

J. DUBOIS

QUELQUES OBSERVATIONS UTILISABLES POUR LA CHRONOLOGIE DU QUATERNAIRE
AU SÉNÉGAL ET EN MAURITANIE

Cette note regroupe et classe des observations diverses et plus ou moins anciennes effectuées au cours de tournées dont le but essentiel était l'étude des sols ou la mise en valeur agricole. Elles apparaissent alors comme secondaires.

Dans le cadre général déjà déterminé [6] [8] [10] [11] [29] (cuirassement, creusement des vallées, envahissement dunaire, transgression sous climat un peu plus humide que l'actuel avec phase alluviale du Sénégal) elles apportent quelques éléments et posent des points d'interrogation.

Le texte a été divisé en fonction de la période la plus individualisée, celle de l'avancée dunaire vers le Sud : l'Ogolien.

Sont alors distingués :

— Période antérieure à l'Ogolien, avec des observations sur les calcaires lacustres et leurs relations avec la cuirasse, l'éventualité d'une transgression ou de l'installation d'un grand lac au Sénégal occidental, un méandre mort bien énigmatique au sud de Kaolack, des vallées fossiles au nord-ouest du lac de Guiers.

— Ogolien, où sont signalés quelques colmatages.

— Post Ogolien, avec des observations sur un niveau rubéfié dans une dune anciennement littorale près de Saint-Louis, conséquence de la transgression nouakchottienne, des vallées mortes, signe d'un pluvial modéré, enfin des phases alluviales du delta du Sénégal.

Un tableau essaye d'articuler entre elles les diverses observations.

Période antérieure à l'Ogolien.

Calcaire lacustre.

Il est admis que l'accumulation ferrugineuse généralement cuirassée et à plusieurs niveaux qui se retrouve sur le Continental terminal, est la conséquence de plusieurs cycles assez humides à saison contrastée, suivis d'un décapage par érosion en nappe. Or il existe une vaste zone au Sénégal où il y a seulement des lambeaux épars de cuirasse d'apparence remaniée ou tout simplement des lits de gravillons ferrugineux. C'est également là que les dunes de l'Ogolien sont le plus marquées. Cette zone est comprise approximativement entre les hauteurs de Thiès et le Ferlo. C'est une cuvette topographique, mais non géologique, très peu marquée, d'altitude variant entre 10 et 30 m, drainant surtout au sud et dominée par les hauteurs de Thiès (130 m), et le plateau du Ferlo (50 m) unités géographiques toutes deux recouvertes par le Continental terminal et une cuirasse. Elle communique largement au nord avec le Bas-Ferlo et la zone côtière.

Dans cette cuvette, surtout dans sa moitié nord et dans le Bas-Ferlo se rencontrent fréquemment des dépôts calcaires localisés lacustres ou lagunaires [20]. Ils sont absents, sauf exception de bordure, sur le continental terminal et là où la cuirasse semble en place. Ils ne sont pas situés systématiquement dans les dépressions interdunaires ou « gouds ». La surface du sol au-dessus d'eux est renflée car ils ont mieux résisté aux remaniements éoliens que les sables voisins. Parfois le relief prolonge celui des dunes mais il est alors plus atténué (sud-est de Bambey par exemple). Les sols correspondants sont des sols bruns subarides ou des vertisols marqués par la présence du calcaire. Il arrive que les puits creusés à travers eux soient salés (Keur Ko Tiao au sud-est de Bambey).

Ces dépôts calcaires sont antérieurs à l'Ogolien puisqu'ils sont recouverts par les dunes, mais quelle est leur place par rapport aux cuirasses ? Il n'est pas tellement commode de le préciser puisque les deux formations ne se rencontrent généralement pas ensemble.

C'est cependant le cas dans la carrière de Dahra dans le Djolof (obs. 1946). La cuirasse est alvéolaire. Une coupe montre un élément de cuirasse légèrement inclinée se terminant là et, côte à côte, une masse de calcaire. Sur plus de 1 m le calcaire pénètre les alvéoles de la cuirasse. Sa limite supérieure est horizontale. Elle fait donc un angle avec la pente de la cuirasse.

On peut en déduire que :

- Le calcaire est postérieur à cet élément de cuirasse ;
- Les alvéoles de la cuirasse existaient déjà au moment du dépôt du calcaire ;
- La cuirasse semble avoir été affaïssée sur sa bordure avant le dépôt du calcaire.

Le problème d'une transgression antéogolienne.

Absence de Continental terminal et de cuirasse, sauf quelques traces remaniées de cette dernière, présence de dépôts calcaires non continus dominés par des dunes. Que tout cela signifie-t-il ?

On pense à une érosion considérable qui aurait décapé le Continental terminal démantelé la cuirasse. Mais pourquoi uniquement dans cette zone légèrement plus basse que celles qui l'entourent ?

Cette érosion est attestée par des blocs de cuirasse séparés de la couche d'origine et basculés puis en grande partie enterrés par la suite. S'il s'en rencontre sur des flancs de vallée, on peut également en voir là où la pente est très faible et à un niveau correspondant à celui de la cuirasse. Ainsi en est-il à l'est de la dépression du N'Diael, qui borde au sud-est le delta du Sénégal. Dans ce dernier cas, il ne peut s'agir de l'effondrement d'une falaise.

Quelle peut être la cause de cette érosion ? Une transgression marine ? Si oui, elle aurait été importante : + 20 à + 30 m au-dessus du niveau actuel. Elle n'aurait pas laissé de fossile, ce qui est étonnant, ou du moins on ne semble pas en avoir trouvé. Le conglomérat de base (les gravillons ferrugineux plus ou moins recimentés) n'est visible qu'en quelques points.

Les calcaires plus ou moins saumâtres, la présence de sel dans le sol de certains marigots près de Thiès (marigots de Baba) à une altitude de plus de 20 m ne constituent que des indices, car, pour leur donner une signification sûre, il faudrait s'assurer qu'il n'existe pas de couches salées dans les sédiments marins du Tertiaire et du Crétacé de la région. Les calcaires se seraient déposés dans des étangs côtiers derrière les cordons littoraux, ce qui suppose un climat non sec, au moins aussi humide que l'actuel. Ces dépôts se sont formés là où le soubassement calcaire éocène n'est pas protégé par le Continental terminal, permettant ainsi un enrichissement du milieu en carbonates.

Par la suite les plages successives auraient servi d'aliments aux dunes de l'Ogolien alors que, sur la cuirasse des régions voisines, le matériau sableux était beaucoup plus rare. Les dunes ne surmontent en effet la cuirasse que sur une frange de quelques kilomètres (nord de Kaffrine, par exemple [5] [6]). Dans le Ferlo septentrional, à proximité de la vallée du fleuve Sénégal l'étendue recouverte peut être plus grande, mais nous sommes ici dans un milieu où les conditions de désertification ont été plus rigoureuses et d'ailleurs le recouvrement est peu épais.

Un argument en faveur de la transgression marine est la morphologie de sables recueillis la plupart près de Kaffrine, envoyés à A. CAILLEUX et analysés par G. CLAISSE (?) en 1952.

Tous les sables prélevés à M'Backé (est de Diourbel) et près de Boule (?) (nord de Kaffrine) sur l'ancien erg, présentent un très fort caractère marin. Un échantillon (B 19) est à la fois marin et fluvial : il est tiré d'un sol rouge formé au moins en partie aux dépens de la cuirasse ferrugineuse, développée elle-même sur le grès du Continental Terminal essentiellement fluvial ce qui explique le caractère mixte de l'échantillon.

Plus au sud, entre Kaffrine et Birkelane, les échantillons prélevés sur le Continental Terminal (grès ou cuirasse) sont fluviaux avec seulement quelques grains marins.

A Lehi les dépôts supérieurs sont éoliens et marins, tandis que cuirasse et grès sont fluviaux avec légère influence marine.

Ces traces peu importantes de morphologie marine dans le Continental Terminal, peuvent s'expliquer par l'entraînement des sables primaires ou précambriens dans un ciment qui s'est décomposé par la suite. Mais il n'en va pas de même lorsque la prédominance marine est nette.

Or, la côte la plus proche est à près de 200 km. Il est impossible d'envisager un transport par le vent sur cette distance, qui n'ait pas donné aux sables une marque uniquement éolienne. Leur morphologie s'explique au contraire s'il s'agit d'une reprise sur place, ou sur une faible distance, d'éléments marins.

L'existence d'un lac suffisamment grand pour que la houille produise le même effet sur les sables que celle de la mer, paraît étonnante. Il faudrait connaître la morphologie des sables lacustres pour déterminer approximativement la dimension du lac et savoir si elle serait compatible avec l'état des lieux.

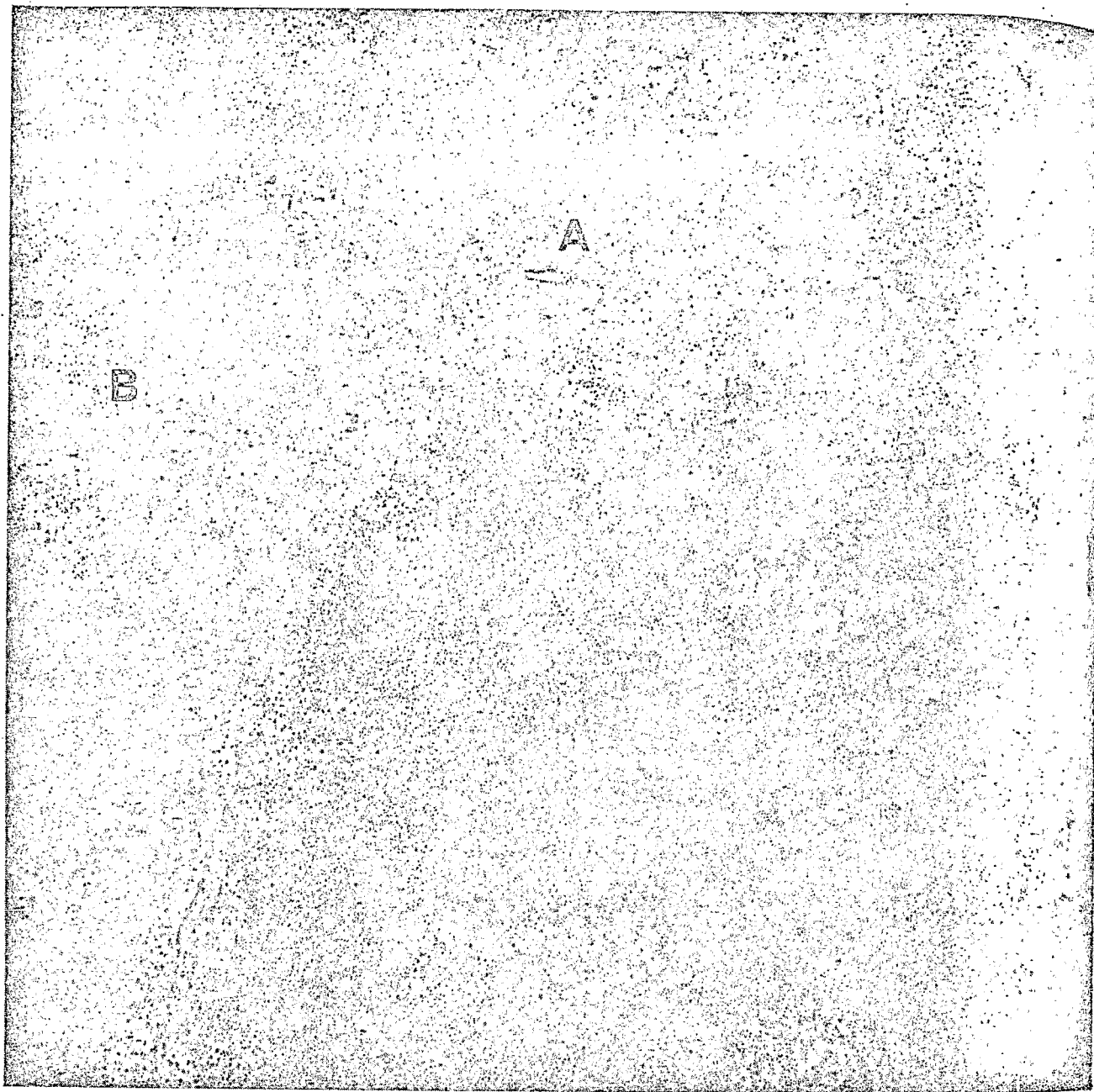


Photo 1

A : méandre de Bové. B : Tanne de Tiarône - Guissa

Méandre de Bové.

Un autre problème va nous être posé à propos du méandre fossile supposé de Bové.

A 35 km au sud de Kaolack, une mare a la forme d'un méandre. Nous sommes ici à peu près à la limite sud de l'erg ogolien [6] et le recouvrement dunaire a été incomplet. On est d'ailleurs sur le Continental Terminal qui — nous l'avons vu — n'est pas recouvert par les dunes sur de grandes surfaces. La largeur des bras du méandre est d'environ 80 m, ce qui indique un cours d'eau important. Entre les deux branches, le sol est hydromorphe et argileux (?) alors que tout autour on a affaire à des sols ferrugineux tropicaux sableux.

L'altitude de la mare est d'environ 15 m au-dessus du niveau de la mer. Elle est dominée par des pentes douces qui s'élèvent jusqu'à 25 m. A l'est cependant, une dépression peu marquée et au profil longitudinal irrégulier est visible sur plusieurs kilomètres (cf. carte).

Le cours d'eau qui est supposé avoir donné naissance au méandre n'est plus apparent. Si l'on examine le relief environnant, on s'aperçoit qu'à de faibles distances au nord comme au sud, une pente se dessine, soit vers le Saloum, soit vers la Gambie. Il en est de même à l'ouest, vers les bras morts du Saloum. A l'est on tombe rapidement dans des zones de drainage plus basses que la mare. Le bassin versant du fleuve imaginé serait donc insignifiant :

de l'ordre de 50 kilomètres carrés. Même avec une très forte pluviométrie, l'importance du méandre est insolite à moins d'un bouleversement du relief tel qu'il supposerait par exemple que la Gambie n'existât pas encore !

D'autre part, sa distance à la mer ou plus exactement à un bras de mer, est actuellement de 25 km en ligne droite. En supposant que ses détours lui donnent une longueur double, sa pente serait de 0,3 p. 1 000, donc très forte étant donné l'importance de ce qui entraîne une grande vitesse et un très gros débit dont on ne sait d'où il viendrait. Cette vitesse est incompatible avec la forme bien arrondie du méandre et la présence de sols argileux signes d'une sédimentation calme. La pente au moment du fonctionnement n'était donc pas telle qu'elle est aujourd'hui.

Par conséquent, si la mare est un méandre, ou bien il y a eu une surrection, ou bien la mer au niveau actuel était à une distance bien plus grande que maintenant ce qui supposerait un effondrement postérieur de la zone côtière, les vallées de la Gambie et du Saloum n'existant pas, ou bien il y avait transgression au moment où le méandre pouvait n'être qu'un bras parcouru par la mare. La transgression aurait été celle dont il a été question tout à l'heure (antéogolienne).

On peut se demander pourquoi ce méandre se serait formé aussi frais depuis des millénaires et n'aurait pas été comblé. L'érosion ne se serait pas fait sentir dans les alentours plus élevés.



Photo 2. A: ile. B: plage

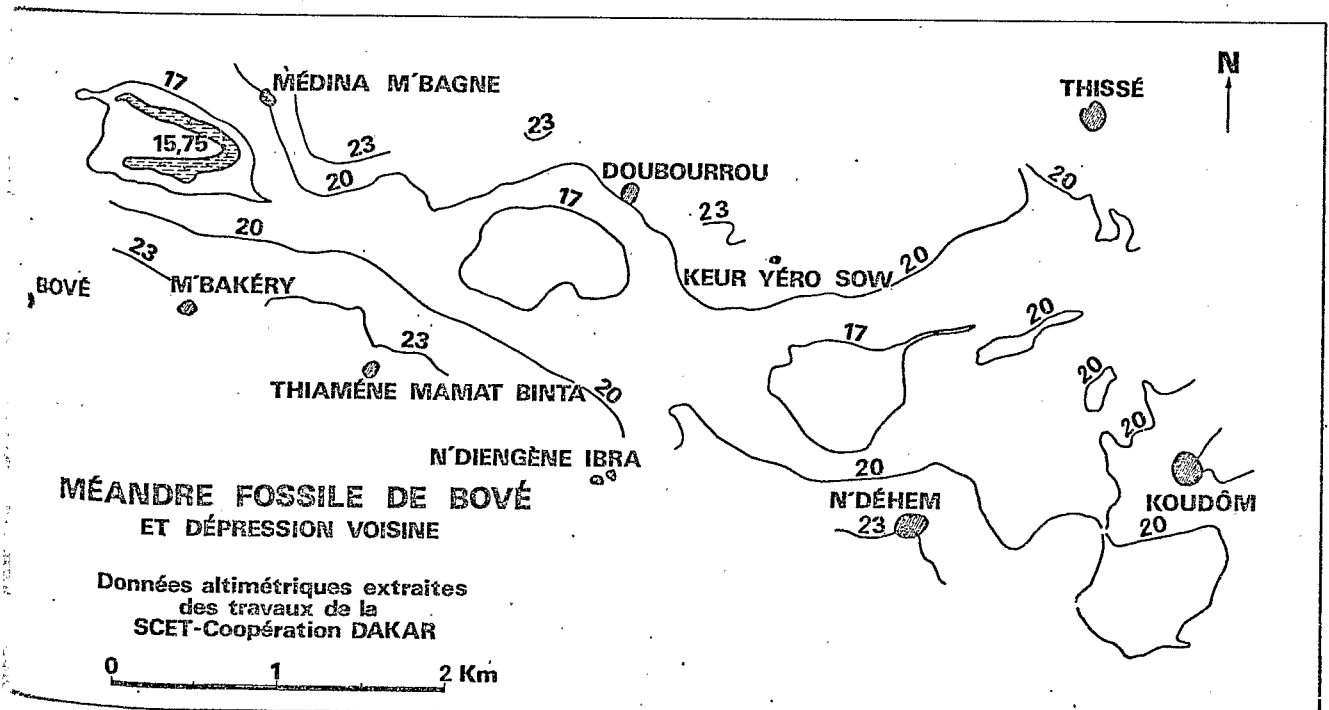


Fig. 1



Photo 3

A : lits fossiles. B : Sénégal

ce qui supposerait une bonne couverture végétale depuis l'Ogolien et un défrichement récent.

Devant les conséquences curieuses de la présence de ce méandre, on en arrive à se demander s'il s'agit bien d'un tel élément ; les géomorphologues pourraient sans doute répondre, mais la présence de sols argileux à la surface plane à l'intérieur de la boucle est l'indication que des alluvions se sont déposées, ce qui rend vraisemblable notre hypothèse.

Le méandre supposé de Bové, n'est pas la seule curiosité de cette région ; il y a également à quelques 3 km à l'ouest, le tanne de Tiarène-Guissa, étendue plate et fermée de 6 km de long, dont l'altitude n'a pu être déterminée.

Il n'y a rien à ajouter sur le creusement des vallées ; ce phénomène connu est évidemment postérieur aux cuirasses de plateau et antérieur à l'Ogolien, puisque des dunes y sont encore visibles (vallée du Sénégal, lac de Guiers).

Nord-ouest du lac de Guiers.

Dans sa description de 1954, J. TRICART [28] s'était limité vers le sud aux abords du marigot de Niet Yone : les gravillons recimentés en cuirasse avaient été recouverts par les dunes rouges, que la transgression ouljiennaise avait arasées en grande partie ; le marigot avait fonctionné au « Dunkerquien ». A l'est de la dépression du N'Diael, le même auteur signale « des vallées

pré-ouljiennes en partie fossilisées sous des cordons allongés de dunes pré-ouljiennes ».

Mais des observations supplémentaires effectuées un peu plus au sud et à l'est, conduisent à quelques interrogations.

Trois indentations de la côte ouest du lac de Guiers correspondent, au-delà d'une dune rouge, à des vallées entaillant la cuirasse et allant rejoindre, les deux premières à Niet Yone, la troisième la dépression du N'Diael.

Dans cette dernière, le lit appelé Tieng est particulièrement bien conservé. Il forme un méandre complet et régulier. La largeur est de 100 à 200 m. Or en amont, il s'amenuise en deux ou trois kilomètres, pratiquement sans bassin versant. Il n'y a plus de cuvette qui justifierait un courant de remplissage à l'aval du N'Diael. C'est donc une section d'un cours d'eau dont la grande partie a disparu. Nous noterons que le méandre est certainement influencé par un alignement dunaire d'où l'on peut penser qu'il lui est postérieur.

Les deux autres vallées sont beaucoup moins nettes et sont simplement de dépressions allongées perpendiculairement aux alignements dunaire.

Des sondages n'ont pu être systématiquement entrepris pour savoir si ces dépressions rejoignaient sous les dunes des alignements du lac de Guiers. Pour le moment, on ne voit pas de dunes

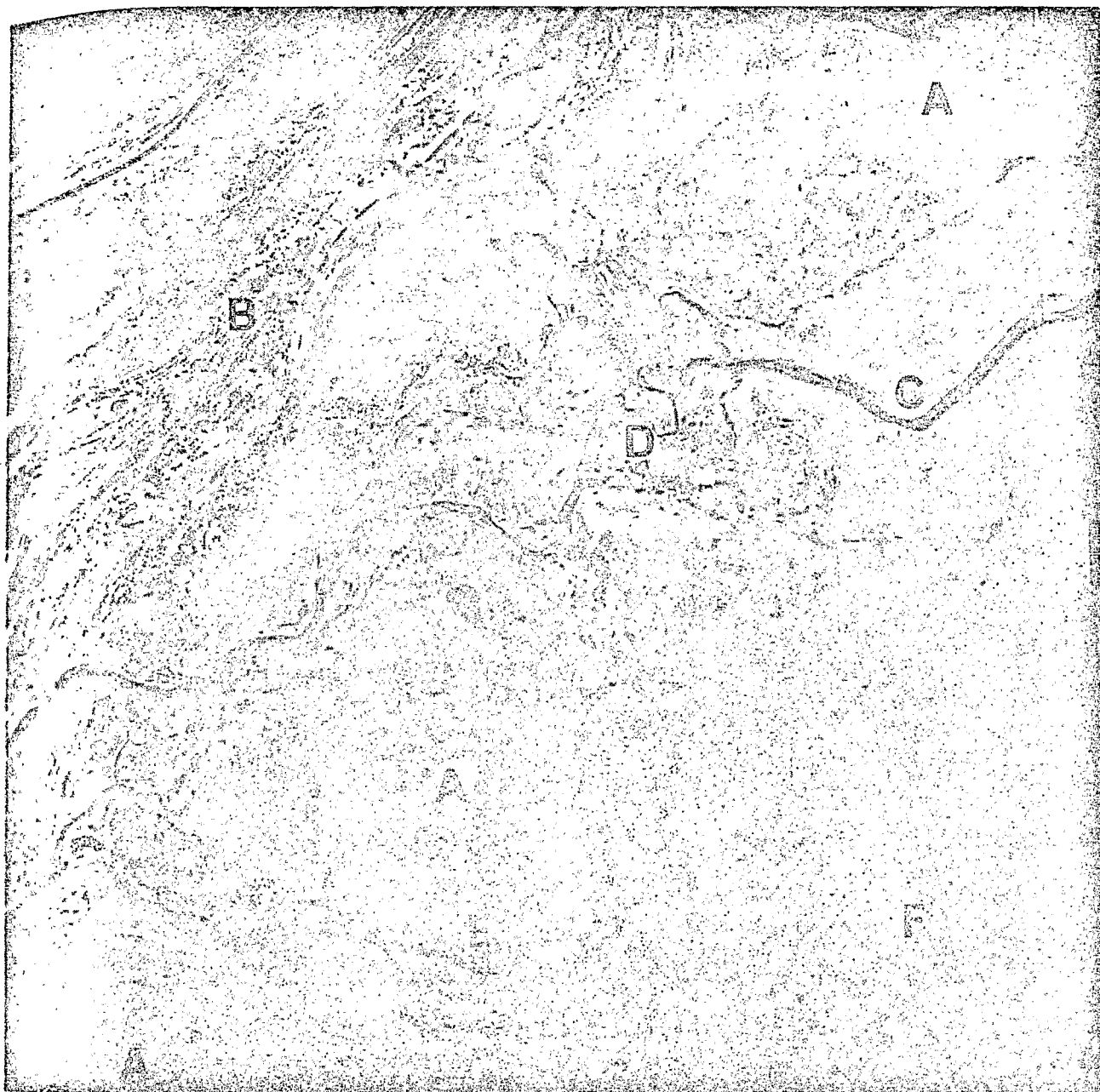


Photo 4

A: cuirasse. B: zone alluviale. C: Niet Yone. D: lacis
E: vallée fossile. F: dunes ogoliennes à relief marqué

plication à leur existence qu'une communication entre le lac et le marigot de Niet Yone ou le N'Diael. Si cette hypothèse est confirmée par la suite, il s'en suivra plusieurs conséquences :

Il y avait une circulation importante avant que les dunes rouges coupent les trois cours d'eau. D'où venait l'eau : du Ferlo, du Sénégal ? Plus probablement des deux.

Le niveau de base était voisin de l'actuel ou un peu en-dessous. L'époque où les trois cours d'eau existaient, ne correspondait pas avec la phase de creusement des vallées. Il y a donc eu une période à la fois humide et à niveau de base assez élevé entre le creusement des vallées et le recouvrement par les dunes rouges.

En plus, les traces des lits sont visibles dans une zone où la cuirasse est recouverte par une mince couche de sable qui selon TRICART, constituerait le reste de la formation de dunes.

Ces dunes arasées ensuite par la transgression ouljiennne. Si les dunes ont été importantes, cette transgression aurait remis à nu les lits en les dégagant de leur remplissage sableux, ce qui paraît inhabituel.

Il est plus simple de penser que, sur des étendues importantes de cuirasse, le recouvrement dunaire a été très faible et n'a pas pu colmater les vallées, la transgression « ouljiennne » (= Nouakchottienne) se bornant à un léger nivellement.

Mais la morphologie du plus méridional des trois cours d'eau, le Tieng qui est aussi le plus frais, a été influencé par des ali-

gnements dunaires ; il lui est donc postérieur dans la forme que nous voyons actuellement. Il y a là un problème important à résoudre.

On en vient à envisager deux phases de recouvrement dunaire séparées par une phase humide et légèrement transgressive.

Il serait donc très digne d'intérêt de rechercher sous les dunes, les lits de ces cours d'eau pour confirmer ou infirmer les hypothèses précédentes.

Ogolien.

Vers le sud-ouest, l'erg est encore décelable par plaques jusque près de la frontière Sénégal-Gambienne. Nous reviendrons sur ce point dans un instant. Sa limite actuelle passe par le nord de Kafrine, Payar et Oré Fondé à l'ouest de Kaédi [6].

On veut ici simplement signaler quelques colmatages. Celui des vallées au nord-est de Thiès a déjà été signalé [8].

Il avait été repéré grâce aux puits de recherche de phosphate à Lam-Lam en 1947.

À l'extrémité sud-ouest de l'erg ogolien, un peu au nord de la frontière sénégal-gambienne, le recouvrement sableux est irrégulier. Outre le méandre de Bové, de légères dépressions allongées plus ou moins sinueuses et sectionnées font penser aux restes d'un réseau fluvial dont la plus grande part aurait été recouvert par les dunes (cf. photos aériennes).

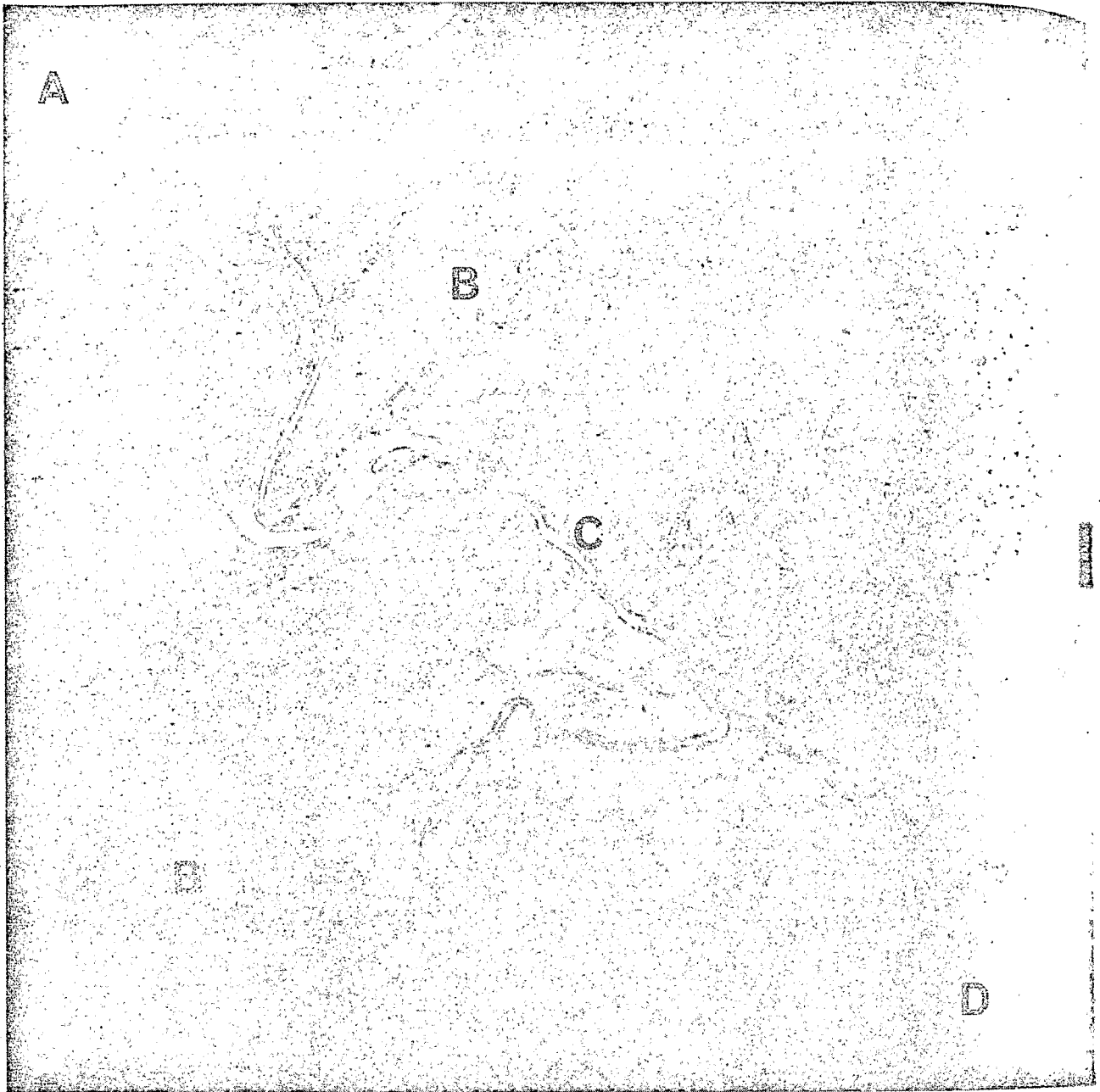


Photo 5

A: N'Diael. B: dune ogolienne. C: Tieng. D: dunes ogoliennes à relief marqué

Post ogolien.

Niveau rubéfié de Maka Diama.

La partie de la dune de Maka Diama qui nous intéresse, est située à 30 km au nord de Saint-Louis. Elle est entaillée actuellement par le Sénégal. A l'est de Maka Diama, la dune fait partie du système des dunes rouges ogoliennes. A l'ouest, à partir d'un point qui n'est pas exactement précisé, l'accumulation sableuse est postérieure; l'alignement est différent. Il s'agit d'un système littoral.

Dans la partie ouest, donc la plus récente, on peut distinguer sur les berges du fleuve, un niveau légèrement rubéfié et ferruginisé à une altitude de 2,50 à 3 m, non relevée par un topographe. De grosses concrétions ont même été rencontrées, toutes localisées au même endroit, un peu à l'est de la petite maison de la M.A.S.

Cet horizon ferruginisé dans un sable très pauvre en fer est le signe d'un niveau aquifère plus élevé que celui des plus hautes crues actuelles. L'horizon a pu être légèrement supérieur à celui des étendues d'eau voisines surtout si le climat était humide; cependant, le niveau des eaux extérieures ne pouvait guère descendre au-dessous de 2 m.

Ce niveau correspond visiblement à la transgression du Nouakchottien.

Vallées fossiles.

Vallée de N'Térert.

Entre la route Rosso-Nouakchott et la dépression de l'Alfouh Sahel' en Mauritanie, légèrement plus au sud que Lagoua et au nord de la saline de N'Térert (lat. 17° 7') une vallée de 10 km de long s'insinue entre les dunes de l'Ogolien. La photographie aérienne montre des traces de ruissellement. Juste avant l'Alfouh, la vallée a été bouchée par des dunes jaunes basses (alt. 0,25 m).

Un nivellement longitudinal, effectué en 1957 par la M.A.S. précise la pente de la vallée qui est en moyenne de 1 p. 300, c'est-à-dire forte. (Dans ce milieu très perméable, une pente forte facilite le ruissellement.) Le point le plus bas, juste devant la dune jaune est à l'altitude + 0,25 m, ce qui indique un niveau de base voisin de l'actuel ou même légèrement plus bas. On tient compte d'un colmatage inévitable en provenance des dunes voisines.

C'est, peut-être, la trace la plus septentrionale, en ces parages d'un ruissellement fluvial correspondant à la phase Eumène entre l'Ogolien et la formation des dunes jaunes.

Vallée du Saloum.

La vallée du Saloum, comme celles du Sine et du Ferlo, orientée vers l'ouest.

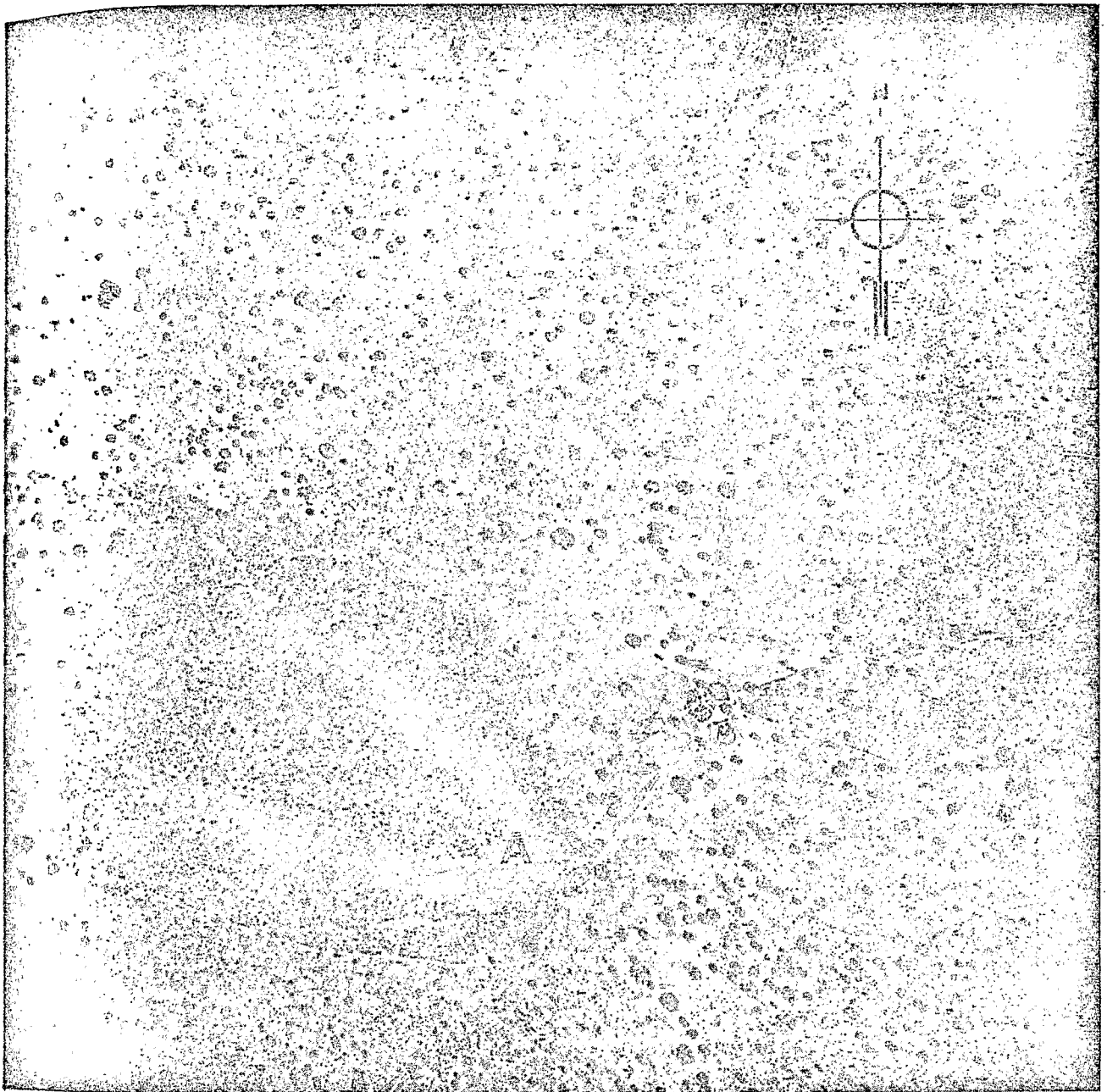


Photo 6
A : méandre de Bové

En 1950, année exceptionnellement pluvieuse, un peu d'eau a été observée pendant quelques jours à Birkelane dans le lit, sous le pont de la route de Kaffrine, immédiatement en amont de la limite atteinte par la marée. Par contre, au nord de Kaffrine, il n'y eut aucun écoulement cette année là. Mieux, le nivellement de l'I.G.N. en 1949-50 a mis en évidence de part et d'autre du village de Dianké Souf, qui est contenu, et sur 7 km de long, un lit dominé par des seuils situés plus en aval ; la dénivellation pouvant atteindre 5 à 6 m. C'est bien le signe que les seuils ne sont pas traversés par un courant [10]. Ces seuils proviennent de dépôts sableux locaux. Un ruissellement peut exister en effet dans les thalwegs à pente forte de part et d'autre de la vallée principale, comme cela a été constaté toujours en 1950.

Cette vallée morte présente une morphologie alluviale très nette près de Kaffrine. Les divagations du lit en méandres très marqués y sont très visibles sur les photos aériennes. Ces divagations ont été portées schématiquement sur la carte de l'I.G.N. au 1:50 000^e. A l'aval de Birkelane, la vallée est devenue un ravin profond pour que des cargos moyens atteignent Kaolack.

La région de Kaolack-Fatick montre que la morphologie de l'estuaire du Sine Saloum a été influencée par les alignements méridiens de l'Ogolien [3] [7]. La dernière morphologie de ces cours

d'eau maintenant fossiles, s'est donc façonnée à une date postérieure, ce qui ne signifie pas qu'il n'y ait pas eu un creusement important avant l'Ogolien, la dépression ayant été alors envahie par les dunes. Le niveau de base correspondant à la morphologie que nous constatons présentement, était encore nettement plus bas que l'actuel.

Une phase régressive a donc coexisté avec l'Ogolien et avec au moins une partie de la phase humide suivante.

Puis le niveau s'est élevé : une terrasse d'une altitude d'environ 2 m est visible à Loul.

Vallée du Ferlo.

La vallée du Ferlo [10] présente, comme celle du Saloum, un alluvionnement, mais dont les levées sont encore plus nettes. Elles se terminent dans le lac de Guiers actuel au niveau de Sier. L'alluvionnement, donc l'écoulement du Ferlo, donc la phase pluviale, a cessé avant que le lac de Guiers soit entièrement comblé. Les levées sont à l'altitude d'environ 1,50 m. Elles sont donc nettement plus basses que les levées du Sénégal au débouché du lac près de Richard Toll (3 à 4 m). Etant donné l'existence de plusieurs facteurs (différence de régime entre le Sénégal et le Ferlo, fonctionnement ou non du Niet Yone, concomitance ou non des levées du Sénégal et de celles du sud du lac de Guiers) il est difficile d'en tirer une conclusion précise en ce qui concerne

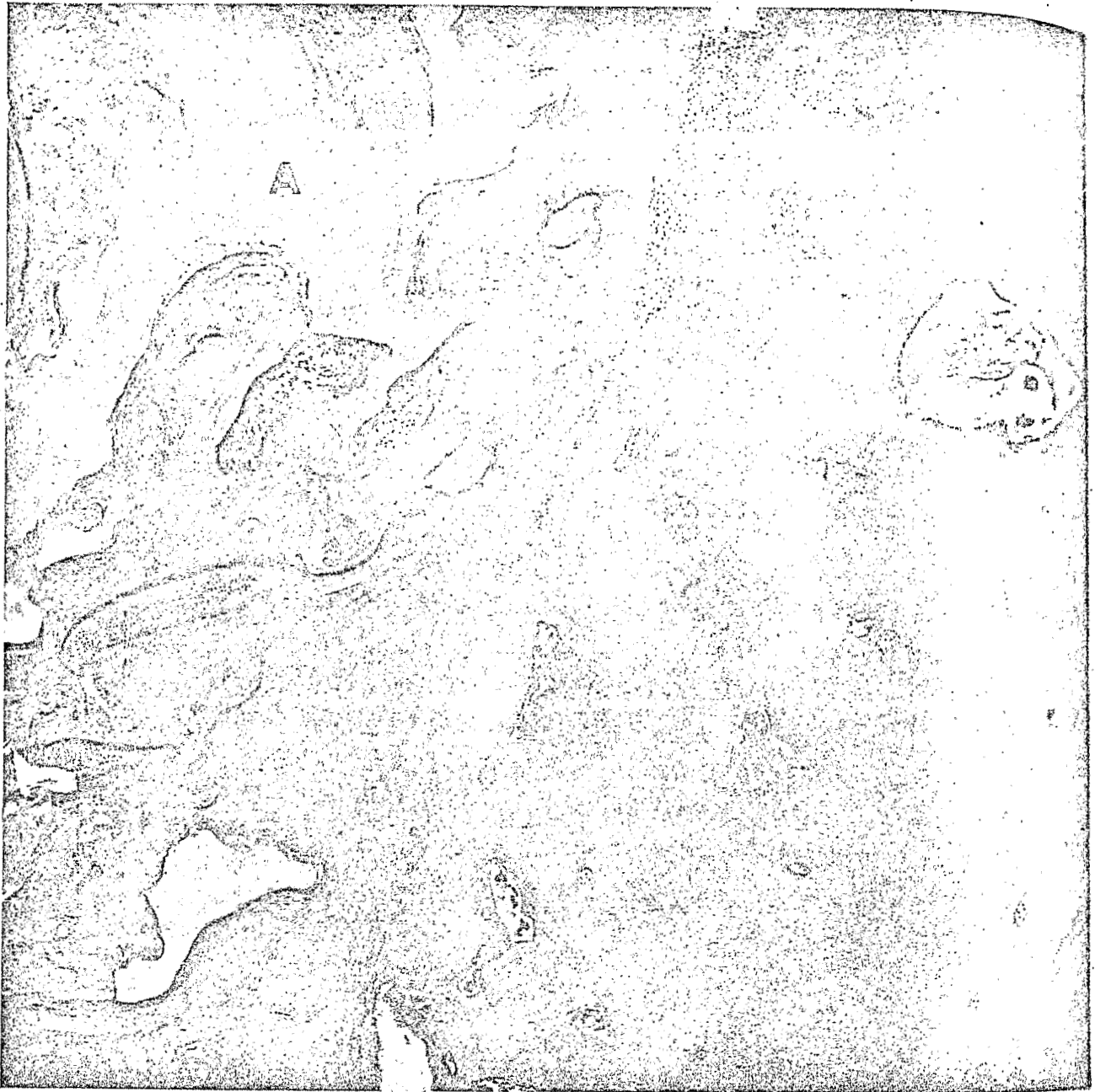


Photo 7

A : Aftout es Sahel. B : saline de N'Terert

le niveau de base. On peut simplement affirmer qu'elles n'ont pas été construites au moment d'une transgression de quelque importance.

Phases alluviales du delta du Sénégal.

Nord du lac de Guiers.

Éléments morphologiques. — Il y en a plusieurs très différents [28] :

1) Une cuirasse allochtone formée de gravillons recimentés, qui repose parfois directement sur les marnes sous-jacentes comme près de Mal (rive ouest). Sa surface, très plane est à une altitude d'environ 3 m, mais peut descendre à 2 m. Elle est absente dans le delta proprement dit, dans la partie nord de la zone ici étudiée.

2) Des dunes orientées sud-ouest/nord-est :

— les unes arasées n'ont laissé qu'une mince couche de sable sur la cuirasse ;

— les autres, de relief marqué, et de même orientation.

3) Des levées alluviales :

— les unes plates, larges, à grand rayon de courbure, sans trace nette de lit, limono-argileuses ou argilo-limoneuses. Celle qui nous intéresse le plus se sépare d'un tronçon commun à Richard TOLL, se dirige vers l'actuel lac de Guiers, puis amorce une vaste courbe, vient buter contre la dernière dune rouge avant la zone alluviale, se dirige vers le nord, puis ensuite vers l'ouest. Son altitude diminue assez régulièrement de plus de 3 m à 1,50 m ;

— les autres à relief plus marqué, d'altitude plus élevée, plus étroite et surtout de forme plus irrégulière, plus sinueuses, plus sableuses que les premières, avec un lit bien formé et encore nettement visible et seulement colmaté localement en bouchons. La levée du marigot de Pack est issue du nord ; elle traverse obliquement la branche nord de la levée décrite ci-dessus, traverse également obliquement en la dominant, puis la coupe à sa rive ouest et débouche enfin dans le lac de Guiers ;

— le lacis du Niet Yone, très petit delta lors du débouché du marigot dans une dépression, où le lit principal se perd.

4) Des lits creusés dans la cuirasse.

Le lit le plus important est celui de la branche principale du Niet Yone. Il est assez régulier et large d'une centaine de mètres. D'autres sont beaucoup moins bien marqués et comportent de nombreux bouchons. L'un de ces lits, très court, provient du lac de Guiers, mais de la zone alluviale. Il coupe un lambeau de cuirasse en un passage plus resserré et plus profond qu'ailleurs à 500 m à l'ouest de la piste Rosso-Niet Yone, montrant ainsi que le courant venant du nord avait une certaine force.

Phases d'écoulement. — La distinction des éléments nous permet de saisir leur histoire :

1) Les grandes levées (a) correspondent à un épandage de grande partie sous-aquatique, avec débit important dans un golfe calme, limité au sud par les dunes de l'Ogoulien et la cuirasse

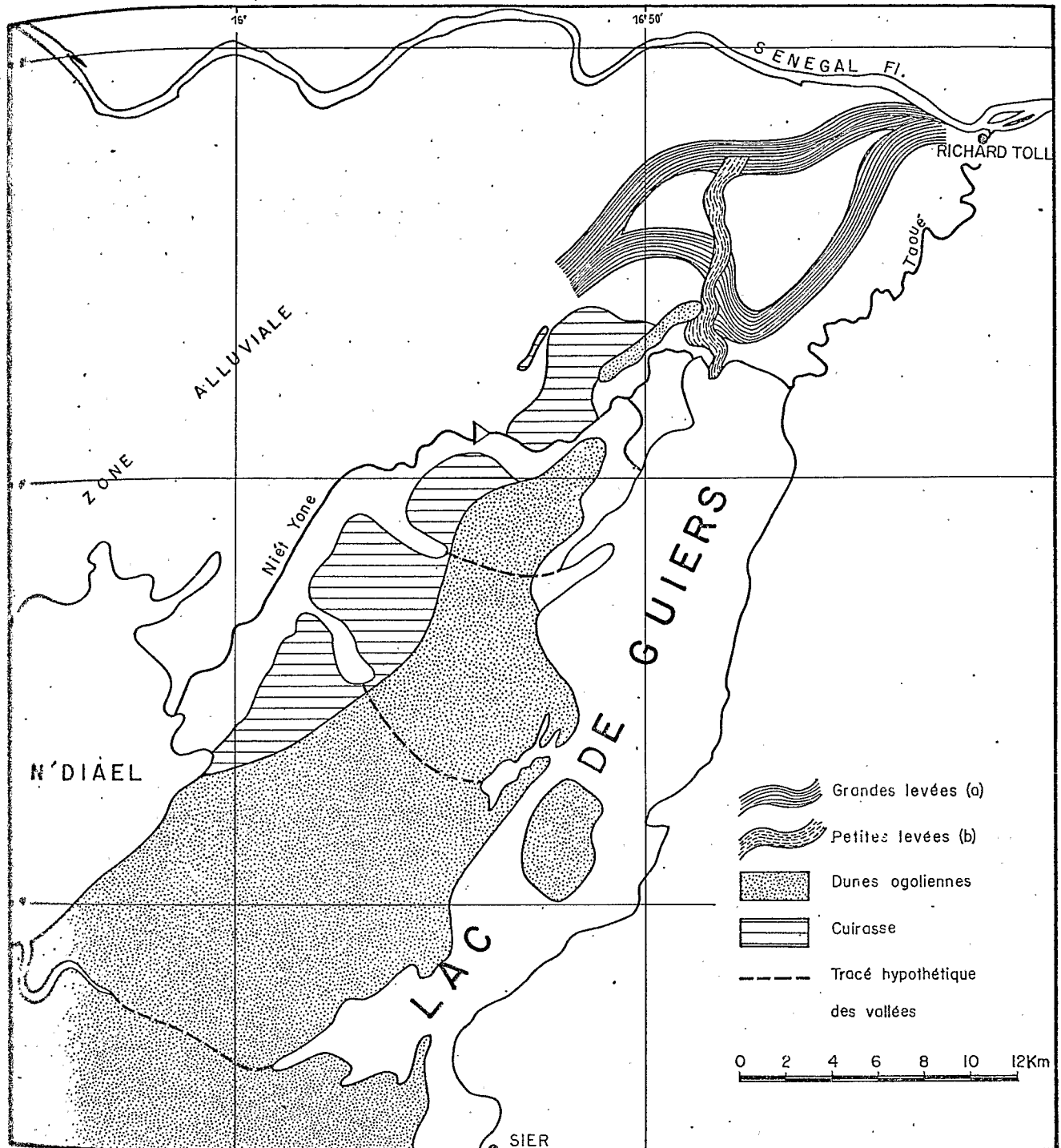


Fig. 2

...facente. Le contournement par le nord de la dune rouge, aujourd'hui isolée, indique qu'il n'y avait pas d'exutoire important plus au sud pour le courant venant de l'actuel Richard Toll ; puis il y eut arasement d'une grande partie des dunes aux endroits où ces dernières étaient probablement déjà peu élevées. Ce fut fait sans écoulement important, puisqu'en dehors des lits, les traces en sont insignifiantes. Il s'agit plutôt d'une avancée marine correspondant au maximum de la transgression. Au même temps, s'édifiaient dans la zone alluviale, les levées (b) plus petites et plus élevées. Comme le niveau de ces bras était certainement supérieur à celui de ceux qui fonctionnent actuellement, toutes les cuvettes étaient habituellement submergées y compris les petits deltas issus des ruptures de bourrelets et certaines d'entre elles communiquaient avec le golfe marin. Actuellement, quand une forte crue atteint les lits fossiles, l'eau ne sert qu'accessoirement pour son écoulement. En effet, les levées ont été plus ou moins démantelées et les bras localement tarés. Les courants sont totalement différents de ce qu'ils

étaient et passent un peu partout en ne donnant qu'épisodiquement naissance à des lits constitués. C'est un système hydraulique différent qui, non seulement n'utilise pas l'ancien, mais le dégrade. C'est beaucoup plus qu'autrefois un épandage en nappe de caractère épisodique et d'une certaine violence. Le nombre important des lits, à l'époque du niveau maximum, fait penser à un débit mieux réparti dans l'année qu'actuellement, c'est-à-dire à un climat moins contrasté. 3) Enfin, le réseau du marigot de Niet Yone s'est formé. Utilisant ou non d'anciennes vallées antérieures à l'Ogolien, les lits se sont creusés au fur et à mesure que le niveau général s'abaissait. A part le bras principal, les autres lits, au nord de ce dernier, sont restés à l'état d'ébauches. Le très petit delta du Niet Yone correspond à la réduction progressive de l'écoulement conséquence de l'abaissement du niveau du lac de Guiers. Le Djoudj. Le Djoudj est une immense cuvette située dans l'angle intérieur du coude principal du Sénégal. Sa surface est de près de 200 km².

CUVETTE DU DJOUDJ

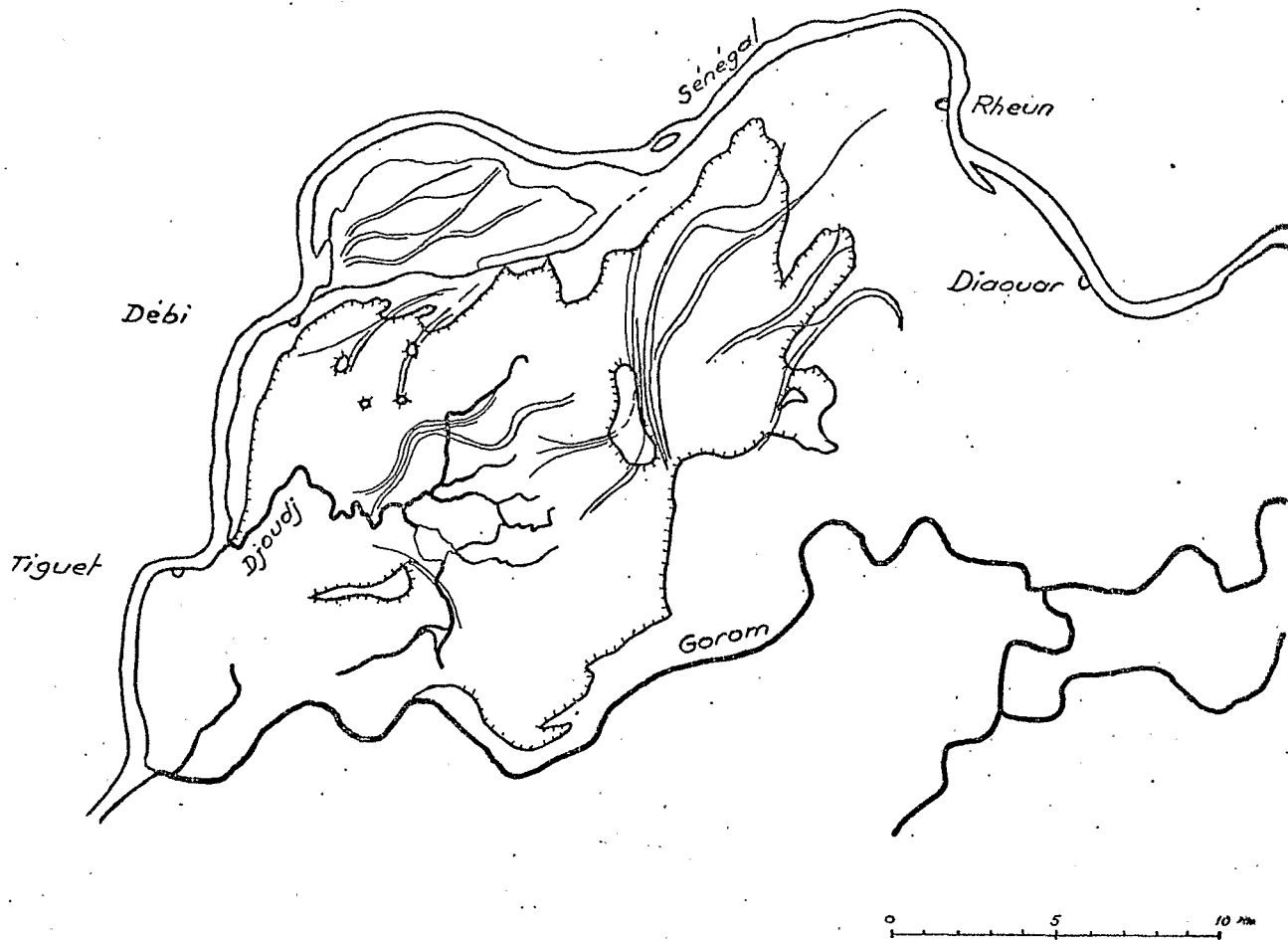


Fig. 3

J. TRICART [28] a décrit les levées «dunkerquiennes» qui la bordent au nord, à l'est et au sud. Son altitude varie entre $-0,10$ m et $+1,10$ m.

Eparses, six buttes de tailles très diverses forment des îles. Elles avaient été considérées comme des dunes, mais ce n'est pas possible, car la nature du sol est très différente de celle de la cuvette : sur l'île centrale, l'une des deux plus importantes, la proportion d'argile est d'environ 10% alors qu'elle est de 30 à 60 alentour. Une ségrégation éolienne n'aurait pu atteindre cette intensité. La couleur est d'ailleurs très différente : ocre clair dans le cas de la butte, gris foncé dans le cas de la cuvette. D'autre part, des dunes n'auraient pu se former à une période antérieure, aux dépens du sous-sol actuel parfois plus proche en composition et couleur que le sol, puisqu'avant la sédimentation argileuse actuelle, il y avait un golfe ou une lagune. Il n'y a eu qu'une superficielle éolienne.

Quelle est donc l'origine de ces buttes isolées ?

Des traces d'écoulement sont très nettement visibles sur les photos aériennes. Elles ont été schématisées sur un croquis. Elles ne correspondent pas aux courants actuels tellement faibles, qu'ils ne sont pas décelables à l'œil : d'abord remplissage par l'aval à partir du marigot du Djoudj, puis débordement venant du nord et de l'est par-dessus les points bas des levées du Sénégal. Les traces en question prolongent assez souvent des lits fossiles visibles sur des levées dominant la cuvette et ne passent pas par les points bas.

Près de Débi, fut retrouvé un lit fossile colmaté à l'emplacement d'une de ces traces. Dans l'est de la cuvette, elles correspondent en surface à une différence dans les sols. Ces traces peuvent donc être interprétées comme les restes d'anciens lits et d'anciennes levées qui auraient été arasés.

D'autre part, la cuvette du Djoudj est limitée sur la plus grande partie de son contour par un décrochement topographique ayant l'aspect d'une plage. Au sud-est cette plage est linéaire bien qu'elle coupe deux levées. Pourquoi ces levées ne sont-elles pas prolongées dans la cuvette ?

L'explication de la présence des buttes isolées, des traces d'anciens lits, d'une plage est la suivante : il y avait eu une sédimentation comportant des levées sans doute peu importantes. Elles ont été démantelées par la venue d'une grande étendue d'eau soit lors d'une transgression secondaire, soit par suite de la fermeture du golfe où se jetait le Sénégal et donc de l'abaissement de son cours jusqu'à la mer ; il ne reste plus que des îles.

Un lac de la dimension du Djoudj peut, à la rigueur, être le siège d'un clapotis suffisant pour détruire des levées. Ce clapotis fut assez constant pour permettre la formation très nette d'un rivage régulier aux environs de 1 m d'altitude. De toutes façons, soit depuis le début, soit au bout d'un certain temps, le milieu devint non ou peu salé puisque le sédiment déposé est riche en matières organiques, preuve d'une végétation. Depuis peu, il eut salure des parties basses par suite des refoulements de mer apportée par les marées, signes d'un étiage plus marqué donc d'un climat plus contrasté sur l'ensemble du bassin au début de l'amorce d'une transgression.

Conclusion.

Le tableau ci-joint essaye de résumer les observations dans un cadre volontairement local. On notera qu'il n'y a pas de pondance entre climat et niveau marin, puisque par exemple une régression correspond d'une part au creusement des vallées supposant un ruissellement important une partie de l'année d'autre part à l'installation de l'erg sous climat désertique.

Cela n'est pas extraordinaire, car les facteurs astronomiques du climat ont une action directe quasi immédiate, mais il y a une action indirecte telle que la fonte ou l'accumulation des glaces peut demander des millénaires, de sorte que l'équilibre climatique correspondant aux théories de MILANKOVITCH et de NARD [2] ne peut être atteint qu'après de longues périodes de continuité dans les phénomènes. C'est un peu comparable à l'application du principe de l'isostasie.

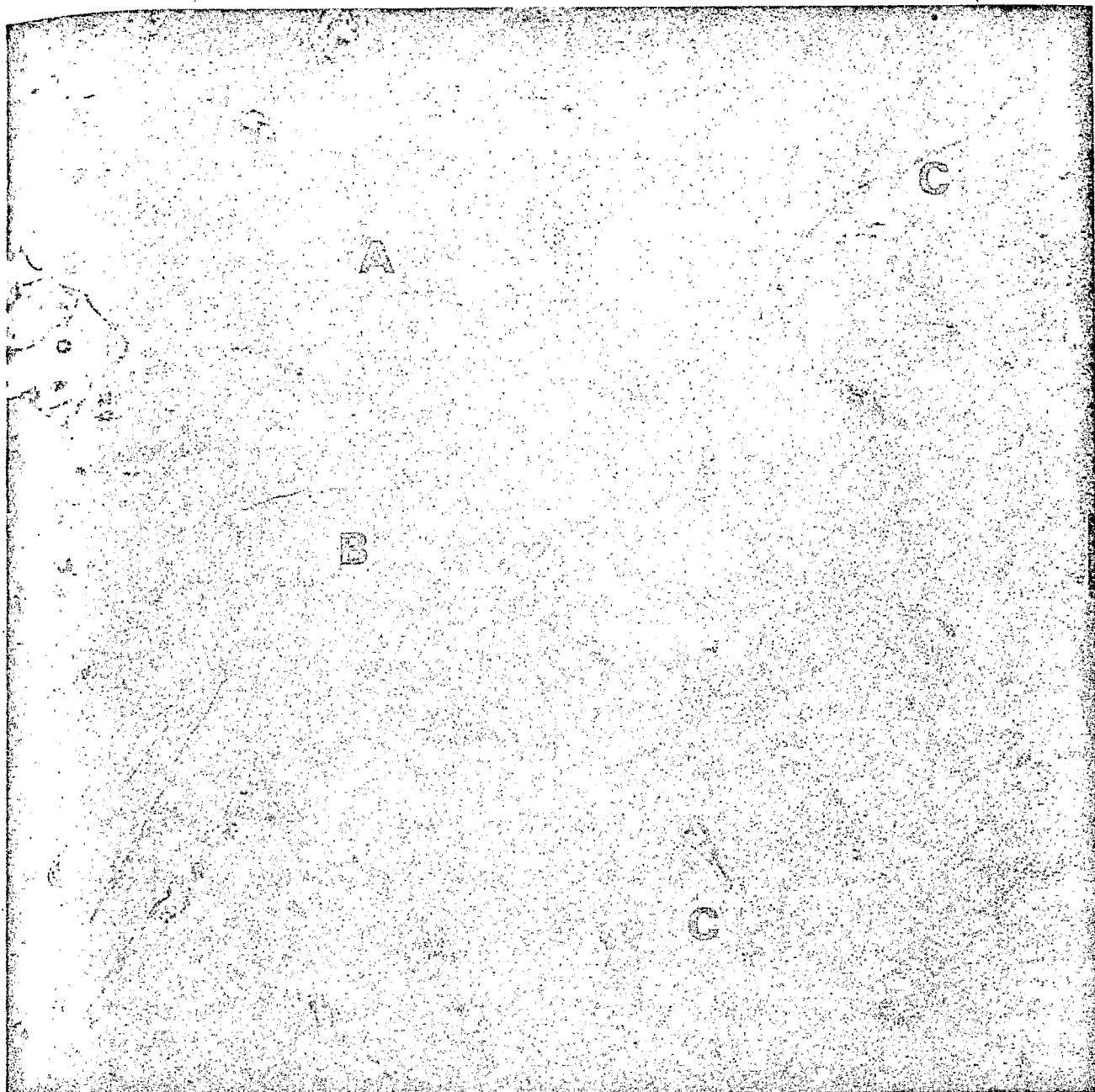


Photo 8

A: vallée de N'Terert. B: vallée adjacente
C: route Rosso - Nouackchott

ANNEXE

Morphologie des sables.

W'Backé. 5 km est.

B 26. — Marins, peuvent être mélangés à alluvions fluviales ou remaniées.

Kafrine.

— Bloc de l'arachide. Route B, sol beige sur cuirasse.

B 20. — Prof. 65 à 75 cm juste au-dessus de la cuirasse } *Il semble que la cuirasse ait été recouverte par des éléments marins.*

B 6. — 80 - 90 cm cuirasse, partie supérieure

— Bloc de l'arachide, piste B, parcelle C, sol rouge à cuirasse.

B 19. — 0-10 cm : marins et fluviales.

— Rouge Dioute Gal à Diakhao, sol beige, alt. 50 m environ.

B 23. — 0-20 cm : influence marine certaine.

— Route Diakhao à Galoulé, angle dernière percée du bloc après les parcelles E.

B 24. — 4-20 cm : 90% de marin.

B 25. — 335-350 cm : marin.

— Route Kafrine-Birkelane.

B 8. — Piste de Nioro vers la nouvelle route Kafrine Birkelane, alt. environ 10 m : fluviale.

B 12. — Carrière, alt. environ 20 m, cuirasse fluviale, quelques sables marins.

B 9. — Même emplacement, grès tendre argileux sous-jacent, fluviale, quelques sables marins.

— Lehi n° 1, puits effondré.

B 16. — Grès tendre, argileux au-dessus de la cuirasse. } Influence éolienne

B 17. — Même profil. Concrétions tendres } et marine.

B 18. — Grès tendre, argileux, 5 cm au-dessus de la cuirasse, fluviales 20% marins.

B 10. — Cuirasse, parties rouge-brun et dures : fluviales.

B 11. — Cuirasse, parties ocres moins dures : fluviales, quelques marins.

— Lehi n° 2, sol beige à concrétions profondes.

B 14. — Profil 210-230 cm : terre entourant les concrétions : influence marine et éolienne.

B 13. — Profil 210-230 cm : fluviales, très faible proportion de marins.

Phénomène	Niveau marin	Climat	Dénominations
Cuirassement		Variations autour de Soudano-Guinéen	
Destruction de la cuirasse dans le Cayor et Baol ? Calcaire lacustre ? Fluëve de Bové	Transgression (30 m) ? ou grands lacs ?	Au moins aussi humide que l'actuel	
Creusement des vallées	Régression importante, peut-être 20 ou 30 m ou plus	Humide	
Erg jusqu'à la Gambie	Régression	Très sec	Ogolien
Alluvionnement des vallées importantes : Saloum, Sine, Ferlo, petites vallées interdunaires, N'Té- rert	Niveau de base probablement légèrement inférieur à l'actuel	Humide	
Terrasses du bas Sénégal	Transgression	Humide	Nouakchottien
Terrasse de Loul (+ 2 m) dans le Sine			
Delta du Sénégal, arasement des dunes au nord du lac de Guiers, niveau ferruginisé de Maka Diama	Transgression suivie d'un retour progressif au niveau actuel	Humide	Nouakchottien
Dunes jaunes (*)		Un peu plus sec que l'actuel	
Lac du Djoudj	Léger retour transgressif momentané ?		
Colmatage localisé de la vallée du Saloum			

(*) La place des dunes jaunes n'est pas sûre.

Notes.

- (1) Voir Annexe.
- (2) A environ 40 m d'altitude.
- (3) Selon une communication orale de P. MARTY, qui est ici remercié.

Bibliographie.

- [1] ALVAREZ J. et DUBOIS J. — « Résultats des observations dans l'Afrotout ès Sahel », Rapp. Mission Amén. Sénégal, Saint-Louis, mars 1955.
- [2] BERNARD E.-A. — « Théorie astronomique des pluviaux et interpluviaux du Quaternaire africain (Fluctuations séculaires du régime d'insolation des latitudes tropicales et leurs effets sur les régimes thermiques et pluviométriques », Acad. Roy. Sci. Outre-Mer (Bruxelles), *Classe Sci. Techn. Mém.*, 1962, in-8°, 12, n° 1.
- [3] BONFILS P. et CHARREAU C. — Carte des sols du Sine Saloum. Région de M'Bour, 1/100 000°. Centre de Rech. Agr. de Bambey, 1961.
- [4] BONFILS P. et FAURE J. — Carte des sols de Thiès au 1/100 000°, Centre de Rech. Agr. de Bambey, 1956.
- [5] DUBOIS J. — Prospection de la coopérative agricole de Diakhao-Saloum. Rapp. S.S.R.A. Bambey, Archives Sénégal, 1946.
- [6] DUBOIS J. — Esquisse des différents types de sol de la moitié sud du Sénégal (avec carte provisoire). Conf. afric. des sols, Goma, Congo belge, 1948.
- [7] DUBOIS J. — Méthode de prospection et de cartographie des sols employée au Sénégal pour la recherche des terres à arachides. Conf. afric. des sols, Goma, Congo belge, 1948.
- [8] DUBOIS J. — Note sur les variations climatiques durant le Quaternaire au Sénégal. IV^e Conf. des Africanistes de l'ouest Ibadan, 1949.
- [9] DUBOIS J. — « Le pseudo-delta du Sénégal, géographie, hydrologie, morphologie, histoire », *Ann. Centre Rech. Agr. Bambey* 1953 (Arch. I.R.A.T., Nogent-sur-Marne, Coll. de réf. O.R.S.T.O.M. Bondy), 1954.
- [10] DUBOIS J. — Réflexions sur la paléogéographie, la paléoclimatologie et les sols du Sénégal. Rapp. Centre Rech. Agr. Bambey, 1954.
- [11] DUBOIS J. et TRICART J. — Esquisse de stratigraphie du Quaternaire du Sénégal et de la Mauritanie du Sud, Note à l'Académie des Sciences, 1954, présentée par M. P. VOST. Séance du 31 mai.
- [12] DUBOIS J. — Avant-projet d'aménagement de l'Afrotout ès Sahel et de la partie mauritanienne du delta (avec carte géomorphologique d'une grande partie de l'Afrotout ès Sahel). Rapp. Mission d'amén. du Sénégal, 1957.
- [13] ELOUARD P. — « Etude géologique et hydrogéologique des formations sédimentaires du Guelba mauritanien et de la vallée du Sénégal » (*Thèse Sciences*, Paris, 1959), *Mémoires Bur. Rech. géol. min.*, Paris 1962, n° 7, 274 p.
- [14] ELOUARD P. — « Eléments pour une définition des principaux niveaux du Quaternaire sénégal-mauritanien : Plage à *Arca senilis* », *Bull. Assoc. sénégal. Et. Quaternaire Ouest afr.*, n° 9, mars 1966, p. 6-20, 2 fig. et *Bull. I.F.A.N.*, t. XXIX, série A, n° 2, avril 1967.
- [15] ELOUARD P. — « Réunion de la commission du levé stratigraphique. Définition du Nouakchottien (6-4-1966) », *Bull. I.F.A.N.*, t. XXIX, série A, n° 2, avril 1967.
- [16] ELOUARD P., FAURE H. et MICHEL P. — « Nouveaux âges absolus (C.14) en Afrique de l'ouest », *Bull. I.F.A.N.*, t. XXIX, série A, n° 2, avril 1967.
- [17] FAUCK R. — « Traces d'influences paléoclimatiques dans les sols d'Afrique occidentale », *Bull. de l'A.S.E.Q.U.*, n° 5-6, mars 1965, p. 23-25.
- [18] FAURE H. — « Une importante période humide du Quaternaire supérieur du Sahara », *Bull. I.F.A.N.*, t. XXIX, série A, n° 2, avril 1967.
- [19] FAURE H. et HUGOT H. J. — « Chronologie absolue du Quaternaire en Afrique de l'ouest », *Bull. Inst. fran. Afr. Noire*, t. 28, série A, janvier 1966, p. 384-397.
- [20] JACQUET F., NICKLES M. — Carte géologique de la naissance de l'A.O.F. Dakar ouest, Service des Mines de l'A.O.F., 1943.
- [21] MAECHE-MARCHAD I., ELOUARD P. et FAURE H. — « Témoin d'un bas niveau marin au large des côtes du Sénégal », *Bull. I.F.A.N.*, t. XXIX, série A, n° 2, avril 1967.
- [22] MAYMARD J. — Les cols du pseudo-delta du Sénégal. Rapp. Mission d'Aménag. du Sénégal, Saint-Louis 1953.
- [23] MICHEL P. — « Rapport préliminaire sur la géomorphologie de la vallée alluviale du Sénégal et de sa bordure. Mission d'Amén. du Sénégal », *Bull.* n° 111, Saint-Louis, 1961, 2 fasc., 85 p., 20 pl. Multicopié.
- [24] MICHEL P. — « L'évolution géomorphologique des basses terres du Sénégal et de la Haute-Gambie. Ses rapports avec la prospection minière », *Revue de Géomorphologie Dynamique*, 1959, t. X, n° 5-12, p. 117-143.

- 224 MICHEL P. — « Bassins des fleuves Sénégal et Gambie », *Bull. de l'A.S.E.Q.U.A.*, n° 3, juillet 1964, p. 19-21.
- 225 MICHEL P., ELOUARD P. et FAURE H. — Nouvelles recherches sur le Quaternaire récent de la région de Saint-Louis (Sénégal). Laboratoire de Géologie de la Fac. des Sc. de l'Univ. de Dakar. Rapport n° 17, 35 p., 1967.
- 226 MICHEL P. — « Les dépôts du Quaternaire récent dans la basse vallée du Sénégal », *Bull. I.F.A.N.*, 1967, t. XXIX, série A, n° 2, avril 1967.
- 227 TRICART J. et collaborateurs du Laboratoire de Géomorphologie de l'Université de Strasbourg. — L'étude géomorphologique du delta du Sénégal. Rapp. Mission d'Amén. du Sénégal, Saint-Louis, 1954.
- [29] TRICART J. et BROCHU M. — « Le grand erg ancien du Trarza et du Cayor (sud-ouest de la Mauritanie et nord du Sénégal) », *Revue de Géomorphologie Dynamique*, 1955, t. VI, n° 4.
- [30] TRICART J. — « Aspects géomorphologiques du delta du Sénégal », *Revue de Géomorphologie Dynamique*, 1956, t. VII, n° 5-6, p. 65-86.
- [31] O.R.S.T.O.M., MAIGNIEN R., AUDRY P., BONFILS P., CHARREAU C., DUBOIS J., FAUCK R., FAURE J., GAVAUD M., MAYMARD J., PEREIRA-BARRETO S., TURENNE J.-F., VIZIER J.-F. — Carte pédologique du Sénégal au 1/1 000 000^e, 1965.