



LA PEDOGENESE ET LA GEOMORPHOLOGIE DANS L'ETABLISSEMENT  
DES CARTES PEDOLOGIQUES ET DES CARTES D'UTILISATION  
DES SOLS EN REGIONS GUINEENNES

R. MAIGNIEN (+)

Docteur ès Sciences

Jan 1970

Au cours de la dernière décennie, de nombreuses études ont tenté de préciser les relations liant les processus pédogénétiques à la mise en place et aux formes des modelés dans l'établissement de cartes des sols. De telles études sont souvent fort avancées en régions subtropicales. Par contre, elles le sont beaucoup moins en régions intertropicales humides, de type guinéen. Il faut en voir la cause principale dans la présence d'un couvert forestier dense qui limite la visibilité latérale et permet difficilement de relier les observations ponctuelles à l'environnement. D'autre part, l'agressivité du climat, en favorisant les hydrolyses, induit un modelé de dissolutions de formes convexes qui contrebalance activement le façonnement des pentes par transports latéraux des éléments figurés du sol, et, par conséquent, la mise en place de surfaces bien caractérisées subhorizontales ou concaves.

L'application des méthodes de photointerprétation, en donnant une vision plus globale des faits de terrains, ont heureusement permis d'avancer des solutions, et, actuellement, c'est principalement à travers la reconnaissance d'unités physiographiques que se développe la cartographie des sols dans les régions intéressées.

La grosse difficulté de la cartographie pédologique est que l'on s'appuie sur des profils de sols ordonnés dans des classifications à préoccupations génétiques. Or, un profil ne peut définir à lui seul "un sol". Ce dernier occupe un certain volume et se développe dans trois dimensions. C'est pour cela que la cartographie pédologique a rapidement fait apparaître la notion de série. On regroupe des séries de profils autour d'un profil moyen qui définit le sol, mais qui n'est en fait qu'une abstraction. Pour la cartographie, il est alors indispensable de déterminer les variations tolérables autour de l'archetype.

(+) Inspecteur Général de Recherches - ORSTOM (Centre d'Adiopodoumé)



Fonds Documentaire ORSTOM

Cote : Bx-19654 Ex : unique

Les unités "sols" reconnues et définies, il faut les cartographier et pour cela en tracer les limites. Or ces dernières ne sont souvent pas tranchées ; elles sont pour la plupart progressives et il est difficile de les déterminer sur le terrain. On est donc obligé de rechercher des solutions pour résoudre ce problème et, en l'absence de données plus précises, on retient souvent des artifices plus ou moins pragmatiques s'appuyant sur les aspects spécifiques de la surface du terrain qui pour les régions considérées se limitent ordinairement aux aspects de la végétation ou aux types d'utilisation. Il apparaît ainsi qu'il est plus facile de cartographier une carte d'utilisation des sols liée à des critères limitatifs qu'une carte pédologique qui intègre l'ensemble des facteurs du milieu.

Il revient à Milne (1935) d'avoir, l'un des premiers, posé le problème de la distribution des sols en relation avec le modelé. La notion de "catena" qui n'était au départ qu'un artifice cartographique a pris peu à peu une signification plus génétique (Bushnell 1942 - Greene 1945) en précisant l'action de deux facteurs pédologiques importants : la topographie et le drainage, et elle est actuellement d'un emploi courant en Pédologie tropicale.

La compréhension des phénomènes qui lient les sols s'étagent le long des pentes est à la base de la Pédologie contemporaine, car elle pose le problème de la définition des unités de classification. Elle introduit la notion de paysage pédologique comme unité génétique. Cet aspect du problème a été largement développé par Rode (1947) qui a introduit le terme de géobiocénose. On constate en particulier que la distribution latérale des constituants des sols dans un paysage donné influe fondamentalement l'évolution ultérieure de la pédogénèse. Certains processus d'altération et de néosynthèse peuvent s'en trouver entièrement modifiés. Par exemple, le départ des fines des parties hautes accuse le drainage et par suite des évolutions de milieux ouverts. Ainsi, en régions tropicales humides, l'individualisation de la gibbsite se réalise principalement aux sommets des reliefs où les profils sont très épais. Inversement, l'accumulation des matériaux éluvés colmate les dépressions, forme peu à peu un bouchon à la circulation interne des eaux et développe un milieu de plus en plus confiné ; les processus d'altération tendent à se ralentir ; des néosynthèses smectitiques s'amorcent et se développent provoquant l'apparition de sols peu épais, à caractères vertiques. Les liaisons génétiques à l'échelle d'un versant peuvent alors se situer entre des sols de classe parfois fort différentes.

L'ensemble de ces phénomènes intéresse non seulement les sols, mais l'évolution de toute la croûte d'altération qui moule les modelés. C'est donc à travers le conditionnement de cette croûte d'altération que les pédogénèses vont se développer et "vice versa".

2 3 4 5 6

Ces précisions étaient nécessaires car elles montrent comment se pose le problème des relations entre la pédogénèse et la géomorphogénèse.

Si l'on suit l'historique des apports de la géomorphologie à la Pédologie, on peut reconnaître quatre étapes.

Dans un premier temps, les études ont porté sur les relations entre la distribution des principaux types de sols et les diverses surfaces géomorphologiques reconnues, ce qui a beaucoup aidé la cartographie des sols, surtout en régions sèches.

Dans un deuxième temps, on a tenté de dégager des relations génétiques entre la position des sols à travers les différentes formes du modelé et leur type d'évolution. On a été amené ainsi à reconnaître que certains sols ne correspondaient plus aux conditions actuelles du milieu et à introduire les notions de "paléosols" et de "sols polygéniques". C'est ainsi qu'en régions tropicales, de nombreuses surfaces cuirassées ont été reconnues comme anté-quatérnaires ou quaternaires anciennes, ce qui ne veut pas forcément dire que les sols qui les recouvrent sont d'âge équivalent (Ruellan 1970).

Dans un troisième temps, on a étudié les conséquences du façonnement du modelé sur la morphologie des sols. Le problème de la mise en place des surfaces a été abordé et toute une série de résultats concernant les processus d'érosion, de remaniements etc... ont été développés. Ces phénomènes marquent souvent profondément la morphologie actuelle des profils (profils tronqués, profils enterrés, pseudo-profils, etc...). Ils ont introduit la notion d'héritage et ont permis de lever certaines difficultés dans l'interprétation des caractéristiques des sols. C'est ainsi qu'en Afrique de l'Ouest, de très nombreux matériaux originels ne sont en fait que des produits plus ou moins remaniés d'anciennes ferrallitiques qui impriment leurs propriétés chimiques aux sols actuels. Il y a héritage. Ces résultats extrêmement instructifs ont cependant leurs limites car il n'y a souvent aucune commune mesure entre l'importance des remaniements et de la sédimentation dans le temps et l'espace, et l'épaisseur des sols. Lier exclusivement la morphologie des sols à ces processus revient le plus souvent à assimiler le sol au matériel originel ; d'où les difficultés d'application des classifications actuelles des sols Ferrallitiques. Le problème est d'autant plus difficile que les différenciations dans les horizons de surface de ces sols sont généralement peu marqués, en regard des éléments figurés hérités, et qu'elles font souvent appel à des notions peu classiques et encore mal précisées, tels les structures et les différents types d'assemblage des constituants du sol.

Remarquons en passant que l'absence ou la présence de ces matériaux hérités sont d'un très grand intérêt lors de l'établissement des cartes d'utilisation des terres (classification des sols Ferrallitiques de Côte d'Ivoire) car ce sont souvent des facteurs limitants. Cependant, leurs caractéristiques masquent trop souvent les tendances évolutives contemporaines et par suite permettent mal de définir les types d'aménagements à recommander.

Actuellement, l'étude des relations entre pédogénèse et géomorphogénèse atteint une phase plus dynamique. Il apparaît que la formation d'un sol ne peut se concevoir que par rapport à un paysage. Un sol ne se forme pas en fonction d'un relief, mais en fonction de l'évolution de ce relief à laquelle il participe. Ce n'est pas seulement la position actuelle d'un sol qui est importante, mais aussi l'évolution de cette position dans le temps. Il est donc indispensable d'étudier comment, dans le temps et dans l'espace, les divers caractères pédologiques et géomorphologiques évoluent, se transforment eux-mêmes et les uns par rapport aux autres. C'est toute l'étude du façonnement des pentes, en relation avec la différenciation des sols qui se pose. A la notion d'espace s'ajoute la notion de temps au niveau d'un paysage pédologique.

Ainsi, l'une des grandes difficultés dans l'étude de relations entre la pédogénèse et la géomorphogénèse est la différenciation de ce qui est hérité de ce qui est actuel. Sur la vieille plate-forme africaine, extrêmement stable, les sols ont subi une longue histoire. Ils ont eu à supporter des conditions climatiques variées. Les faits actuels ne sont que la somme des évolutions successives et il est nécessaire d'appréhender ces dernières. A ce sujet, il est important de remarquer que les matériaux du sol conservent principalement l'empreinte des périodes les plus agressives. Si en régions tropicales sèches on retrouve assez facilement la trace de climat plus humide (des surfaces ferrallitiques à gibbsite sont signalées jusqu'au Sahara), par contre, en régions tropicales humides, il est beaucoup plus délicat de saisir les influences des périodes arides car leurs éléments caractéristiques (figuration du calcium, néosynthèses de type 2/1, etc...) disparaissent rapidement au cours des périodes plus humides qui leur succèdent. C'est donc surtout la somme des influences les plus agressives qui tend à marquer le sol de son empreinte et cela d'autant plus que les sols sont plus âgés. Pour être correctement interprétée, l'étude des éléments hérités doit être conjointement avec celle du modelé.

Par exemple, en Afrique de l'Ouest, la surface la plus ancienne et souvent considérée comme la marque d'un climat équatorial, très humide, de type forestier, car la cuirasse sommitale, épaisse, est généralement bauxitique. Or ces caractères sont en contradiction avec son modelé subhorizontal. La convergence de ces faits laisse supposer l'empreinte d'un climat tropical humide à

saisons tranchées pendant une période extrêmement longue. Un climat forestier équatorial aurait fait apparaître un modelé de collines type "semi-orange" des figurations kaolinitiques beaucoup plus prononcées (R. Maignien - 1960) qui auraient probablement disparu lors des périodes de déblaiement plus arides. Les héritages de tels matériaux se retrouvent, entre autres, dans les sédiments du Continental Terminal et les sables tertiaires de l'Ouest Africain.

Des causes extra-pédologiques peuvent également interférer sur ces faciès et, en particulier les mouvements tectoniques. Sans évoquer des processus catastrophiques (effondrement des grès de Garoua qui a amené le déblaiement des matériaux sidérolithiques hérités du bassin de la Bénoué - Cameroun, par exemple), il existe des mouvements plus discrets. Un gauchissement, une surection qui élèvent de quelques mètres une région, peuvent, à l'échelle des phénomènes pédologiques, modifier le régime hydrique global des sols et réorienter la pédogénèse vers des expressions différentes sans que les conditions climatiques soient modifiées. On en observe un très bel exemple au Cameroun, aux environs de Yaoundé. Lorsque l'on compare les sols de la surface 700 m. du bassin de la Sanaga et ceux voisins du bassin du Nyong, fleuves coulant parallèlement à 50 km l'un de l'autre, on observe que les premiers sont principalement des sols rouges ferrallitiques, bien drainés et remaniés, alors que les seconds présentent sur des formes de modelés empattées, des tendances au jaunissement, à l'acidification et à l'hydromorphisme. D'après D. Martin (1966), ces différences sont à rattacher à de légers mouvements de bascule d'origine tectonique, qui ont surelevé les niveaux de base du bassin du Nyong par rapport à ceux de la Sanaga.

D'une façon générale, en Afrique de l'Ouest, la vieille couverture sidérolithique, plus ou moins remaniée, limite considérablement, de par sa nature même, les processus pédogénétiques postérieurs. En effet, un matériau constitué essentiellement d'un mélange de quartz, de kaolinites et de goethite possède peu de possibilités d'évolution par hydrolyse. Les pédogénèses possibles se limitent à l'évolution de la matière organique (Perraud 1970) et à la redistribution des matériaux par évolution des versants (interférence entre formes convexes et formes concaves).

Ces diverses raisons montrent toute la prudence qu'il faut apporter à l'interprétation des liaisons entre types de sols et influences supposées des climats passés. Elles obligent à connaître parfaitement les conditions actuelles du milieu, leur rôle sur l'évolution et l'individualisation des sols contemporains. Un manque d'objectivité oblige à imaginer des conditions particulières dont on ne retrouve aucune équivalence, en confondant trop souvent intensité et durée d'action.

Le sol est l'un des éléments de l'évolution et de l'histoire d'un paysage. Il en résulte que son étude ne peut être séparée de celle de son environnement non seulement à l'échelle d'une catena, mais aussi de toute une région. Cette nécessité explique les grosses difficultés rencontrées dans la connaissance des sols et le levé des cartes des milieux guinéens forestiers. Le manque de visibilité latérale permet difficilement d'appréhender le paysage et par suite, de relier l'observation des profils aux différentes formes du modelé. Il en résulte que les renseignements recueillis le long des voies d'accès (tranchées diverses et layons) restent limités, généralement peu précis, difficilement extrapolables, que la classification des sols Ferrallitiques fait encore souvent appel à l'interprétation et que les cartes des sols de ces régions restent trop synthétiques.

L'exploitation des photographies aériennes apporte heureusement une solution élégante à ce problème. Elle permet en particulier de reconnaître des unités physiographiques qui ont de fortes chances de correspondre à des ensembles représentatifs de sols et sur lesquels on peut étudier avec le maximum de succès des relations dynamiques et localisées dans une fraction (bandes témoins) ou la totalité d'un paysage. Malheureusement, la couverture forestière limite cette exploitation. Elle oblige à recourir à des critères indirects (dessins des réseaux hydrographiques, formes des pentes etc...) dont les concordances avec la distribution des sols doivent être vérifiées au sol (de la Souchère - 1969-). C'est ainsi qu'en Côte d'Ivoire, il est relativement facile de distinguer les sols sur socle éruptif des sols sur schistes ou roches vertes. De même l'intensité des remaniements peut apparaître dans la forme et l'allongement des versants. En particulier, des lignes remarquables de changements de pente permettent de définir des portions de versants représentant des caractéristiques homogènes. L'expression graphique de ces unités "isomorphes" donne une configuration typique du modelé et permet une interprétation précise entre les réseaux d'observations pédologiques le long des versants (toposéquence). La carte qui résulte de cette approche peut également servir pour déterminer les portions de formes concaves ou convexes, ainsi que les catégories de pente (de la Souchère - 1966). Elle trouve ainsi son utilité dans les levés de cartes pédologiques et d'utilisation des terres qui ont comme il a été signalé plus haut, des rapports étroits avec les formes du terrain. Il n'en reste pas moins qu'il ne s'agit que de "recettes" d'interprétation adaptées à chaque région particulière. Pour chacune d'elles, définies en tant qu'unité physiographique, on doit étudier en détail une ou plusieurs zones témoins afin de mettre au point une règle d'interprétation suivant le mode de répartition des sols propres à ces régions.

En conclusion, la reconnaissance d'unités géomorphologiques dans l'état actuel de nos études sert principalement aux tracés des limites de sols. Elle apporte à ce titre des gains de temps considérables dans les levés de terrain. Dans l'établissement des cartes d'utilisation des terres, les résultats obtenus permettent essentiellement le choix de périmètres qui doivent ensuite être étudiés au sol plus en détail. En particulier, le calcul des pentes, des longueurs de pentes, la distribution et la forme des zones basses renseignent sur les superficies qui pourront être retenues dans cette optique. Mais il reste néanmoins qu'il est impossible par ces méthodes de connaître le niveau des fertilités des sols. On peut tout au plus dégager quelques tendances : des pentes en S signalent un remaniement avec perte de matériaux fins que la longueur accuse ; les surfaces actuelles plus proches du socle portent des sols dont les caractéristiques physico-chimiques sont plus marquées par les roches sous-jacentes ; plus les surfaces sont anciennes, plus elles sont pauvres chimiquement et quand elles sont cuirassées, elles sont pratiquement impropres à toute culture, etc... Mais la présence, l'importance et la profondeur d'horizons concrétionnés qui limitent souvent les possibilités de mise en valeur ne sont pas actuellement décelables.

Il semble donc que dans l'état de nos connaissances, l'étude des relations pédologie-géomorphologie aide principalement à l'extrapolation des résultats de terrain, au tracé des limites, à une meilleure compréhension de la morphologie des sols et leur évolution en différenciant les héritages des processus contemporains.

A ce titre, leur apport est fondamental et on peut espérer que leur développement permettra à très court terme la mise au point d'une méthodologie plus objective et plus précise dans la connaissance des sols des régions guinéennes et de leurs possibilités d'utilisation.

## B I B L I O G R A P H I E

---

- BUSHNELL T.M. - 1943 : Some aspects of the Soil Catena concept.  
Proc. Soil Sc. Soc America, n° 7, p. 466-76.
- GREENE H. - 1945 : Classification and Use of Tropical Soils.  
Proc. Soil Sc. Soc. America, n° 10, p.392-6.
- MAIGNIEN R. - 1960 : Influences anciennes sur la Morphologie,  
l'Evolution et la Répartition des Sols  
en Afrique Tropicale de l'Ouest. C.R. 7e  
Int. Cong. S.S. Madison Wisc. USA. V. 24,  
p. 171-6.
- MARTIN D. - 1966 : Etudes Pédologiques dans le Centre Cameroun  
Nanga-Eboko à Bertoua - Mémoire ORSTOM  
91 p. bibl, pl VI, cartes.
- MILNE G. - 1935 : Some suggested units of classification and  
mapping particulary for East African Soils.  
Soil Res. 4 p. 183-98.
- PERRAUD A. - 1970 : Note sur les différents types d'humus des  
sols Ferrallitiques Forestiers de la Côte  
d'Ivoire. C.R. Ac. Sc. Paris, série D -  
T. 270 - p. 1302-5.
- RODE A.A. - 1947 : Vodnyi regim pochio bogarnoi zony Usbekistar  
Trudy Pochivennogo. In - ta - im V.V. Dechu-  
chaev t. 25 - Moscova.
- RUELLAN A. - 1970 : Quelques réflexions sur la Paléopédologie.  
Bul. As. Fr. Et. Quatenaire - 2-3, p. 179-  
80.
- SOUCHERE P. de la-1966:Utilisation des courbes de formes du relief  
analysée sur les photographies aériennes dan  
l'interprétation cartographique des toposé-  
quences de sols. C.R. II Symp. International  
Photo-Interprétation - PARIS IV - 1 p.141-6
- SOUCHERE P. de la-1969:Approches méthodologiques d'interprétation  
des photographies aériennes dans la carto-  
graphie pédologique en zone forestière Sud  
Camerounaise. Rap. ORSTOM - Adiopodoumé  
C.I., 9 p. mult.