 ... les colluvions manquent. Ce sont le plus souvent des versants à sols bruns subarides vertiques issus de l'altération des roches sur place.

Spt - Ce faciès est bien localisé dans les dépressions et talwegs, mais il n'est pas du tout lié aux affleurements rocheux. Au contraire, il échappe à ceux-ci puisqu'il se met en place sur des alluvions qui ennoient la topographie mouvementée des roches cristallines par un dépôt de surface, ainsi les parties basses des toposéquences de la mare, du campement, de Taïma et des profils OUR 5 et OUR 43. Ce faciès aurait à mon avis sa place dans les formations inondables temporairement.

- Formations des dunes et ensablements : voir remarques d'ordre géomorphologique

6. - ANALYSE DE LA CARTE GEOMORPHOLOGIQUE

L'examen de la légende et la confrontation des toposéquences pédologiques à la carte m'amènent à faire les remarques suivantes.

Toutes les formations indurées par le fer sont considérées comme détritiques (112) à cailloutis (22), liées à des glaciis (22 et 23). Le fer proviendrait de pointements fournisseurs (13) et serait véhiculé dans les nappes. Ces termes et les processus me paraissent contestables. Je travaille depuis 8 ans sur ces formations indurées et l'extension de ces cuirasses détritiques décrites par P. MICHEL, et envahissant toute l'Afrique de l'ouest, se restreignent beaucoup après fonçage de puits et étude de fosses.

Certes, autour des reliefs importants comportant une grande quantité de fer les mettant au rang de minerai exploitable (S. E du Sénégal, mines de fer de Zouerate ...) on trouve des formations conglomératiques indurées appelées canga où les éléments grossiers plutôt bréchiques sont des débris de passées à magnétite. Mais le plus souvent :

- ces éléments ne sont que localisés à la surface et enchassés dans une cuirasse de faciès habituel
- les fosses rencontrent en dessous la roche-mère en place qui est le plus souvent une roche basique dont certains faciès sont bréchiques (gabbro à magnétite).

C'est ce qui peut être observé dans le massif de Tin Edjar. La canga est une brèche de pente formée aux dépens des produits de désagrégation des veines de magnétite et cimentée par une pâte ferrugineuse. Elle existe aussi entre les massifs de Kodel et de Gouba. A Tin Edjar il n'en reste que quelques témoins qui culminent au niveau du massif actuel. Elle est beaucoup mieux représentée sur le flanc N du massif, qu'au S. Son épaisseur varie entre 0,5 et 4 m. (H. NEYBERGH 1970). La cuirasse latéritique fait suite à la canga. Elle reste liée à l'altération des gabbros et les sondages miniers indiquent plus de 60 m d'altération. La traversée par les sondages de bancs successifs de gabbro, de veines de magnétite vanadifère, de brèches gabbroïques, rend difficile l'interprétation de la genèse de la canga. On peut admettre l'hypothèse d'un ancien éboulis de pente cuirassé avec le matériel basique en place au moment de la grande phase de latéritisation qui a donné naissance à une surface cuirassée dont il ne reste que quelques témoins, dont ceux de Kouni-Kouni.

J'ai pu en 1970 et 1971 visiter la chaîne de puits profond d'un collègue géologue, J.C. PION, sur la colline de Koel. Considérés généralement comme des affleurements de roches nues et des inselbergs, ce qui implique un volume de roche saine dans la masse du relief, ces massifs ne sont pas des affleurements. Percés, ils ne présentent de roche saine qu'à leur surface. Plusieurs dizaines

de mètres d'altération latéritique kaolinique d'abord puis montmorillonitique, les séparent de la roche saine. Ce sont des passées récurrentes de roche non altérée qui forment ces massifs (PION inédit, thèse en cours de rédaction). Ces puits échelonnés sur la moitié du massif ne recoupent ni glacis, ni cônes de déjection, ni d'accumulation fluviale. Les glacis seraient plutôt des versants sur matériel d'altération en place.

Les surfaces cuirassées ne seraient pas des glacis, et les glacis emboîtés n'ont jamais été trouvés dans les fosses et les puits. Les formes sont étagées mais pas emboîtées (LEPRUN 1972). Les indurations diffuses dans les arènes (21) sont décrites dans le texte et ce terme me paraît judicieux.

Les preuves de l'existence des glacis polygéniques manquent. En 21 sont employés simultanément les termes de pédiments, pédiplaines et glacis.

Malgré les diverses définitions et acceptation du terme glacis, aucune ne me semble convenir à certaines sections des toposéquences étudiées. Nous n'avons pas de formes contruites (glacis d'accumulation) vraies sinon en surface, sur le versant de la toposéquence Taïma (fig. 4), sauf, bien sûr, si on considère les niveaux gravillonnaires et la cuirasses ou carapace, comme des matériaux détritiques.

Le plus souvent nous avons des versants non rectilignes, avec des pentes latérales faibles mais présentes, des matériaux d'altération et de différenciation en place, recouverts ou non par un mince placage de transit, appelé avec justesse par certains géomorphologues "glaçage de versants".

Sur les zones granitiques l'emploi du terme pédiment me semble opportun (Polaka fig. 5) encore que dans ce cas des matériaux en transit recouvrent le socle résistant.

La locution glacis de transit est explicite mais s'agit-il vraiment de glacis ?

En 232 le matériel est rarement mêlé et hétérogène. Ce sont les variations de la roche-mère qui créent la complexité des matériaux de surface.

L'unité 31 me paraît trop étendue en bordure de la mare (voir toposéquence fig. 2). Le terme de vertisols doit apparaître dans les formes, de même qu'en 32.

En ce qui concerne les sables, les vieux sables fixés (41) qui sont les sables de l'erg I, ancien, pourraient reprendre ce terme, et s'étendraient davantage de chaque côté du cordon d'Oursi.

Ce dernier fait partie de l'erg II ou récent (42). Il porte aussi, comme l'attestent les descriptions précédentes, des sols sur plus d'un mètre d'épaisseur.

L'unité 43 pourrait inclure dans la dynamique le qualificatif anthropique.

Ces dénominations permettraient à TOUTAIN d'abandonner dans la légende de sa carte, les termes régionaux des faciès sableux. Cds faciès du centre de l'Oudalan deviendrait erg récent, Cds du sud de l'Oudalan = erg ancien, Cdo crête au N d'Oursi = replat de l'erg récent.

En effet, ces formations ont été reconnues et définies au Niger, au Sénégal, au Mali, en Haute-Volta (voir références en début de rapport). Elles sont caractérisées par des différences de granulométrie des sables, de texture, de modelé, de couvert végétal, d'activité biologique et surtout, de morphologie pédologique.

L'erg I serait anté-inchirien (plus de 40.000 ans), l'erg II serait ogolien (18.000 - 20.000 B.P).

L'emploi et la localisation précise des petites flèches indiquant la déflation et surtout le ruissellement me paraissent hasardeux. Peut-on reconnaître, en surface, sur le terrain le sens d'écoulement des eaux, lorsque les pentes sont inférieures à 1% (voir coupes des toposéquences), avec quelquefois des pentes inverses (aval de Taïma) et la juxtaposition de zones de sables filtrants, de plages nues de ruissellement, de microdépressions, de zones granitiques à hydrodynamisme complexe ? Les hydrologues eux-mêmes ont du mal à préciser le sens d'écoulement sur ces terrains en hivernage avec l'aide d'appareils de mesure.

Enfin, l'emploi des flèches précisant le sens d'écoulement des eaux dans le chenal envahi par les dunes, de la mare vers le marigot de Gontouré, me paraît discutable. Aucune preuve de cet écoulement et de son sens n'est apportée sur le terrain malgré plusieurs sondages à la tarière. Ce chenal pourrait tout aussi bien avoir détourné les eaux du Gontouré vers la zone dépressive de la mare après barrage par les sables éoliens. Cette hypothèse est celle qui prévaut pour la mare dunaire de Soum à l'W d'Oursi (BOULET 1967).

La carte des points côtés de l'I.G.N révèle que le lit du Gontouré est situé à 290 m (passage sur la piste d'Oursi), que la côte du village d'Oursi est de 293 m (arbre marqué à l'W du village et sur la dune) et que la dénivellation entre cet arbre et le niveau de l'eau de la mare n'est pas connue.

Le niveau moyen de l'eau soit se situer entre 289 et 290 m. On ne sait pas si le lit du Gontouré est plus haut ou plus bas que celui de la mare. Le chenal est bordé par des seuils rocheux (granites) ou cuirassés et comblé en partie par le sable. Le lit du Gontouré traverse en force le cordon dunaire et franchit un seuil cuirassé épais. De mémoire d'homme on n'a jamais vu d'écoulement dans ce chenal. La tradition orale colporte cependant le récit d'un écoulement ancien, mais elle ne repose sur aucun fait précis. Les légendes sont très appréciées sous ces latitudes.

Il faudrait pour lever l'indétermination faire le profil topographique longitudinal du chenal.

Le niveau des hautes eaux révélé par le dépôt des alluvions ne dépassant pas de 1,40 m celui des eaux en Mars (toposéquence de la mare), il paraît difficile de faire déverser ces hautes eaux par un chenal comblé par des sables dont un point côté signale 293 m soit 3 à 4 m plus haut que le niveau de la mare.

L'altitude de la confluence chenal -Gontouré comparée à celle de la mare tranchera.

7. - PROFILS PEDOLOGIQUES ANALYSES

Sont en cours d'analyse au Centre de Dakar :

OUR 1 - 3 - 11 - 12 - 14 - 19 - 23 - 24 - 31 - 34 - 36

PARA 2 - 3 - 5 - 6 - 7

Un petit rapport consignant les résultats analytiques de ces sols, les sols analysés au cours de la prospection pédologique de R. BOULET en 1967 et les analyses microbiologiques de certains de ces sols, paraîtra ultérieurement.

ACC DGRST
MARE D'OURSIS

Position des profils pédologiques

- profil étudié par R. BOUCLET (1962)
- ⊕ profil isolé (Oursi...)
- profil de Barcelle Agricole (para...)
- chaîne de sols
- - - Piste
- ▨ village

○ séquence demandée par les géomorphologues
 ⊕ profil demandé par le C.E.P.
 ▽ par les géomorphologues

