

345

10983

GENESE et EVOLUTION de la VALLEE du SENEgal,
de BAKEL à l'EMBOUCHURE (Afrique occidentale)

par

Pierre MICHEL

Département de Géographie, Faculté des Lettres de Dakar.

(à paraître dans la Zeitschrift für Geomorphologie
- Annales de Géomorphologie).

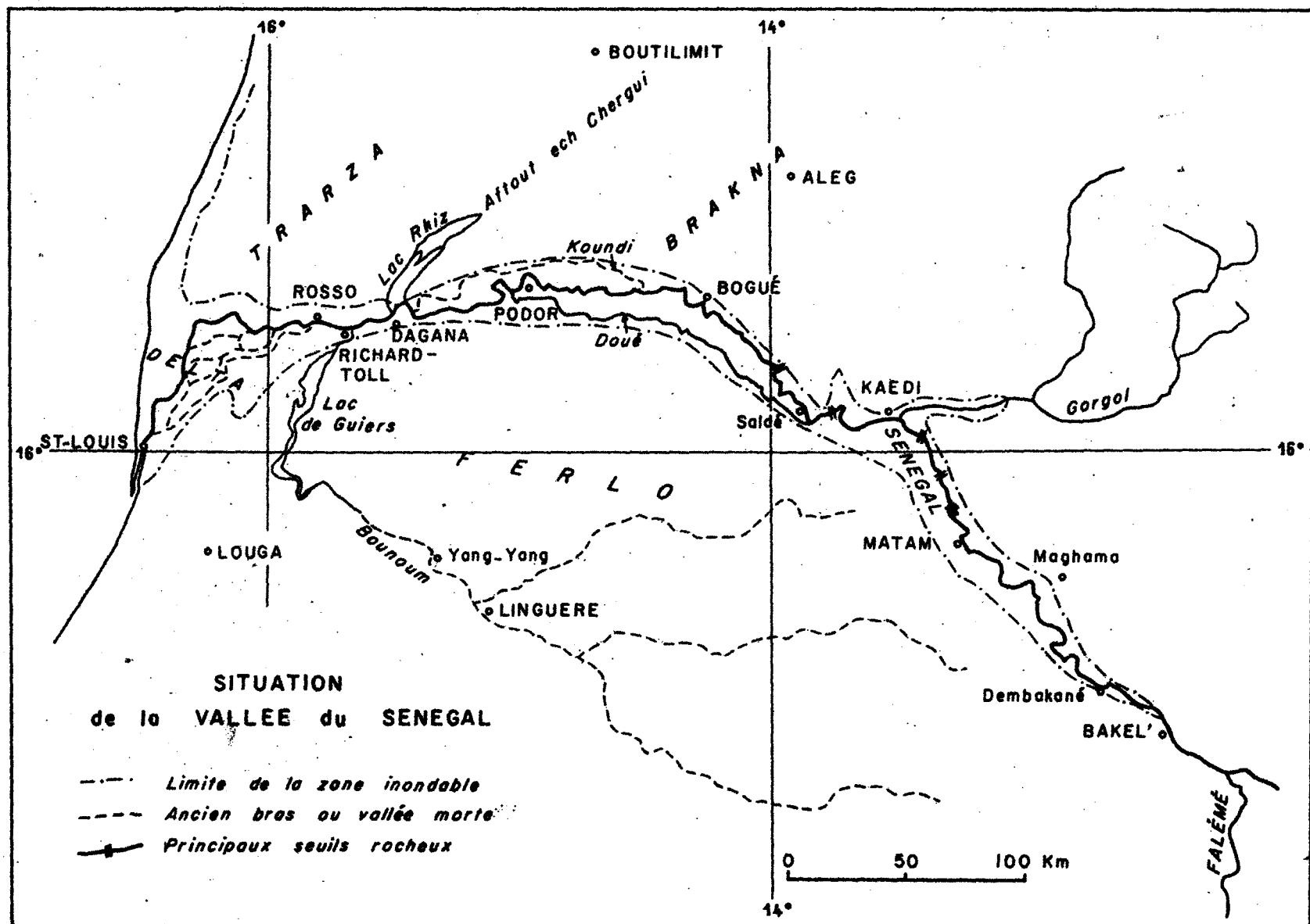


Figure 1

extrêmement faible jusqu'à Bakel (1), situé à 832 km de l'embouchure, où le niveau d'étiage ne dépasse guère la cote 12 m. Aux basses eaux des bancs de grès-quartzite apparaissent en certains points du lit mineur en amont de Bogué (fig. 1).

Si la dénivellation vers l'aval est minime, les divers dépôts forment cependant tout au long de la vallée des microreliefs qui jouent un grand rôle lors de la submersion par la crue. C'est de leur importance et de leur disposition que dépend l'étendue des surfaces inondées et par conséquent celle des terres cultivables en culture de décrue, pratiquée principalement dans la Vallée. Aussi les paysans Toucouleur désignent-ils par des noms différents les diverses formes de terrains qui correspondent à des entités géomorphologiques (fig. 2).

En de nombreux endroits les méandres du fleuve recourent d'anciennes levées, souvent hautes et larges, insubmersibles ou inondées seulement par très fortes crues. Les systèmes de levées, parfois enchevêtrés, isolent des cuvettes de formes et de dimensions très variables, au sol argileux, ensemencées en gros mil au cours de la décrue; mais dans certaines parties très basses, mal drainées ou cloisonnées par différents bourrelets, subsistent encore de grandes mares en fin de saison sèche.

Près de Saldé, en aval de Kaédi, le Sénégal se divise en deux bras. Le petit bras, appelé Doué, longe le bord sud de la vallée; il rejoint le cours principal quelques kilomètres en aval de Podor (fig. 1). Plusieurs anciens bras, comme le

.../...

(1) De l'ordre de 0,02 °/oo.

COUPE SCHEMATIQUE DE LA BASSE VALLEE DU SENEGAL

FIG. 2

dans la région de Podor

MORPHOLOGIE	Levées subactuelles	Lit mineur dépôt actuel	érosion	Hautes levées deltaïques	Cuvettes argileuses sédimentation actuelle	mare	Terrasse du Nouakchottien	Dunes rouges fixées
Nature du terrain	sable argileux	sableux		finement sableux	argileux	très argileux	sableux	très sableux
PEDOLOGIE d'après J. MAYMARD	complexe de sols tirs et de sols à taches	sol d'apport fluviatile (sol peu évolué)		sois à taches et concréctions sur limons de débordement	fins sur argile de décantation	sol à gley	sol à tache et concréctions sur terrasse	sol brun-rouge ISOHUMIQUE
NOMS VERNACULAIRES (toucouleurs)	DIACRÉ	FALO		FONDÉ	OUALO		DIÉRI	
				blanc noir	Hollaldé blanc noir	vindou	Djedjogol	
HYDROLOGIE								
CRUE forte moyenne faible								
étiage et niveau de la nappe								

Levées

Cuvette

Dépôts sableux

Koundi, sillonnent la vallée et des méandres recoupés dessinent de grands arcs de cercle. En outre, tout un lacis de chenaux traverse les terres alluviales; certains sont accompagnés de levées, d'autres n'en ont pas.

Quelques petites dunes, allongées NE-SW, au sable brun-rouge fixé par la végétation, s'élèvent en plein milieu de la vallée entre Podor et Kaédi. Un liseré de terrasse sableuse s'étire par endroits aux bords de la basse vallée. Dans la région de Matam, par contre, s'étendent des terrains sablonneux beaucoup plus larges en bordure du lit majeur. Un peu plus haut apparaissent localement des galets ou des blocs de poudingue, témoins de terrasses plus anciennes.

Au N de la basse vallée s'élève l'ancien erg des "dunes rouges" (1), qui couvre tout le Trarza et une partie du Brakna (fig. 1). Ses alignements dunaires longitudinaux portent une steppe à acacias; leur orientation passe de NNE-SSW à ENE-WSW, au fur et à mesure qu'on s'éloigne de l'océan (2). A la hauteur de Dagana le lac Rkiz est blotti au milieu de ces dunes. Au Sud de la vallée, par contre, ne s'étirent plus que quelques petits massifs dunaires isolés. Partout ailleurs dans le Ferlo une mince couche de sable, souvent ondulée, masque une cuirasse ou des épandages de gravillons ferrugineux. Ce bas plateau est entaillé à l'W par le sillon du lac de Guiers et du Bounoum, prolongements du réseau de vallées mortes du Ferlo (fig. 1).

Ce plateau se relève doucement vers l'ESE. Dans les régions de Kaédi et de Matam il atteint une altitude de 70 à 80 m. De part et d'autre de la vallée s'égrènent alors des .../...

(1) Appelées ainsi par J. TRICART, d'après la coloration du sable en surface.

(2) Les principaux cordons dunaires sont indiqués sur la figure 4.

chapelets de buttes gréseuses, généralement coiffées d'un chapeau de cuirasse ferrugineuse. Elles sont entourées de glacis aux terrains sablonneux parsemés de gravillons.

De cette description sommaire il ressort déjà que le modelé de la vallée alluviale du Sénégal et de sa bordure résulte d'une succession de phases d'érosion et d'alluvionnement. Les mécanismes de la morphogénèse ont dû se modifier au cours des temps, en fonction des changements climatiques et des variations eustatiques.

A - LA FORMATION DE LA VALLEE

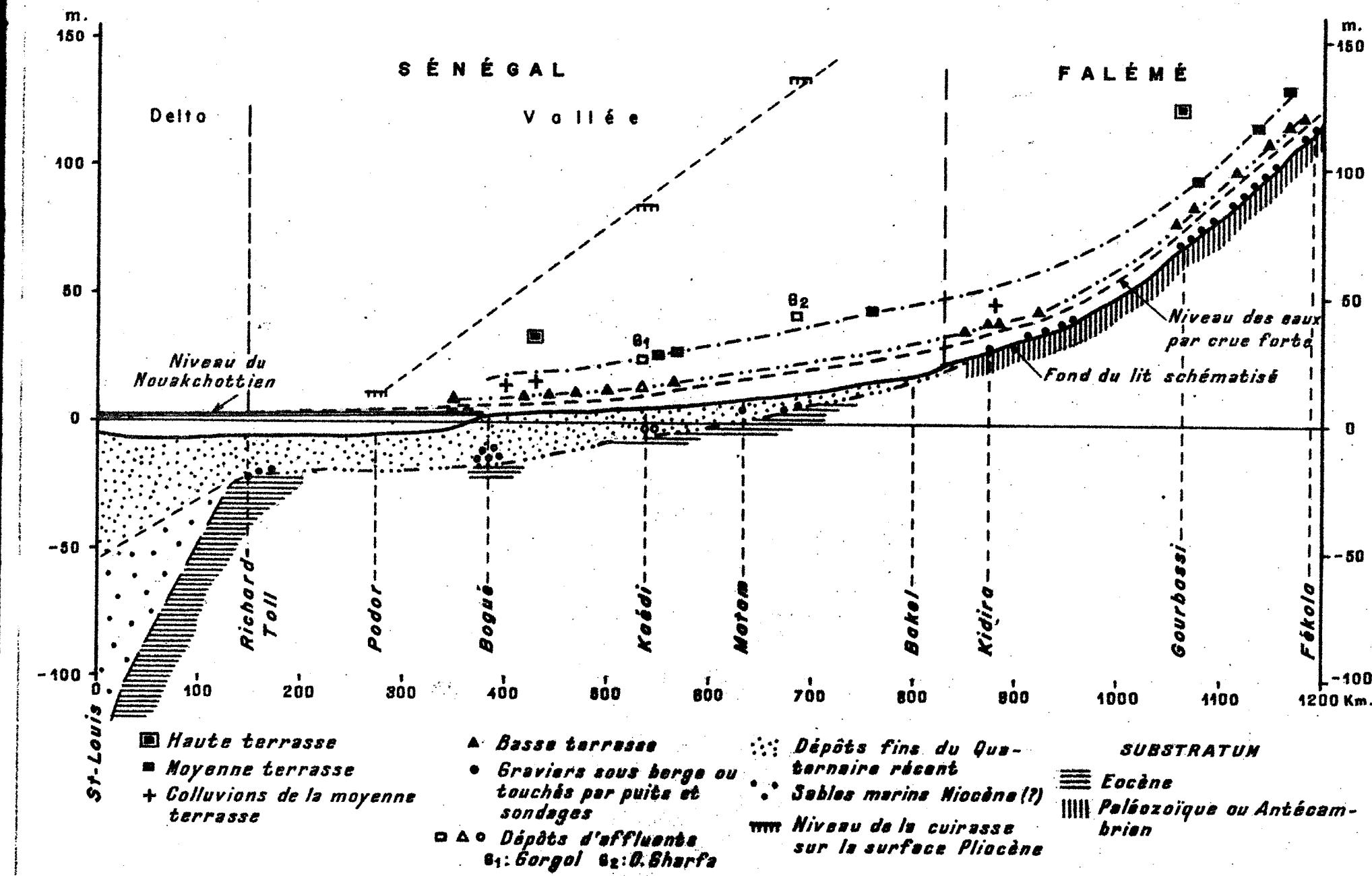
A une quarantaine de kilomètres en aval de Bakel, près de Dembakané (fig 1), le Sénégal quitte les formations métamorphiques, schistes et quartzites du Paléozoïque, pour entrer dans les séries sédimentaires du Tertiaire déposées dans l'ancien golfe sénégalo-mauritanien. Le fleuve entaille profondément les grès argileux du Continental Terminal (C.T.), roches peu sensibles à l'altération chimique mais qui ne présentent qu'une faible résistance à l'érosion mécanique, notamment au creusement linéaire. Une cuirasse ferrugineuse compacte formée au cours d'une longue période humide, probablement à la fin du Pliocène, protégeait ces dépôts mal consolidés; il n'en subsiste plus que des lambeaux sur les buttes les plus élevées.

Dans la partie en amont de la "Vallée", de Dembakané à Bogué, le fleuve a traversé entièrement les grès du C.T. et s'est enfoncé dans les niveaux marins de l'Éocène moyen. A la bordure ouest du lit majeur affleurent surtout des calcaires et des argiles feuilletées; côté est ce sont des grès littoraux, transformés localement en grès-quartzites par silification (1).
.../...

(1) P. ELOUARD 1959.

POSITION DES DÉPOTS GRAVELEUX INACTUELS

le long de la Falémé et du Sénégal



Au cours du creusement la cuirasse ferrugineuse coiffant les grès du Continental Terminal a été démantelée par désagrégation mécanique. Les débris étalés sur une courte distance ont souvent été recimentés en des cuirasses secondaires, de texture conglomératique. Elles couvrent maintenant des buttes moins hautes ou des petits plateaux, qui dominent néanmoins de 20 à 30 m les terrains sablonneux bordant la vallée. Ces cuirasses secondaires sont très étendues dans tout le Ferlo.

Pendant que le Sénégal approfondissait sa vallée en aval de Bakel, ont été façonnés dans le haut bassin des glacis étagés, dont la surface a été indurée par cuirassement (1). Les témoins de haute et moyenne terrasse s'y raccordent. L'étude de ces glacis cuirassés a montré que leur formation implique une alternance de climat de tendance subaride, favorisant l'érosion mécanique et le ruissellement en nappe, et de climat de type soudanien, engendrant l'altération des roches en profondeur et le cuirassement par les oxydes de fer des matériaux meubles en subsurface. C'est alors que les nappes de galets, déposées par les cours d'eau à la fin de la période sèche, ont été cimentés en poudingue.

Les périodes plus humides, à climat soudanien, semblent coïncider avec des transgressions marines. Lors de la cimentation des alluvions graveleuses de la moyenne terrasse, se sont déposés des calcaires lacustres dans la dépression de l'Aftout ech Chergui (2), au NE du lac Rkiz (fig. 1), et dans des parties basses du Ferlo. La mer formait alors un vaste golfe dans la région de Nouakchott, couvrant la majeure partie du Trarza. C'est la transgression de l'Inchirien (3). Probablement .../...

(1) P. MICHEL 1959.

(2) P. ELOUARD, P. MICHEL 1958.

(3) P. ELOUARD 1959. Elle est maintenant appelée Inchirienn inférieur. Cf. P. ELOUARD, H. FAURE, 1967.

le Sénégal continuait à couler vers le NW en aval de Bogué pour se jeter dans le golfe inchirien dans la région de Boutilimit (fig. 1). D'après des industries préhistoriques trouvées dans la moyenne terrasse aux environs de Yélimané (1) et en fonction de la chronologie des dépôts plus récents, cette transgression correspondrait au dernier interglaciaire (Riss-Würm).

Au cours de la régression qui a suivi, le climat est devenu plus sec. Le fleuve a creusé de nouveau son lit. Le ruisseau a façonné un glacis en bordure de la vallée, autour des buttes coiffées de cuirasse ferrugineuse; ce dernier glacis s'est aussi largement développé dans certaines régions du haut bassin, comme le Plateau Mandingue septentrional: c'est le bas glacis (2). Mais en descendant la Vallée l'étagement des niveaux disparaît à l'W de Bogué; il n'y existe plus qu'un seul glacis, qui peut être considéré comme polygénique. Cette région se serait affaissée progressivement. Ainsi la subsidence expliquerait le changement de direction du Sénégal à partir de Bogué où il se dirige droit vers l'Ouest.

Lorsque le niveau de la mer est remonté, le fleuve a alluvionné tout au long de son cours, déposant la nappe graveleuse de la basse terrasse. De nombreux fragments subsistent encore sur la rive gauche de la Vallée entre Matam et Diamal (fig. 3) et au bord de la basse vallée du Gorgol (3); ils se situent à 1-2 m au-dessus du lit majeur. Ces dépôts n'ont pas été cimentés en poudingue et sont souvent exploités par des gravières. Le bas glacis s'est couvert de colluvions de sable

.../...

(1) Sur des affluents de la Kolimbinié, rivière qui se jette dans le Sénégal près de Kayes. P. MICHEL 1960.

(2) P. MICHEL 1959.

(3) P. MICHEL 1956.

argileux, mélangés à des gravillons ferrugineux, pouvant atteindre une épaisseur de plusieurs mètres; mais, à la différence des niveaux plus anciens, il n'a pas été revêtu d'une cuirasse ferrugineuse. Le climat ne devait pas être assez humide pour engendrer une migration généralisée des oxydes de fer.

La transgression responsable de cet alluvionnement, n'était peut-être que de courte durée. Elle semble correspondre à un interstade du Würm. Dans la région du Delta, le sondage pétrolier de Toundou Besset, implanté sur une dune rouge résiduelle (fig. 4), a traversé de 12 à 48 m des formations fluvio-deltaïques qui peuvent être rattachées à la même transgression. Or dans la région de Nouakchott des niveaux de lumachelle passant sous les dunes rouges ont été datés récemment de 31.000 à ≥ 40.000 ans BP par la méthode du C 14 (1).

Lors de la régression du Würm récent, le Sénégal a creusé progressivement son lit dans le substrat rocheux, grès du Continental Terminal ou calcaire et argiles de l'Eocène. Un des sondages effectués récemment à Bogué l'a atteint vers la cote - 19 m (2). Plus à l'aval, à la hauteur de Richard-Toll, les coupes d'une série de sondages disposés à travers le lit mineur du fleuve montrent que son toit se situe entre - 22 et - 28 m (3). L'entaille s'est sans doute accentuée près de l'Océan, mais il n'existe aucun sondage profond dans la partie occidentale du Delta selon l'axe du fleuve.

Le réseau hydrographique du Ferlo, dont témoignent les vallées mortes, était alors fonctionnel. Après la jonction de ses diverses branches aux alentours de Linguère, la .../...

(1) C'est l'Inchirien supérieur de P. ELOUARD, H. FAURE 1967:
BP = before présent (avant 1950).

(2) P. MICHEL 1967. L'emplacement de ces sondages est indiqué sur la figure 6.

(3) P. MICHEL 1957.

En aval de Matam ces alluvions anciennes plongent progressivement sous le niveau actuel de la mer. Tous les sondages de Bogué les ont atteintes. L'étude de leurs coupes montre que des niveaux de graviers et gravillons, surtout des quartz et jaspes, y alternent avec des dépôts uniquement sableux (1). L'épaisseur de cette formation alluviale dépasse toujours plusieurs mètres; dans 2 sondages elle descend à la cote - 20 m. Aux environs de Richard-Toll certains sondages ont aussi traversé des dépôts graveleux juste au-dessus des calcaires ou argiles du soubassement (fig. 3) . Ainsi cette nappe alluviale à éléments grossiers du Sénégal subsiste par place jusque dans le Delta sous les dépôts plus fins de son lit majeur actuel, qui peuvent être d'origine fluviatile, marine ou éolienne.

2. L'ancien barrage dunaire

Au cours de la régression marine correspondant au Würm récent, le climat a évolué progressivement vers l'aridité. C'est alors que se sont formés les ergs anciens de dunes rouges qui ont envahi la vallée du Sénégal. Leur sable est généralement coloré par les oxydes de fer en brun-rouge ou rose.

Ces grands massifs dunaires couvrent tout le Trarza et la majeure partie du Brakna; au S du Delta ils s'étendent à travers le Cayor et la région de Thiès jusqu'au Sine-Saloum (2). Vu d'avion le modelé uniforme et régulier de leurs dunes longitudinales, de direction NE-SW (fig. 4), évoque une tôle ondulée aux dimensions gigantesques (3). Elles sont maintenant .../...

(1) P. MICHEL 1967.

(2) J. TRICART, M. BROCHU 1955.

(3) Leur relief est très bien conservé dans la région de l'Ogol, au NNW du lac Rkiz, c'est pourquoi P. ELOUARD 1959 (p.167) a adopté le terme Ogolien pour désigner l'étage des "dunes rouges".

LES ERGS DE DUNES ROUGES
en bordure de la basse vallée du Sénégal

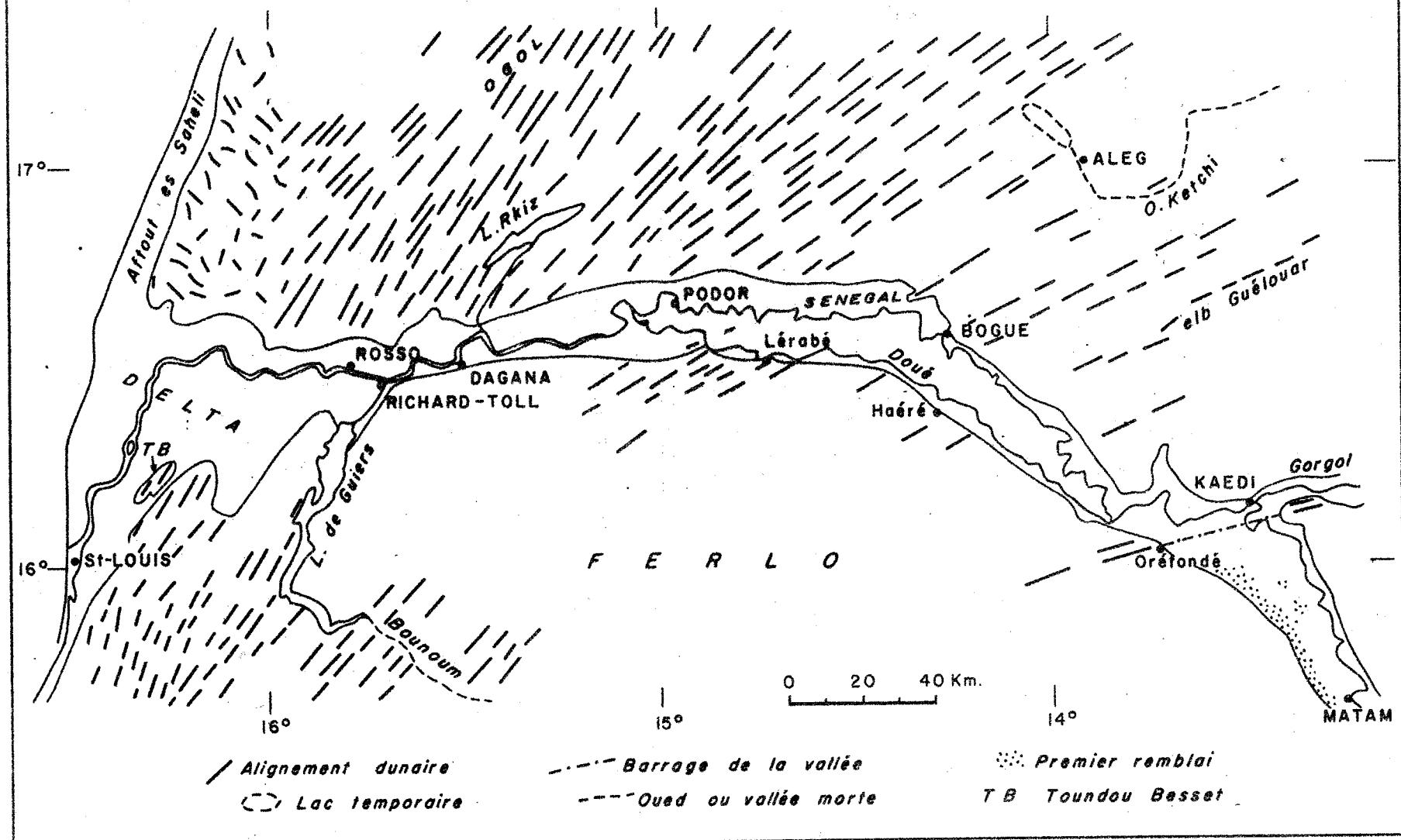


Figure 4

fixées par le couvert végétal, steppe arbustive ou savane arborée, et dans les régions méridionales leurs formes sont de plus en plus émoussées. Dans le Ferlo n'ont pu s'édifier que de petits massifs ou des dunes isolées à cause de la présence de cuirasse ou de gravillons ferrugineux à faible profondeur (fig. 5 a).

Ces alignements dunaires ont barré progressivement la vallée du Sénégal, ainsi que celles du Bounoum et du Gorgol inférieur. Plusieurs fragments de dunes rouges s'élèvent encore en pleine vallée alluviale, entre Podor et Kaédi, notamment au NW de Lérabé, au NW de Siouré et près de Haéré poste (1). L'étude des sondages de Bogué permet de connaître une des étapes du barrage de la Vallée (2). Au-dessus des formations graveleuses de base se trouve dans certains sondages un niveau de sables hétérométriques plus ou moins argileux; ils sont recouverts par des sables homométriques, dont la granulométrie et la morphoscopie sont identiques à celles des dunes rouges. Les dépôts mal classés représenteraient d'anciens épandages: le lit était sans doute déjà obstrué par des cordons dunaires à l'aval de Bogué de sorte que le fleuve, très affaibli, abandonnait sa charge alluviale en vrac. Puis l'écoulement fluvial ayant cessé dans ce secteur, le sable a été repris et trié par le vent qui a édifié de grandes dunes longitudinales. Ensuite le principal barrage dunaire s'est formé plus en amont, à la hauteur de Kaédi (fig. 4).

Lors de cette grande période aride le Sénégal est donc
.../...

(1) P. MICHEL 1957.

(2) P. MICHEL 1967.

Depuis ce dernier creusement les contours de la Vallée sont restés fixes dans l'ensemble. Celle-ci s'est remblayée au cours de la dernière transgression, correspondant au postglaciaire. Mais son microrelief et la nature des sédiments indiquent que son façonnement a encore varié à plusieurs reprises.

B - LES DEPOTS DU LIT MAJEUR

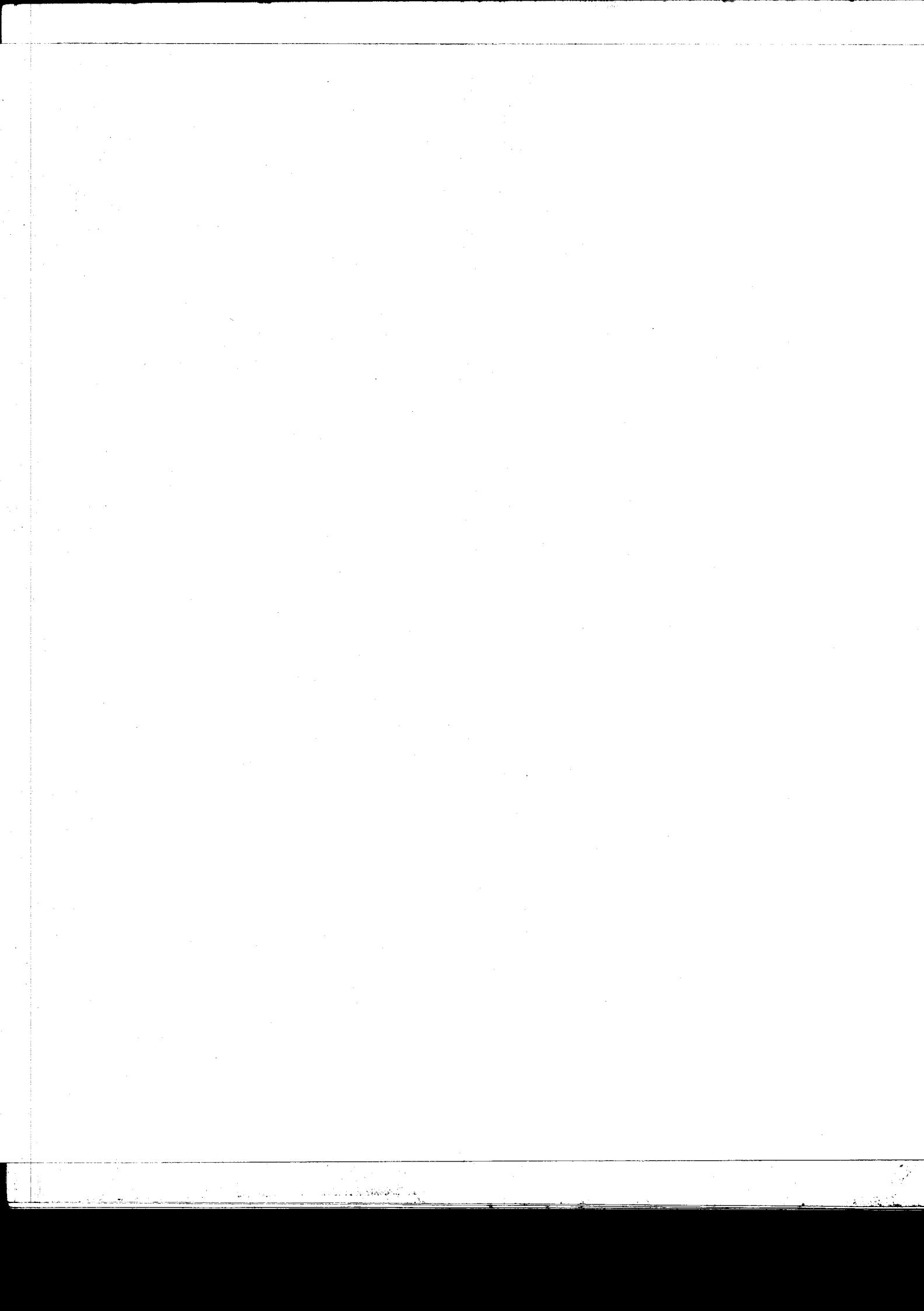
Comme le niveau marin remontait progressivement, le fleuve alluvionnait dans la Vallée. Cette sédimentation était d'abord fine. Dans les sondages de Bogué une formation argileuse, épaisse de 3 à 5 m, recouvre les sables dunaires ou directement les alluvions anciennes graveleuses (1). Elle comprend en général des argiles très finement sableuses, bariolées, puis des argiles compactes, brunes à taches gris-bleuté ou verdâtres. Plus en amont, la sédimentation semble avoir été moins homogène, tout en restant fine. Nous n'y disposons plus de sondages, mais les rives concaves de méandre permettent parfois de connaître la succession des niveaux lorsque la berge est bien sapée par le courant. Voici, à titre d'exemple, une des coupes observées en amont du village de Wali, dans la région de Maghana (fig. 1), lors des basses eaux (février 1965) :

1. Terrain finement sableux (bourrelet de berge).
2. Argile gris-brun.
3. Sable beige (nombreux suintements de la nappe).
4. Argile bleuâtre.

Par contre, à quelques kilomètres en amont, près de Sagné, la berge du fleuve est formée uniquement de sable très fin argileux et bariolé.

Ce sont surtout des facteurs bio-climatiques qui expliquent le caractère fin de la sédimentation. Le climat était devenu nettement plus humide que de nos jours. Une végétation.../...

(1) P. MICHEL 1967.



CROQUIS GEOMORPHOLOGIQUE DES ENVIRONS DE BOGUÉ

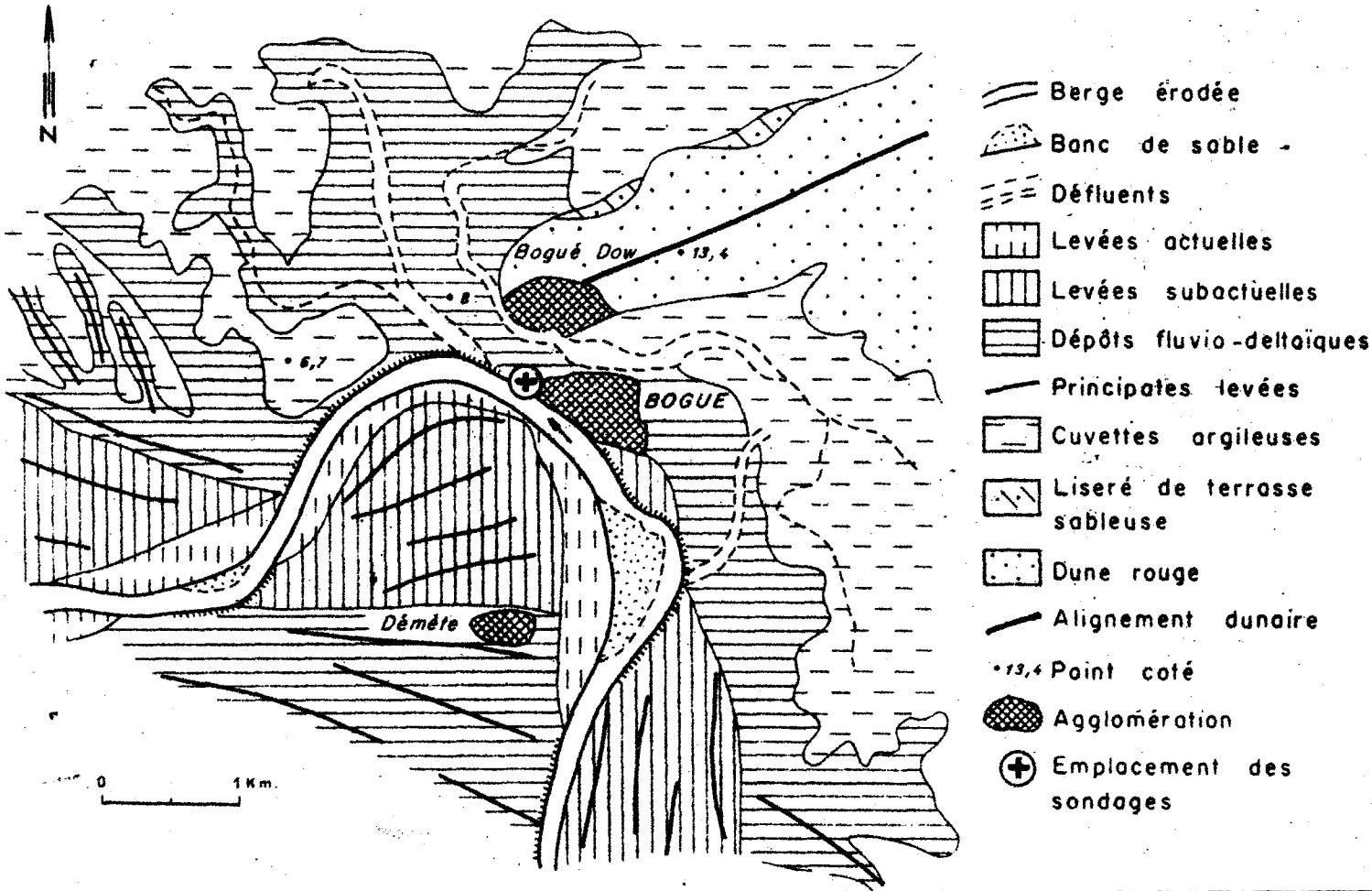


Figure. 6

Richard-Toll (1). Ce matériel, très homogène d'un bout à l'autre de la vallée, contient fréquemment de petites concrétions ferrugineuses qui témoignent d'une certaine évolution pédologique par hydromorphie (2).

Les dépôts de ces grands bourrelets de berge ne présentent jamais de stratifications, à la différence des bancs de sable du lit mineur. Les sables fins-limons sont disposés en pellicules successives, souvent difficiles à discerner. Car l'accumulation se produisait en nappe au maximum de la crue lorsque les berges étaient aussi submergées. Ainsi les levées s'exhaussèrent progressivement. Ensuite les eaux de débordement passèrent de plus en plus au-dessus des ensellements du bourrelet ou à travers de petites brèches qu'elles élargirent rapidement. Les brèches donnèrent naissance à de petits défluents; ceux-ci abandonnèrent leur charge solide et construisirent des deltas adventifs dans la zone plus basse où ils débouchaient.

Ces deltas de rupture de levées sont très nombreux. On en trouve de toutes les dimensions. Certains sont petits et digités: c'est le cas de ceux formés juste en aval de Bogué où leur longueur ne dépasse pas 3 km (fig. 6). Par contre quelques uns sont très grands parce que l'écoulement à travers la brèche était important et pouvait se produire pendant une longue période de la crue. Ainsi le delta formé à une dizaine de km en aval de Matam, à partir d'un ancien méandre du fleuve, s'allonge sur environ 25 km entre le Sénégal et le marigot Diamel; sa largeur atteint 4 à 5 km. Des diffluences se sont produites et entre les dépôts des diverses ramifications subsistent des cuvettes où se ... / ...

(1) J. TRICART 1961.

(2) J. MAYMARD 1960 a classé ces terrains comme des sols hydromorphes à taches et concrétions sur limons de débordement; cf. fig. 2.

décontentent les eaux de crue. Souvent des deltas adventifs rapprochés forment un glacis alluvial dont la largeur varie selon l'importance des ruptures. Par endroits aussi les dépôts de deux ruptures différentes se superposent.

Le matériel de ces systèmes de levées ~~avant tout des~~ deltaïques en aval de Bogué vient exclusivement du haut bassin, qui s'étend en amont de Bakel. Le fleuve a donc apporté à cette époque une grande quantité de matériel frais, remblayant de vastes secteurs de la Vallée et du Delta. Quelle est son origine? Il provient surtout de l'érosion par ravinement ou sapement latéral des terrasses du premier et du deuxième remblai. Le sable grossier était transporté par roulage et ~~structurel~~ au fond du lit, tandis que les sable fin et limon, mis en suspension par les eaux de crues à forte turbulence, se déposaient à chaque inondation dès que le courant faiblissait. Ce n'est qu'en quelques rares endroits que ces dépôts renferment aussi du matériel d'origine locale: par exemple entre Kaédi et Mbagne la levée contient plusieurs petits débris de cuirasse ferrugineuse, qui ont dû être entraînés sur au moins 6 km (1).

L'alluvionnement intense de cette période post-nouakchottienne, qui se situe entre 5.000 et 2.000 ans BP, suppose un régime hydrologique assez différent de l'actuel. Car de nos jours le fleuve ne construit plus guère de levées et ne déplace des graviers que sur quelques centaines de mètres. D'après l'étude palynologique des dépôts fluvio-deltaïques de Bogué, le climat d'abord très pluvieux, comme au Nouakchottien, est .../...

(1) Le plus proche affleurement de cuirasse se trouve, en effet, à cette distance.

devenu progressivement moins humide: à la savane avec îlots forestiers s'est substitué une steppe arbustive (1). Comme on le sait, ces ruptures de l'équilibre bioclimatique sont favorables aux processus d'érosion mécanique (2). Mais surtout le régime du Sénégal devait être encore plus contrasté qu'actuellement. Ses débits de pointe de crue étaient sûrement beaucoup plus élevés. D'où la grande compétence du fleuve qui lui permit de charrier une masse énorme d'éléments fins en suspension, avec lesquels il édifia les puissantes levées et construisit un delta long de plus de 200 km.

Ces systèmes de hautes levées fluviales ou fluviodeltaïques constituent aujourd'hui un trait majeur du paysage de la Vallée. Les paysans Toucouleur appellent ces terrains fondé (fig. 2). Si leur modelé est partout semblable, leur couvert végétal varie par contre. Dans la basse vallée il est généralement peu dense à cause de la salure des terres. Les grands bourrelets portent souvent des buissons de Salvadora persica qui sont très espacés et ne couvrent qu'une petite partie du sol. En amont de Kaédi, par contre, les levées sont souvent recouvertes d'un boisement dense, difficilement pénétrable. Les cultivateurs ont défriché par endroits ces terrains rarement atteints par la crue, pour cultiver du mil pendant la saison des pluies (3). Les points hauts de ces levées naturelles ont de bonne heure attiré l'habitat puisque les hommes y étaient à l'abri des inondations. C'est pourquoi ils sont fréquemment jonchés de débris de poterie. On y rencontre, en outre,

.../...

-
- (1) Ces analyses, encore en cours, sont faites par P. ASSEMIEN.
 - (2) Des défrichements de terrains le long des rives par les hommes du Néolithique ont pu favoriser encore l'érosion.
 - (3) Les précipitations plus abondantes dans ces régions déjà plus méridionales les incitent à pratiquer cette culture comme complément de la culture de décrue.

quelques tumuli contenant plusieurs couches de cendres et poteries superposées (1). Encore aujourd'hui la plupart des villages

quelques tumuli contenant plusieurs couches de cendres et poteries superposées (1). Encore aujourd'hui la plupart des villages et les escales situés dans la vallée même sont construits sur ces levées.

La hauteur des bourrelets diminue d'amont en aval en fonction de la faible pente du fleuve. Dans la région de Matam ils atteignent des altitudes de 15 à 16 m; aux environs de Bogué ils se situent entre 8 et 9 m, puis vers Richard-Toll ils s'abaissent à 3 - 4 m. Entre les systèmes de levées s'étendent des zones plus basses où se décantaien les eaux des crues entrées dans le lit majeur, déposant des argiles parfois finement sableuses (fig. 6).

Le Gorgol, dernier affluent du Sénégal, qui traverse des terrains schisteux imperméables, remblayait aussi dans sa vallée inférieure en apportant du matériel frais de l'amont. Mais il a construit un réseau de levées nettement plus petites et plus minces que celles du Sénégal (2). D'autre part, le réseau mort du Ferlo et du Bounoum connaissait alors un écoulement au moins temporaire. Ses apports ont formé un delta allongé dans la partie sud du lac de Guiers (fig. 5 b). Le lac lui-même s'est constitué à la suite du barrage de la dépression par les dépôts deltaïques du Sénégal à proximité de Richard-Toll.

A la fin de cette période post-nouakchottienne le fleuve dessinait déjà dans certains secteurs de la Vallée des méandres qui sont encore visibles actuellement. Ainsi juste en aval de Matam son cours traçait deux boucles qu'il a recoupées ultérieurement. Dans la basse vallée il décrivait des sinuosités

.../...

(1) Notamment près de Bito, entre Saldé et Cascas.

(2) P. MICHEL 1956.

près de Dakar-el-Barka et esquissait les grandes boucles de Podor et Dagana. Le Koundi traçait également des méandres encore bien reconnaissables dans la région de Dakar-el-Barka et près de Mboul. Une diffluence d'une partie des eaux du Sénégal lors d'une très forte crue semble être à l'origine de la formation du Doué, qui longe maintenant le bord méridional de la Vallée entre Saldé et Podor (fig. 1). Ses levées en amont de Diamal sont, en effet, nettement moins larges que celles des autres bras du fleuve. Dans son cours inférieur il suit surtout les grands bourrelets de défluents du bras Sud qu'il a grignoté depuis lors en y développant des méandres (1).

Pendant ce temps les cordons littoraux se multipliaient et s'épaissaient dans la zone maritime du Delta. Le sable de plage remanié par le vent formait de petites dunes de couleur jaune et de direction NNE-SSW, qui se distinguent aisément des dunes rouges; elles couvrent les faluns des anciennes plages battues par la houle. Le littoral s'est ainsi déplacé progressivement vers l'Ouest (2).

3. Les changements subactuels

A proximité de la côte ces dunes jaunes ont été recouvertes de dunes paraboliques, semi-fixées, les paraboles s'ouvrant au NNW (3). Cette nouvelle génération de dunes chevauchant les anciens cordons littoraux, témoigne d'une recrudescence de l'action éolienne, qui semble correspondre à un certain assèchement du climat. Le renforcement de la déflation a aussi engendré

.../...

(1) P. MICHEL 1957.

(2) P. MICHEL, P. ELOUARD, H. FAURE 1967.

(3) Cette orientation est la même que celle des dunes vives actuelles et correspond d'après A. GUILCHER 1954 à la résultante des vents d'octobre à avril.

les formes chaotiques des dunes rouges à la bordure nord-ouest du Delta et le long de l'Aftout es Saheli (fig. 4).

Ce sont à la fois l'épaisseissement des cordons littoraux, grâce aux apports de la dérive, et l'avancée des sables éoliens vers l'intérieur qui expliquent l'obturation progressive des embouchures du Sénégal dans la partie septentrionale du Delta. Le fleuve a du se détourner vers le SSW pour rejoindre l'océan (1). Il a quitté ainsi le front deltaïque pour s'avancer peu à peu jusque dans la région de Saint-Louis où s'étendent des vasières (fig. 5 c). A partir de cette ville le Sénégal n'est plus séparé de l'océan que par une flèche littorale très étroite, appelée "Langue de Barbarie" (2). Ce mince cordon est parfois rompu par de très fortes marées. Aussi l'embouchure du fleuve s'est-elle souvent déplacée au cours des trois derniers siècles; elle se situe actuellement à une quinzaine de km au S de Saint-Louis. Donc, après avoir construit un vaste delta "intérieur" comblant la majeure partie de l'ancienne lagune, le fleuve se jette maintenant dans la mer par un estuaire.

En outre, de légers mouvements tectoniques et eustatiques ont probablement affecté le Delta et la Vallée, puisque dans les environs de Saint-Louis les dépôts coquilliers du Nouakchottien se situent entre les cotes 0 et + 1 m, alors que dans les sondages de Bogué le niveau supérieur de vase atteint l'altitude + 3 m. Peut-être s'agit-il d'un léger soulèvement épilogénique de l'arrière-pays en fonction de la flexure continentale qui s'est manifestée à plusieurs reprises depuis le .../...

(1) J. TRICART 1956, 1961.

(2) A. GUILCHER 1954.

Secondaire (1). Quoiqu'il en soit, l'abaissement relatif du niveau marin, si faible soit-il, s'est répercute sur tout le cours inférieur du Sénégal jusqu'à Bakel, parce que la pente de son profil en long est extrêmement faible.

Toutes ces modifications - détournement du fleuve vers la région de Saint-Louis, assèchement du climat, légère variation du niveau de la mer - se sont produites à une époque relativement récente, sans doute au cours des premiers siècles de notre ère. C'est pourquoi nous qualifions cette période de subactuelle. Il faut souligner néanmoins que ces changements ont été progressifs. Aussi n'existe-t-il pas de coupures nettes,

Secondaire (1). Quoiqu'il en soit, l'abaissement relatif du niveau marin, si faible soit-il, s'est répercute sur tout le cours inférieur du Sénégal jusqu'à Bakel, parce que la pente de son profil en long est extrêmement faible.

Toutes ces modifications - détournement du fleuve vers la région de Saint-Louis, assèchement du climat, légère variation du niveau de la mer - se sont produites à une époque relativement récente, sans doute au cours des premiers siècles de notre ère. C'est pourquoi nous qualifions cette période de subactuelle. Il faut souligner néanmoins que ces changements ont été progressifs. Aussi n'existe-t-il pas de coupures nettes, mais, au contraire, une évolution progressive depuis la mise en place des dépôts post-nouakchottiens jusqu'à l'Actuel.

De quelle manière a évolué la sédimentation dans la Vallée? Par suite du léger exhaussement des terrains et sans doute aussi à cause d'une diminution du débit, consécutif à l'assèchement du climat, les hautes levées fluviales ou fluvio-deltaïques ont cessé d'être submergées entièrement par les crues et, de ce fait, leur édification a été interrompue. Par contre, les eaux du fleuve sapaien ces bourrelets à la montée de la crue dès que l'une des rives était légèrement concave, entraînant les sables fins-limons. Mais, comme la pente du talweg est extrêmement faible, ils étaient déposés à très courte distance, devant la berge convexe où le courant ralentissait. Les formations subactuelles sont donc surtout représentées par des faisceaux de levées s'alignant derrière les rives convexes des méandres (fig. 6). Leur matériel ressemble à celui des levées

.../...

(1) Ce problème est évoqué plus longuement dans la conclusion de notre article portant sur la région de Saint-Louis:
P. MICHEL, P. ELOUARD, H. FAURE 1967.

plus anciennes puisqu'il provient de leur remaniement (1).

Les levées subactuelles sont généralement plus basses et présentent des formes plus fraîches que les grandes levées post-noukchotttiennes. Leur altitude va en décroissant jusqu'aux dépôts les plus récents. Entre les bourrelets successifs s'étirent des dépressions souvent étroites au sol plus argileux. A ces terrains assez hétérogènes, recouverts par crue moyenne, les paysans Toucouleur donnent le nom de diacré (fig. 2). La disposition ainsi que la largeur de ce système de levées varient fréquemment d'un point à un autre. Lorsque le Sénégal a modifié son cours il recoupe les levées plus anciennes; on distingue alors aisément les levées subactuelles. Mais le plus souvent le fleuve a gardé sa direction tout en déplaçant progressivement son lit; de cette façon il a agrandi peu à peu ses méandres. Dans ces cas il est parfois difficile de placer une limite pour séparer à l'intérieur de la boucle les levées subactuelles des autres.

Le Sénégal a donc considérablement accru ses sinuosités pendant cette période. Certains de ces méandres ont été recoupés. Ailleurs les boucles se développent encore de nos jours. C'est pourquoi les levées subactuelles peuvent être érodées sur leur tranche par le sapement actuel du fleuve (fig. 6). Ainsi les méandres de la Vallée, apparues surtout au cours de l'entaille des formations post-nouakchotttiennes, se présentent comme des formes de creusement lent et peu accentué, dans un matériel dont la granulométrie correspond à peu près à la limite de la compétence locale du fleuve.

.../...

(1) P. MICHEL 1957.

Les ruptures de levées se sont raréfiées pendant le Subactuel. Car le fleuve était désormais enserré entre de puissants bourrelets et ses débits de crues étaient diminués par l'assèchement du climat. Aussi les deltas adventifs formés au cours de cette période de transition sont-ils peu nombreux et de petites dimensions. Ils se distinguent surtout par la fraîcheur du lit qui se greffe sur la rupture de levée encore bien visible; sa profondeur, entretenue par les crues actuelles, permet une bonne inondation de la cuvette dans laquelle il débouche. C'est, par exemple, le cas du petit défluent branché sur le Sénégal en face de Paté Galo (1).

L'équilibre entre les différents bras du fleuve s'est aussi modifié pendant cette période. Le cours du Koundi s'est désorganisé progressivement. Sans doute son débit a-t-il diminué beaucoup plus que ceux des autres branches du fleuve; en outre, les alizés du NE apportaient du sable qui formait probablement des bouchons dans son lit (2). Le Koundi n'avait plus guère la force d'éroder ses anciennes levées, ni les dunes rouges auxquelles il se heurtait. Son cours, tout en étant sinueux, n'est que rarement bordé de levées subactuelles. Par deux fois, près de Leggatt et à Mboul, il a abandonné son ancien lit qui traçait des méandres accompagnés de puissantes levées; il suit maintenant le lit de défluents, puis coule à travers des cuvettes avant de rejoindre son ancien cours. Par contre le Doué devait avoir déjà un débit nettement plus élevé que le Koundi. Tout comme le Sénégal, il a développé ses méandres au dépens des anciennes formations fluvio-deltaïques.

.../...

(1) Qui se situe entre Bogué et Dahr-el-Barka.

(2) Le vent était freiné au passage par les hautes levées qui le gainent.

Les ruptures de levées se sont raréfiées pendant le Subactuel. Car le fleuve était désormais enserré entre de puissants bourrelets et ses débits de crues étaient diminués par l'assèchement du climat. Aussi les deltas adventifs formés au cours de cette période de transition sont-ils peu nombreux et de petites dimensions. Ils se distinguent surtout par la fraîcheur du lit qui se greffe sur la rupture de levée encore bien visible; sa profondeur, entretenue par les crues actuelles, permet une bonne inondation de la cuvette dans laquelle il débouche. C'est, par exemple, le cas du petit défluent branché sur le Sénégal en face de Paté Galo (1).

L'équilibre entre les différents bras du fleuve s'est aussi modifié pendant cette période. Le cours du Koundi s'est désorganisé progressivement. Sans doute son débit a-t-il diminué beaucoup plus que ceux des autres branches du fleuve; en outre, les alizés du NE apportaient du sable qui formait probablement des bouchons dans son lit (2). Le Koundi n'avait plus guère la force d'éroder ses anciennes levées, ni les dunes rouges auxquelles il se heurtait. Son cours, tout en étant sinueux, n'est que rarement bordé de levées subactuelles. Par deux fois, près de Leggatt et à Mboul, il a abandonné son ancien lit qui traçait des méandres accompagnés de puissantes levées; il suit maintenant le lit de défluents, puis coule à travers des cuvettes avant de rejoindre son ancien cours. Par contre le Doué devait avoir déjà un débit nettement plus élevé que le Koundi. Tout comme le Sénégal, il a développé ses méandres au dépens des anciennes formations fluvio-deltaïques.

.../...

(1) Qui se situe entre Bogué et Dahr-el-Barka.

(2) Le vent était freiné au passage par les hautes levées qui le gainent.

◦ ◦

Ces phases d'édification des systèmes de levées depuis le Nouakchottien marquent l'aboutissement de la longue évolution géomorphologique qu'a connue la vallée du Sénégal. Elles occupent une place très importante dans la formation du modèle alluvial, puisqu'elles ont donné à la Vallée un microrelief souvent vigoureux, qui joue maintenant un rôle primordial dans la submersion des terres par la crue annuelle.

De juillet à fin novembre les eaux du fleuve inondent le lit majeur. Dans les dépressions s'étendant entre les faisceaux de levées et leurs deltas adventifs, les eaux restent plus longtemps. Elles s'y décantent peu à peu. Une couche d'argile brune, épaisse de 1 à 1,50 m, tapisse le fond de ces cuvettes (1), recouvrant les sables blancs du golfe nouakchottien dans la basse vallée ou des dépôts fluviatiles antérieurs plus en amont. Les terrains se ressuent rapidement au cours de la décrue, par suite de la forte évaporation de saison sèche, puis se fissurent. Ce sont les terres hollaldé (fig. 2), plantés en sorgho au fur et à mesure que le niveau des eaux baisse. Naturellement l'étendue et la durée de la submersion dépendent de l'ampleur de la crue, qui varie d'une année à l'autre. Dans les parties les plus basses des cuvettes argileuses ou dans des secteurs mal drainés, les eaux stagnent très longtemps; aussi l'épaisseur de la couche d'argile de décantation y dépasse-t-elle parfois 3 m.

.../...

(1) P. MICHEL 1957.

Si l'on suppose que la décantation des eaux de crues s'est poursuivie d'une façon régulière depuis le dépôt des sables au cours du Nouakchottien, il est aisément de calculer la vitesse de cette sédimentation argileuse: elle aurait été de 2 à 3 cm par siècle dans les cuvettes qui se vidangent normalement et de 6 à 8 cm dans les parties basses mal drainées. Ces argiles sont formées d'un mélange de kaolinite, illite et montmorillonite (1). Notons que dans la partie nord-ouest du Delta les terrains argileux sont très salés à cause de l'existence d'anciennes lagunes entre le front deltaïque et les cordons littoraux; aussi la plupart des cuvettes y évoluent-elles maintenant en sebkhas (fig. 5 c) (2).

Cette grande vallée alluviale, s'étendant de Bakel à l'océan, présente une belle unité géomorphologique. Après plusieurs phases d'entailles, les changements de sédimentation depuis la grande période aride, qui coïncide avec le Würm récent, ont abouti à la mise en place de dépôts variés. Les divers terrains offrent de grandes possibilités agricoles qui sont loin d'être entièrement exploitées par l'agriculture traditionnelle. C'est pourquoi des études d'aménagement se poursuivent depuis une vingtaine d'années (3).

Les recherches géomorphologiques entreprises à partir de 1953 sont un des éléments de ces études (4). Elles ont permis