

## II. ÉTUDES RÉGIONALES

ESQUISSE DE L'HISTOIRE DES SOLS DU NIGER  
CENTRE ET OUEST MÉRIDIONAL (1)

par M. GAVAUD (\*).

## SITUATION GÉNÉRALE.

Ces territoires forment la partie habitée de la République du Niger, à l'exclusion de la cuvette tchadienne. Ils sont compris entre les parallèles 12° N et 15° N, et les isohyètes 875 mm et 200 mm (période 1921-1956). Le substrat géologique est formé d'une part de séries anciennes, roches vertes, schistes et granites birrimiens, schistes du Gourma, schistes et quartzites voltaïens, d'autre part de séries de couverture dont les grès continentaux, kaoliniques et ferrugineux (Continental terminal), feldspathiques (Continental hamadien), forment la plus large part.

## LES SUCCESSIONS DE SOLS ET LES FORMES ASSOCIÉES.

*L'évolution d'ensemble des sols et des modelés.*

Des sols dunaires apparaissent à la fin du Quaternaire dont le début avait coïncidé avec la formation de cuirasses épaisses. Les restes pédologiques d'âge intermédiaire confirment la péjoration des conditions génétiques pendant toute sa durée. Les modelés étagés, les sols formés sur des matériaux dont les processus de mise en place sont incompatibles avec ceux de toute pédogenèse simultanée (nappes d'épandage, dunes), montrent que la combinaison d'oscillations climatiques et d'un abaissement général du niveau de base a fait alterner des périodes d'évolution des sols et d'érosion. L'intensité des phases pédogénétiques, dont on est sûr que les dernières au moins ont coïncidé avec des climats humides, peut être appréciée par le degré d'évolution des horizons qui en sont les témoins. Elle diminue toujours d'un modelé au modelé immédiatement inférieur, plus récent, et a ainsi continuellement décréu. Quelques variations sont nettement plus fortes et permettent de diviser l'histoire pédologique du Quaternaire en épisodes, que nous avons nommés *péjorations*, le plus souvent formés de plusieurs couples érosion-pédogenèse et de plusieurs oscillations climatiques.

*L'acquis à l'orée du Quaternaire : le manteau d'altération kaolinique et la cuirasse ferrugineuse « ancienne ».*

Après le dépôt du Continental terminal, sur une topographie très aplanie mais dessinant déjà, semble-t-il, une gouttière dans l'axe de la vallée Tilemsi-

(1) Bull. Ass. sénég. ét. Quatern. Ouest afr., Dakar, n° 14-15, p. 24-27.

(\*) Centre de Pédologie, O. R. S. T. O. M., Dakar-Hann.

O. R. S. T. O. M.

Collection de Référence

n° 13435

2 OCT. 1969

Niger, se différencie une cuirasse ferrugineuse extrêmement épaisse (jusqu'à 17 m) et différenciée, d'un type qui ne s'observera plus pendant tout le reste du Quaternaire. Elle ne montre pas de variations lithologiques ou latitudinales. Elle est partout en place sur des formations kaoliniques :

— sur les granites la cuirasse passe, par l'intermédiaire de quelques mètres d'argile rubéfiée, à un épais manteau d'altération kaolinique pouvant atteindre 70 m d'épaisseur dont 30 m pour le seul horizon d'argile tachetée. Il est plus ancien que la cuirasse, car il est en continuité avec les kaolins sous-jacents au Continental terminal, d'âge Paléocène ;

— sur les roches kaoliniques, grès continentaux, shales birrimiens ou nigériens (Gourma), la base de la cuirasse est une lithomarge ferritisée de quelques mètres, équivalente de l'argile rubéfiée précitée.

On ne connaît pas de sols meubles contemporains de cette cuirasse dont l'aspect suggère un climat plus humide qu'aucun de ceux qui suivront.

*La première péjoration ; le creusement des « glacis » et leur pétrification par les cuirasses ferrugineuses.*

L'unité pédogénétique de cette période est établie par l'identité de ses cuirasses, du type ferrugineux le plus banal. Elles sont moins épaisses (1 à 10 m), de teinte moins vive, à structures peu variées (pseudo-pisolitiques ou vacuolaires), sans horizons bien différenciés. Elles ont conservé des lambeaux étagés de glacis (1), généralement non fonctionnels et découpés en buttes, en nombre bien défini régionalement (Birrimien : 2, granite : 1 ou 2, formations continentales : 1), creusés dans les formations kaoliniques précitées. Elles cimentent souvent un niveau détritique se raccordant à des formations à galets dans les grandes vallées, ce qui suggère une hydraulicité fort différente de l'actuelle. Ce cuirassement ne montre pas de variations d'intensité selon la latitude dans ses vestiges, mais la raréfaction de ces derniers vers le Nord suggère une influence du gradient pluviométrique. Il est sensible à la lithologie : surabondant sur le Birrimien, il est peu développé sur les grès continentaux kaoliniques. Les formations meubles correspondantes sont inconnues sur les séries anciennes. Sur les grès ferrugineux kaoliniques on leur fait correspondre des poches kaoliniques rubéfiées et, avec doute, des restes de sols faiblement ferrallitiques. La formation à galets de Maradi, à matrice de kaolinite, goethite, hématite et quartz, serait l'équivalent de l'une des terrasses correspondant à ces glacis.

*La seconde péjoration ; le glacis inférieur, concrétionné ou nu ; les sols ferrugineux lessivés à concrétions et les sols lithodépendants.*

Le glacis inférieur forme l'essentiel des glacis fonctionnels (connectés au réseau de drainage actif) du socle ou des versants sur grès continentaux. Proche du vieux front d'altération paléocène, le glacis concrétionné porte une nappe détritique plus mince (dm), souvent riche en quartz, cimentée dans ce qui ressemble fortement à un horizon d'accumulation concrétionné de sols ferrugineux lessivés, passant localement, en bas de pente, à de petites cuirasses. L'intensité du concrétionnement diminue très nettement vers le Nord, où il

(1) Nous utilisons le terme commode de glacis, utilisé par P. MICHEL (12) au Sénégal, bien que le terme ne s'applique pas à la totalité du modelé conservé par les cuirasses où les cuvettes et fonds de vallée sont fréquents, parfois exclusifs.

finit par disparaître sur les roches où les témoins des glacis cuirassés étaient relativement moins nombreux (argiles continentales kaoliniques, shales nigériens). Il porte quelques lambeaux, fort remaniés, de sols ferrugineux rubéfiés et lessivés sur les grès, de sols ferrugineux lessivés plus ou moins hydromorphes sur les granites.

Le glacis « nu » se développe surtout, comme nous l'avons indiqué ci-dessus, dans le Nord, où il peut succéder au précédent, localement, par un décrochement topographique peu sensible. C'est le seul à posséder une couverture meuble à peu près autochtone de quelque étendue, dont les caractères indiquent un changement profond des conditions de la pédogénèse et de l'altération. Il existe en effet, pour la première fois, une dépendance réelle et multiple des sols à l'égard de la roche mère, dont la cause est une agressivité réduite des agents de l'altération, donc vraisemblablement une réduction de la pluviosité de la période génétique. Le type d'altération permet de définir deux grands ensembles de sols :

— les sols sur argiles gonflantes, produits de la « simatisation », altération qui implique un maintien *in situ* d'une partie du lessivat que démontre encore la formation de carbonates. Selon la nature du cation dominant ces sols montmorillonitiques se subdivisent en :

- o bruns eutrophes et vertisols, aux argiles calciques, sur roches vertes,
- o solonetz solodisés et vertisols à alcalis, aux argiles sodiques, sur granites;

— les sols à kaolinite et hydromicas, dont les phyllites et l'ensemble du matériau parental sont produits par une simple délapidification, ou arénisation physique, de la roche :

- o sols ferrugineux lessivés médiocrement développés sur argiles sableuses kaoliniques, plus rubéfiés sur grès ferrugineux.
- o sols ferrugineux lessivés à hydromorphes, à morphologie incertaine, sur shales sériciteux et kaoliniques.

Si l'apparition d'argiles gonflantes, au même moment et sur de grandes surfaces, paraît bien être un fait d'ordre climatique, l'extension régionale des glacis à montmorillonite dépend beaucoup de l'histoire locale du modelé et des sols. Dans le Liptako (Niger occidental), ils s'étendent largement sur le vieux front d'altération grâce à la convergence de conditions climatiques (pluviosité modérée), topographiques (pentes faibles), minéralogiques (zonation du vieux manteau) simultanément favorables ; leur limite méridionale (550 mm) n'est que celle de l'érosion des glacis cuirassés ou concrétionnés plus anciens. Dans le Mounio (Niger oriental), ils sont plus réduits et forment la partie inférieure d'une chaîne d'altération classique : kaolinite en haut de pente, montmorillonite dans les fonds. Les altérites y sont peu développées parce qu'elles doivent se former sur un matériel beaucoup plus sain que dans le Liptako, sans doute, parce qu'il a échappé à l'intense kaolinisation paléocène.

*La troisième péjoration : périodes désertiques et récurrences humides, les sols ferrugineux peu lessivés et les sols hydromorphes.*

Jusqu'ici nous avons constaté une atténuation progressive des effets des périodes pédogénétiques, démontrée par la diminution puis la disparition des accumulations ferrugineuses ainsi que par le changement du type d'altération.

Les phases d'érosion ne donnent pas de preuves aussi évidentes de ce que nous interprétons comme une tendance « longue » au dessèchement. La réduction de taille, et de puissance, des cailloutis les plus récents du bassin du Gorouol (Niger occidental), suggère cependant qu'elle a pu aussi les affecter, si l'on admet que ces variations sont dues à une baisse de l'écoulement et de la compétence des cours d'eau. Enfin l'attribution des phases de pédogenèse aux pointes humides, et des phases d'érosion aux pointes sèches, des oscillations climatiques, si elle paraît fort raisonnable, ne peut être démontrée.

Mais la phase sèche de la fluctuation climatique qui suivra l'altération du glacis nu confirme pour elle-même ce qui n'était encore que présomptions : tendance à l'assèchement, coïncidence des périodes sèches et d'érosion. On constate qu'alors une sévère crise érosive accompagne un dessèchement extrême ; elle détruit toute couverture meuble, ou peu s'en faut, sur les glacis concrétionnés, et la tronque considérablement sur les glacis nus, non seulement dans la zone d'extension future des ergs mais bien plus au Sud, sur les marges péri-désertiques d'alors. Les témoins de ce rabotage sont les nappes détritiques façonnées superficiellement en reg que l'on trouve sous les dunes fixées et sur les glacis. Des sables proluviaux sous-dunaires, où se mêlent des sables éolisés et des débris frais du substrat, sont des restes d'une période de transition pendant laquelle les actions éoliennes se substitueront progressivement à l'érosion hydrique. Au paroxysme de l'aridification un erg, dit « ancien », se met en place sur la partie nord de cette zone d'érosion. Au Niger il ne dépasse pas la latitude correspondant à l'isohyète 800 mm sur les grès, 700 mm sur le socle cristallin, alors qu'en Nigéria il atteint 1 000 mm. Il est très étendu, d'orientation localement bien définie coïncidant avec celle de ciselures éoliennes striant les cuirasses de buttes témoins, et modelé par un système complexe de vents d'Est. Diverses singularités minéralogiques, granulométriques et même chimiques, indiquent une origine locale des sables, à quelques dizaines de kilomètres près. Plus au Sud c'est sans doute le tarissement des cours d'eau qui met en place un premier remblai de sables fins argileux coiffant des cailloutis, les graviers sous berge bien connus de Vogt. Ce remblai existe aussi, moins développé, dans les zones d'invasion duanaire, si bien que le moment et la durée de sa mise en place ont pu varier selon la latitude. Son origine est encore une couverture pédologique locale.

Une très forte récurrence humide provoque, tout à son début, l'aplanissement de l'erg, puis la rupture de barrages duanaire, édifiant des levées sableuses. Les sables des remblais, de l'erg, des levées évoluent ensuite en *sols ferrugineux peu lessivés* (sables rouges). Sur les glacis un mécanisme indéterminé fossilise les regs sous des matériaux empruntés à l'altérite sous-jacente, reconstituant des profils analogues aux anciens. La pluviosité devait être assez forte, car entre 850 et 350 mm (actuels) les sols de l'erg ancien ne manifestent guère de variations. Dans l'Ader Douchi une très forte dissolution du calcaire (lapiez, travertins, grès calcaires de nappe) n'est guère explicable si l'on n'admet pas de températures plus fraîches qu'actuellement, où la mobilité des carbonates est très faible.

Une seconde invasion désertique, plus modérée, met en place l'erg dit « récent », qui est un remaniement, souvent direct, de l'erg ancien. Il est localisé sur les franges septentrionales de ce dernier, dans les cuvettes et vallées, et s'étend moins loin vers le Sud (550 mm). Une seconde récurrence humide encombre les lits de sables, puis d'argiles de décantation, ces dernières prélevées sur les glacis nus. Cet épisode majeur de colmatage est à l'origine de la

plupart des sols hydromorphes qui sont encore représentés, dans les massifs dunaires, par de petits dépôts marécageux. Les sables de l'erg récent et des vallées donnaient des sols ferrugineux peu lessivés peu différenciés, différant des sols de l'erg ancien par leur très grande pauvreté en plasma minéral.

*La période subactuelle et actuelle : Faciès sahéliens et érosion anthropique.*

Le gradient pluviométrique actuel impose une différenciation portant sur les seuls horizons de surface, tendant à être moins épais, moins organiques, moins lessivés, plus érodés, dans les zones septentrionales, plus sèches, où apparaissent des Faciès particuliers, sahéliens :

- regiques rubéfiés et bruns tirsifiés correspondant aux bruns eutrophes,
- brun-rouge correspondant aux ferrugineux peu lessivés,
- ferrugineux lessivés peu organiques correspondant aux ferrugineux lessivés,
- bruns alcalisés succédant aux solonetz solodisés.

L'erg jeune, aux sols fragiles, subit de nombreuses reprises éoliennes associées à des traces d'occupation humaine. L'erg ancien et les remblais sont décapés par une érosion hydrique généralisée. Il paraît vraisemblable que l'occupation agricole des terres a accentué des déséquilibres édaphiques hérités de vicissitudes climatiques mineures. Ainsi pourrait-on expliquer la ruine, en dépit de moyens techniques peu puissants, de vieilles régions historiques (Gober, Djermaganda).

#### CORRÉLATIONS.

Elles ne peuvent être encore que grossières, à cause de l'inégal développement des études pédologiques et géomorphologiques, selon les territoires. Nous suggérons les équivalences suivantes avec le Sénégal (12, 15) et la Mauritanie (5) :

NIGER	SÉNÉGAL, MAURITANIE
Altérites tertiaires .....	Existence et rôle à préciser
Cuirasse ancienne .....	Cuirasse du relief intermédiaire
Cuirasses ferrugineuses .....	Cuirasses des glaciers supérieurs et moyens
Sols ferrugineux lessivés à concrétions tronqués.....	Glacis inférieur ?
Sols lithodépendants .....	Glacis inférieur, avec probablement la même couverture pédologique.
Sols ferrugineux peu lessivés (erg ancien) et peu lessivés peu différenciés (erg récent)	Dunes rouges de l'Ogollen, ensemble compréhensif au sens pédologique.
Sols ferrugineux des remblais .....	Sols du remblai supérieur
Sols hydromorphes .....	Sols du remblai inférieur et d'alluvions fluviodeltaïques.
Sols peu évolués ou minéraux bruts des remaniements éoliens récents .....	Décrits presque uniquement le long des côtes : dune « jaune » et dune « blanche ».

La corrélation précise des ergs du Niger avec ceux qui ont été décrits dans la cuvette du Tchad (6, 13), en Mauritanie (5, 4), au Sénégal, est actuellement impossible, car il n'y a pas d'accord ni sur le nombre d'ergs à sols rouges (1 ou 2), ni sur l'âge du plus ancien, estimé tantôt antérieur, tantôt postérieur

30 000 B. P. Ce qui paraît cependant le moins douteux est que les sols ferrugineux peu lessivés se sont formés au moins pendant la période lacustre que l'on retrouve un peu partout à 11 000-8 000 B. P., et qu'ils n'existent plus sur les dépôts récents. Cette limite inférieure serait la date d'apparition de conditions de bon drainage sur la ligne de rivage de 320 m du Tchad, ou celle des dunes jaunes du Sénégal, et coïnciderait avec la fin de l'humide néolithique (6), Elle serait de l'ordre de 2 000 à 3 000 B. P.

## CONCLUSIONS.

Les pédoclimats ont donc varié tout au long du Quaternaire d'une façon qui laisse apparaître des sortes de discontinuité, de variations plus importantes et rapides, toujours négatives. La première se place aux confins indécis du Pliocène, entre la cuirasse ancienne et la plus vieille des cuirasses ferrugineuses. La seconde se situe à la fin, vers l'Holocène, entre la cuirasse ferrugineuse la plus récente et la formation du glacis nu, suivie de la mise en place des ergs. Les derniers millénaires, pendant lesquels aucun sol bien drainé évolué ne s'est formé, sont encore à part, sans qu'on sache encore si ce fait est dû au climat actuel ou à la brève durée de cette période. Cette particularité empêche, à elle seule, de préciser la nature des climats anciens.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.

- (1) BOCQUIER, G., GAVAUD, M. (1964). — Étude pédologique du Niger oriental. O. R. S. T. O. M., *Dakar*.
- (2) BOULET, R. (1964). — Étude pédologique du Niger central, O. R. S. T. O. M., *Dakar*.
- (4) DAVEAU, S. (1965). — Les dunes ravinées et les dépôts du Quaternaire récent dans le Sahel Mauritanien. *Revue de Géographie de l'Afrique occidentale*, nos 1-2, *Dakar*.
- (5) ELOUARD, P. (1962). — Étude géologique et hydrogéologique des formations sédimentaires du Guebla mauritanien, *Mémoires du B. R. G. M.*, n° 7.
- (6) FAURE, H. (1962). — Reconnaissance géologique des formations sédimentaires post-paléozoïques du Niger oriental. *Mémoires du B. R. G. M.*, n° 47.
- (7) FAURE, H. (1966). — Évolution des grands lacs sahariens à l'Holocène. *Quaternaria*, VIII, *Rome*.
- (9) GAVAUD, M., BOCQUIER, G. (1964). — Étude pédologique de l'Ader Douchi. O. R. S. T. O. M., *Dakar*.
- (10) GAVAUD, M. (1965). — Étude pédologique du Niger occidental. O. R. S. T. O. M., *Dakar*.
- (11) GAVAUD, M. (1967). — Étude pédologique du bassin du Gorouol Beli. O. R. S. T. O. M., *Dakar*.
- (12) MICHEL, P. (1959). — L'évolution géomorphologique des bassins du Sénégal et de la Haute-Gambie. Ses rapports avec la prospection minière. *Rev. Geom. Dyn.*, X, nos 5-12, mai-décembre.
- (13) PIAS, J. (1967). — Quatre deltas successifs du Chari au Quaternaire. *Acad. Sci., Paris*, t. 264, 17 mai.
- (14) PIAS, J. (1967). — Chronologie du dépôt des sédiments tertiaires et quaternaires dans la cuvette tchadienne. *Ac. Sci. Paris*, D-21.
- (15) TRICART, J. (1961). — Notice explicative de la carte géomorphologique du delta du Sénégal. *Mémoires du B. R. G. M.*, n° 8.