

NOUVELLES OBSERVATIONS SUR LES FORMATIONS DUNAIRES SABLEUSES
FIXÉES DU FERLO NORD OCCIDENTAL (SENEGAL)

par J.C. LEPRUN *

Résumé

Des différences d'orientation, de modelé, de texture et de granulométrie des matériaux, de couvert végétal, d'activité biologique et surtout de morphologie pédologique, permettent de distinguer trois formations sableuses dunaires fixées dans le Ferlo nord-occidental. Trois formations semblables sont présentes au Niger, et partiellement en Haute-Volta.

I - INTRODUCTION

Des massifs dunaires fixés très étendus (grands ergs) ont depuis longtemps été reconnus au Sénégal par A. BERG (1848) et E.F. GAUTHIER en 1931 (*in* P. MICHEL, 1969).

P. MICHEL dans sa thèse (t. 1, fig. 117) en donne des limites méridionales qui contournent la région du Ferlo, sans l'inclure. Le manteau sableux qui couvre la quasi totalité de cette région est dénommé sable de couverture, "Continental terminal" sur la feuille Dagana de la carte géologique au 1/200.000 du Sénégal, et "plaine sableuse" par certains auteurs.

Une note rédigée en 1966 mais publiée récemment (R. BOULET, E. GUICHARD et J. VIEILLEFON, 1971) fait mention d'un témoin probable d'un erg "ancien" antérieur aux "dunes rouges" ogoliennes dans le delta du Sénégal. P. MICHEL dans l'essai de chronologie régionale de sa thèse (p. 730) émet l'hypothèse de l'existence d'un grand erg qui aurait couvert le Ferlo septentrional et probablement le Cayor avant 40.000 ans. Cet erg se serait aplani au cours de la période humide suivante. Deux tournées pédologiques dans le Ferlo, l'une en 1970 avec R. BOULET, l'autre en 1971 avec deux agrostologues de l'élevage, J. VALENZA et A. DIALLO, nous ont permis d'effectuer des observations nouvelles qui militent en faveur de l'existence de trois formations sableuses fixées distinctes dans cette région. Nous les nommerons formations I, II et III.

* Centre de pédologie, Office de la recherche scientifique et technique outre-mer (O.R.S.T.O.M.) Dakar-Hann (Sénégal). O. R. S. T. O. M.

II - CADRE MORPHOCLIMATIQUE

Les observations suivantes concernent essentiellement la zone nord-occidentale du Ferlo, comprise entre Mpal - Dagana - Thilé-Boubacar - Linguère-Dahra et Louga (pl. 1). Le milieu morphoclimatique est caractérisé par :

- un climat sahélo-saharien, au Nord (Dagana, pluviométrie annuelle 230 mm et 23 jours de pluies) et sahélo-soudanien au Sud (Dahra 511 mm et 32 jours de pluies) ;
- un substrat géologique constitué presque entièrement des formations grésos-argileuses du Continental terminal, excepté à l'Ouest où les calcaires de l'Eocène inférieur apparaissent localement.

Les affleurements sont rares (J.Y. TRENOUS, 1970) ; l'entaille de quelques axes alluviaux et l'investigation pédologique superficielle permettent de constater que les sables reposent en réalité le plus souvent sur un niveau cuirassé ou gravillonnaire équivalent à celui du haut-glacis de P. MICHEL. Ce niveau cuirassé est surmonté localement de calottes calcaires d'origine supposée lacustre. Ces calcaires, friables, sont quelquefois fossilifères (Test de mollusques et débris végétaux observés à Dahra et Bowdé Doudal).

- Une végétation pseudo-steppique au Nord, passant graduellement à une savane arborée ou arbustive vers le Sud.
- Un modelé très monotone, constitué d'ondulations sableuses de quelques mètres d'amplitude, certaines plus vigoureuses. Cette vaste plaine s'abaisse lentement vers le Nord et l'Ouest, et est à peine incisée par les vallées mortes du Ferlo et de ses affluents.

III - CARACTERISATION DES FORMATIONS SABLEUSES

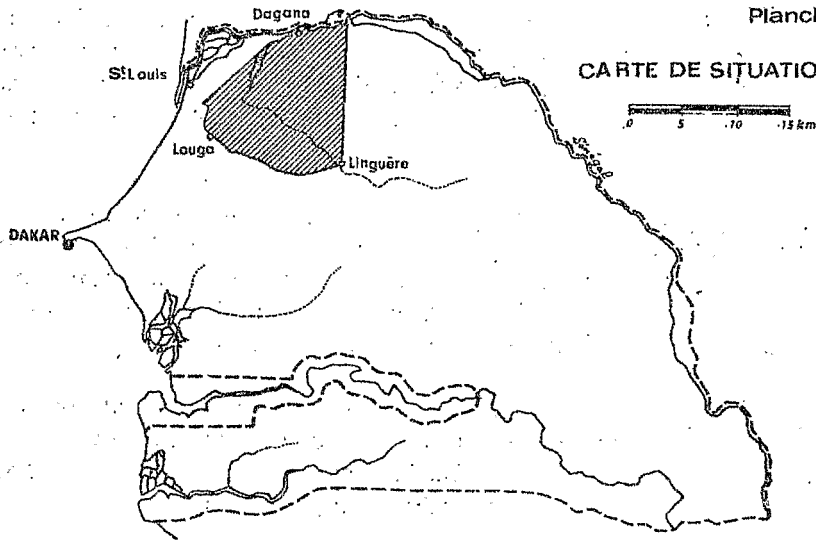
1°) Localisation - Orientation







La formation I a une très grande extension soit seule, soit imbriquée dans la formation II, dont elle forme le soubassement. Elle repose sur le Continental terminal cuirassé ou sur les dépôts calcaires sus-jacents. Bien représentée entre Tathi et Coki, elle descend très loin vers le Sud. Nous l'avons reconnue entre Kaolack et Birkelane. Elle a une orientation SW-NE 40 à 45°.

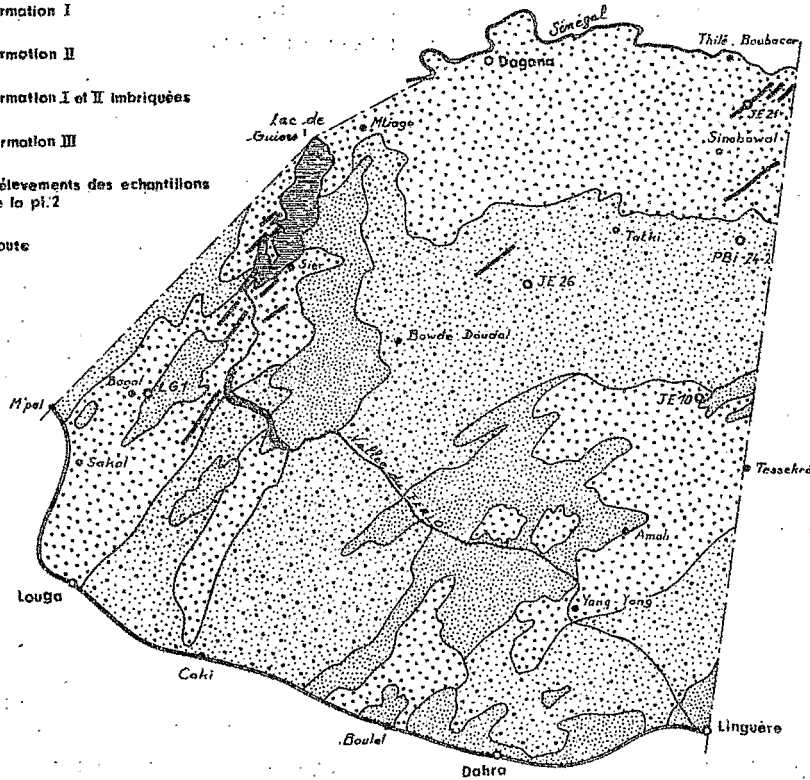
La formation II exclusive entre Amali, Tessekré et Yang-yang ou en mélange avec la formation I, couvre la presque totalité de la zone. Son orientation assez constante est SW-NE 45 à 53°.

La formation III peu étendue se localise en bordure des zones alluviales : vallée du Sénégal, lac de Guier. Son orientation est très variable et se situe entre 35 et 55° NE.

CARTE DE SITUATION

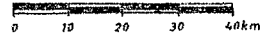


-  Formation I
-  Formation II
-  Formation I et II imbriquées
-  Formation III
-  Prélèvements des échantillons de la pl. 2
-  Route



ESQUISSE DE RÉPARTITION DES FORMATIONS SABLEUSES DU FERLO NO

D'après des observations de terrain et des photos-montages. IGN au 1 / 200 000



2°) Modelé

La formation I est constituée de massifs sableux de plusieurs kilomètres de long, 500 à 800 m de large et 2 à 3 m de dénivellation séparés par des dépressions donnant en photographie aérienne un aspect réticulé très caractéristique. Les massifs se présentent sur le terrain comme une succession d'ondulations à sommet aplani et émoussé séparées par des dépressions bien marquées.

La formation II est formée de grands alignements sableux longitudinaux de plusieurs dizaines de kilomètres de long, 2 à 3 km de large et 3 à 6 m de dénivellation. Les dépressions séparant ces cordons sont profondes et étroites. En bordure de la vallée du Sénégal ce modelé est fortement dégradé et prend la forme d'ondulations basses enchevêtrées.

La formation III se présente sous la forme de cordons longitudinaux uniques ou associés par deux ou trois. Le modelé est vigoureux, la dénivellation dépasse 10 m, et la crête sommitale est bien marquée. La longueur est d'environ 10 km et la largeur de l'ordre du kilomètre.

Les différents modelés sableux décrits présentent l'aspect de formations dunaires de plus en plus vigoureuses aussi bien en ce qui concerne l'amplitude que la marque du sillon interdunaire.

3°) Végétation - Biologie

La zonation édaphique influence surtout la physionomie du groupement et la sociabilité des espèces.

La formation I supporte une savane arborée assez dense à *Commiphora africana*, *Balanites aegyptiaca*, *Guiera senegalensis*, *Boscia angustifolia*, *Sclerocarya birrea* (disparaît vers le Nord), *Adansonia digitata*, *Sterculia setigera*, *Combretum glutinosum* et *micranthum*. La strate herbacée comprend : *Eragrostis tremula*, *Aristida mitabilis*, *Schoenfeldia gracilis*, *Ctenium elegans*, *Zornia diphylla*, *Cenchrus biflorus*, *Blepharis* et *Polycarpeae*.

La formation II : la formation végétale la plus fréquente est une savane arborée ou arbustive lâche composée d'un certain nombre d'espèces précédentes : *Combretum glutinosum*, *Commiphora*, *Sclerocarya*, *Balanites*, *Guiera*, *Boscia*, auxquelles s'ajoutent *Terminalia avicinioides* et *Acacia senegal*.

La formation III est couverte d'une savane arborée très lâche qui passe à une pseudo-steppe au Nord. La strate arborée comprend *Acacia radiana* (surtout vers le Nord), *Acacia senegal*, *Combretum glutinosum*, *Bauhinia rufescens* et peu de *Balanites*. La strate herbacée est dominée par *Aristida mitabilis*, *Cenchrus biflorus* et *Tephrosia purpurea*.

On peut donc noter un éclaircissement de la strate arborée et une diminution du nombre d'espèces de la formation I à la formation III.

La mésofaune et les termites en particulier apparaissent spécifiques de chacun des formations. La première porte des édifices épigés en dôme, assez nombreux, augmentant vers l'interdune (*Bellicositermes*), la seconde très peu ou pas d'édifices épigés mais des nids hypogés (*Odontotermes*) et quelques petits "clochetons" sous les arbres. La troisième ne comporte que des termites hypogés (*Pсамmotermes*).

4°) Différenciations pédologiques

Ces observations concernent exclusivement le sommet et le tiers supérieur des ondulations sableuses.

Formation I : le profil modal est celui d'un sol ferrugineux tropical peu lessivé à horizon B de couleur bien différencié.

La description succincte des horizons est la suivante :

- A II de 10 à 15 cm d'épaisseur, gris beige (10 YR 5/4), sableux, structure massivé à débit plan, cohésion faible, porosité tubulaire fine moyennément développée. Contraste faible, transition 3-4 cm.
- A 12 de 10 cm d'épaisseur, brun grisâtre (8,75 YR 5,5/6), sableux, structure massive à débit peu mamelonné, cohésion un peu plus forte, même porosité mais mieux développée. Contraste moyen à fort, transition 5-10 cm.
- B₁ de 50 à 80 cm d'épaisseur, rouge jaune (5 YR 5/8), sableux faiblement argileux, structure massive à débit mamelonné, cohésion moyenne, porosité un peu plus faible. Contraste faible, transition sur 10 cm.
- B₂ de 60 à 80 cm d'épaisseur, jaune rouge (7,5 YR 5/7), un peu plus argileux, structure massive à débit peu mamelonné, cohésion faible, porosité assez bien développée. Contraste faible, transition très progressive.
- Passage au matériau sableux faiblement argileux (horizon C).

Les variations morphologiques autour de ce profil sont nombreuses :

- B de cohésion plus marquée avec quelquefois des stries millimétriques d'argile et d'oxydes de fer ou des traces d'hydromorphie profondes.
- Taux d'argile plus élevés dans les horizons B et passage aux sols lessivés.
- Réduction en épaisseur de l'horizon de surface.

Les caractères généraux de ces sols peuvent se résumer ainsi :

- Assez grande profondeur (1,40 - 2 m).
- Différenciation en horizons par la couleur, la cohésion, le débit ou la porosité.
- Faible épaisseur et structure massive à débit plan de l'horizon de surface.

- Différences de taux d'argile faibles mais appréciables.

Formation II : les sols les plus fréquents sont des sols intergrades entre les sols ferrugineux tropicaux peu lessivés et les sols brun rouge subarides avec une nette tendance vers les seconds vers le Nord ou sur modelé dunaire bien conservé (végétation naturelle, absence de jachère récente).

Le profil de référence peut être caractérisé par les horizons suivants :

- A II de 40 cm d'épaisseur, gris brun (7,5 YR 5/4), sableux, structure nuciforme à polyédrique 2-4 cm, cohésion très faible, porosité très bien développée. Contraste moyen à faible, transition 5 cm.
- A 12 de 20 cm d'épaisseur, sableux, beige rosé (5 YR 6/6), structure polyédrique mal développée, cohésion faible, porosité un peu plus faible. Contraste faible, transition 5-10 cm.
- (B) C de 50 à 70 cm d'épaisseur, rouge pâle (5 YR 5/6), sableux très faiblement argileux, structure massive à débit plan, cohésion faible, porosité un peu plus faible. Contraste très faible, transition 10 cm.
- Passage au matériau sableux jaune (5 YR 6,5/8) = horizon C.

Les variations morphologiques concernent le plus souvent :

- La dégradation de la structure de surface sous jachères.
- La troncature au niveau du (B) C avec apparition d'une structure prismatique large et une cohésion forte.
- Le passage au sol brun rouge subaride typique (horizon humifère épais et foncé, horizon (B) C absent ou ténu et passage très progressif au matériau),

Les caractères distinctifs de ces sols sont :

- L'épaisseur moyenne du sol (1 m environ).
- L'épaisseur, la couleur et la structure de l'horizon de surface.
- La faible différenciation en horizons.

Formation III : elle supporte des sols peu évolués à faciès ferrugineux :

- A de 25 cm d'épaisseur, sableux, jaune brun pâle (6,75 YR 6/6), structure massive à débit plan, cohésion très faible, très forte porosité interstitielle. Contraste très faible, transition très graduelle 10 cm.
- (A) C de 25 cm d'épaisseur, sableux, un peu plus rouge (6,75 YR 6/8), structure massive à tendance particulière, cohésion très faible à nulle. Contraste inappréciable, transition très progressive.
- Passage au matériau sableux un peu plus jaune (6,75 YR 5,5/8) = horizon C.

Ces sols sont caractérisés par une faible profondeur (50 cm), une

faible différenciation en horizon, un manque de cohésion et de structuration. On constate donc que les sols sont de moins en moins différenciés, donc logiquement de plus en plus jeunes de la formation I à la formation III.

5°) Caractères des matériaux

La texture des matériaux prélevés à la base des sols (dans l'horizon C), est différente d'un type de formation à l'autre. Elle est sablo-argileuse dans la formation I avec des taux d'argile qui augmentent de 10 à 15-20 % du sommet à la dépression ; sableux faiblement argileux (3-6 % d'argile) au sommet de la formation II, et atteint 10 % dans la dépression. La formation III possède un matériau sableux variant peu le long de la pente (I à 4 % d'argile). Les granulométries de sables des échantillons ayant servi à évaluer la texture mais uniquement situés en sommet d'ondulation présentent les caractères suivants (pl. 2) :

Formation I : les courbes des fréquences obtenues à partir des courbes cumulatives en ordonnées de probabilités ont deux modes principaux à 0,11 mm et 0,07 mm, une déviation interquartile S_0 de 5,5 et des médianes groupées autour de 0,16 mm. Les courbes de différents échantillons géographiquement éloignés présentent des analogies et constituent des familles de courbes homogènes (pl. 2).

Formation II : les courbes des fréquences ont toujours deux modes principaux mais décalées par rapport aux précédentes (0,16 et 0,09 mm) et des médianes de valeur moyenne 0,18 mm. La déviation interquartile s'abaisse à 4,0-4,5.

Formation III : la courbe des fréquences est monomodale (0,11 mm). La médiane se situe autour de 0,12 mm, et S_0 autour de 2,95. On note donc de I à III, une déviation du mode principal vers les fractions grossières, un décalage dans le même sens des médianes, et un meilleur classement des matériaux.

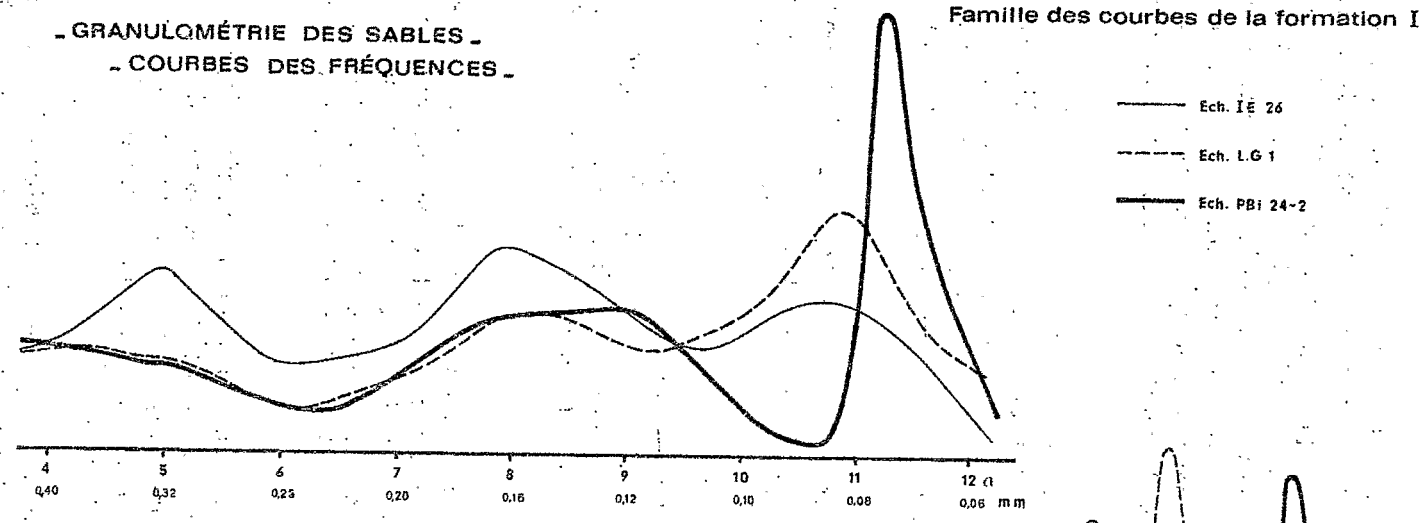
L'étude de la morphoscopie des sables est assez décevante. L'aspect mat éolien de surface est difficile à observer et semble masqué par un aspect mat chimique qui affecte presque tous les grains. Les grains arrondis et coins arrondis picotés luisants dominent les ronds mats éoliens qui augmentent cependant nettement de la formation I à la formation III (fraction 0,3-0,6 mm).

Les caractères précédents mettent en évidence l'origine éolienne des matériaux, en particulier le mode 0,1 - 0,2 mm et l'homogénéité des familles de courbes en des points différents d'une même formation. Le tri croissant des matériaux des formations I à III, indique, lié à une texture de plus en plus sableuse, des formations de plus en plus récentes.

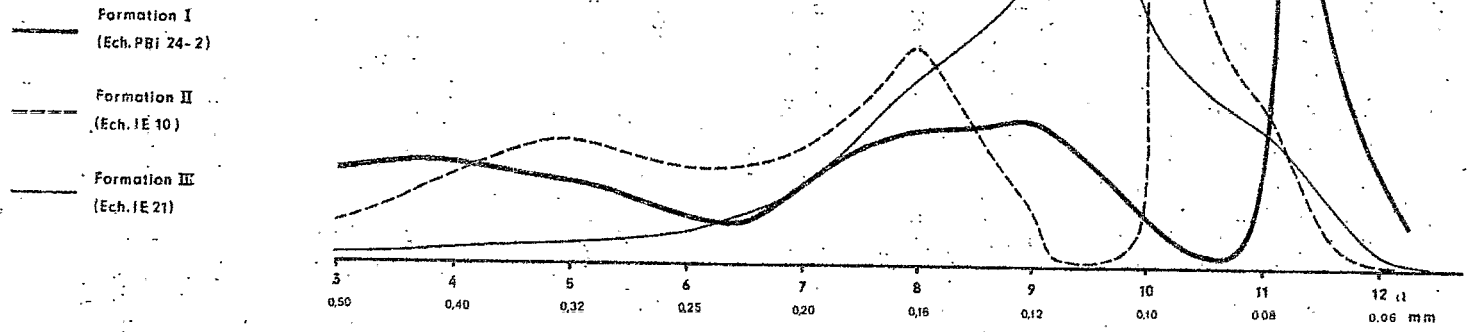
Tous les arguments morphologiques, édaphiques et biologiques énumérés précédemment, militent en faveur d'une dénomination des formations I, II et III, sous le terme d'ergs I, II et III, du plus ancien au plus récent.

GRANULOMÉTRIE DES SABLES
COURBES DES FRÉQUENCES

Famille des courbes de la formation I



Courbes des différentes formations



IV - ANALOGIE AVEC LES FORMATIONS DUNAIRES DE L'AFRIQUE DE L'OUEST ET CHRONOLOGIE RELATIVE

L'erg I de par les sols qu'il porte et les diverses caractéristiques précédentes, présente de fortes analogies avec "l'erg ancien" qui a été reconnu et étudié par M. GAVAUD, G. BOCQUIER et R. BOULET (1961-1964) au Niger, puis par R. BOULET (1968) et J.C. LEPRUN (1969) en Haute-Volta septentrionale.

Cet erg correspondrait à une période aride anté-inchirienne supérieure (plus de 40.000 ans : R. BOULET, E. GUICHARD, J. VIEILLEFON, 1971). L'erg II présente les caractères de "l'erg récent" du Niger et de la Haute-Volta, et aussi ceux des "dunes rouges" du Sénégal et de Mauritanie. Il serait donc Ogozien (P. ELOUARD, 1959), c'est-à-dire d'âge 18.000-20.000 B.P.. L'erg III de faible extension, correspondrait à une phase aride mineure qui pourrait se situer dans la chronologie sénégalaise (P. ELOUARD, 1966 ; P. MICHEL, 1969) vers 7 000 - 5 500 B.P.. Une formation semblable, à différenciation pédologique identique avait été reconnue au Niger central le long de certaines grandes vallées (R. BOULET, 1964).

V - CONCLUSIONS

Les caractères distinctifs de modelé et de granulométrie des matériaux, permettent de préciser l'origine éolienne de trois formations sableuses dans le Ferlo occidental.

Ces caractères auxquels s'ajoutent la texture, la couverture végétale, et principalement la différenciation pédologique, indiquent une succession dans le temps de la mise en place de ces trois formations. De l'erg I à l'erg III, on constate une progression vers la juvénilité. Le critère le plus précieux, notamment dans le cas fréquent de dégradation des formes et de la végétation, reste l'examen pédologique. Les limites de différenciation et d'évolution des sols, spécifiques de chacune des formations dunaires, sont en effet, toujours suffisamment nettes pour lever l'indétermination des autres critères de "terrain".

BIBLIOGRAPHIE

- BOCQUIER G. et GRAVAUD M. (1964). - Etude pédologique du Niger oriental. - Rapport O.R.S.T.O.M., 2 tomes.
- BOULET R. (1964). - Etude pédologique du Niger central. - Rapport O.R.S.T.O.M.
- BOULET R. (1968). - Etude pédologique de la Haute-Volta, région Centre nord. - Rapport O.R.S.T.O.M.

- BOULET R., GUICHARD E., VIEILLEFON J. (1971). - Observations pédologiques et leurs relations géomorphologiques dans le delta du Sénégal. Comparaison avec les observations effectuées au Niger. - *Ass. sénégal. Et. Quatern. Ouest afr., Bull. Liaison, Sénégal*, n° 29, p. 99-110.
- ELOUARD P. (1959). - Etude géologique et hydrogéologique des formations sédimentaires du Guebla mauritanien et de la vallée du Sénégal. - Thèse Sciences, Paris. *Mém. Bur. Rech. géol. min., Paris*, n° 7 (1962), 274 p.
- ELOUARD P. (1966). - Eléments pour une définition des principaux niveaux de Quaternaire sénégal-mauritanien. I - Place à *Arca senilis*. - *Ass. sénégal. Et. Quatern. Ouest afr., Bull. Liaison, Sénégal*, n° 10 et 11, p. 9.
- LEPRUN J.C. (1969). - Evolution géomorphologique de la vallée du Sourou et de ses bordures voltaïques. - *Trav. Et. Rech. Maîtr. Géogr. Dépt. Géogr. Fac. Lett. Sci. hum., Univ. Dakar*, 50 p. multigr.
- MAIGNIEN R. (1965). - Notice explicative de la carte pédologique du Sénégal au 1/1.000.000 - O.R.S.T.O.M.
- MICHEL P. (1969). - Les bassins des fleuves Sénégal et Gambie. Etude géomorphologique. - Thèse Lettres, Strasbourg, 3 tomes, 1167 p.
- TRENOUS J.Y. (1970). - Echelle stratigraphique de la basse vallée du Ferlo (Sénégal Nord occidental). - *Ann. Fac. Sci. Marseille*, t. XLIII - B, p. 237-242.