

OFFICE DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE
OUTRE-MER

REPUBLIQUE FEDERALE
DU
CAMEROUN

C E N T R E O R S T O M
D E
Y A O U N D E

EVOLUTION DE LA NOTION "SOL" AU COURS DE
VINGT ANNEES D'ETUDES PEDOLOGIQUES EN AFRIQUE

par

Roger MAIGNIEN *

Dr es Sciences

JUILLET 1969

* Inspecteur Général de Recherches - ORSTOM

Depuis plus de vingt années que les pédologues de l'ORSTOM travaillent en régions intertropicales, les connaissances sur les sols ont beaucoup progressé. Les résultats obtenus sont extrêmement variés, mais aussi de valeurs très inégales, d'où il résulte de grosses difficultés d'interprétation. Pour tenter de résoudre ce problème, un vaste programme d'exploitation, par les statistiques approfondies, a été mis en place, programme qui traite en particulier de la valeur des variables recueillies. Mais il nous a paru également important de faire le point de cette question par une étude critique des méthodes d'approche de terrain. En effet, il semble qu'il y ait actuellement de très grandes distorsions entre la façon dont le travail est abordé sur le terrain et le concept "sol" tel qu'il résulte de nos connaissances des processus qui contribuent à son développement et son individualisation.

Cet article a donc pour objet d'étudier comment nos connaissances ont évolué, et de faire le point actuel de ce problème afin de tenter de dégager des méthodes de travail plus rationnelles.

1.- LE SOL, UNITE GEOGRAPHIQUE

En 1945, le pédologue qui aborde le terrain en Afrique, considère que, sous des conditions spécifiques de climat, de roche et de végétation, se différencie un type de sol caractérisé par des éléments particuliers du profil.

Dans un premier temps, ce concepte amène à dresser l'inventaire des profils observables et à tenter de comprendre leur genèse par trois voies principales : études de l'altération des roches en place, de la matière organique, des migrations verticales des constituants du sol. Partant des sols reconnus et de leurs caractéristiques physico-chimiques, des schémas de classification sont tentés par approches successives. Les bases de ces classifications sont encore actuellement largement exploitées.

Cependant, lorsque l'on aborde les problèmes de cartographie, il apparaît que le cadre utilisé n'est pas aussi simple. Tout d'abord, il est rare qu'un profil se caractérise par un nombre limité de données spécifiques (texture, teneurs en matières organiques, types d'altération, présence d'un horizon particulier, etc...). C'est l'assemblage et la synthèse de tous les éléments constitutifs qui le caractérise, ce qui amène à définir des types de profils.

On constate ensuite qu'un profil ne peut définir à lui seul "un sol". En effet, ce dernier occupe un certain volume, et il se développe dans trois dimensions. Donc, suivant que le profil, qui est une coupe verticale à travers une tranche de sol, est situé en des emplacements différents, et, orientés différemment, on observe, sur une même unité sol, des variations assez sensibles d'un profil à l'autre. C'est pour cela que la cartographie pédologique a fait rapidement apparaître la notion de série qui a été ensuite introduite dans les classifications. On regroupe des séries de profils autour d'un profil moyen qui définit le sol, mais qui n'est, en fait, qu'une abstraction. Le problème est alors de déterminer les variations tolérables autour de l'archétype pour définir une unité sol.

Pour l'école française, l'ordre de grandeur des variations est envisagé en fonction de l'influence de la présence possible de chacun des éléments caractéristiques du profil sur les propriétés générales du sol. De leur côté, les pédologues russes contournent la difficulté en regroupant les différents profils observés dans des ensembles définis par les principaux facteurs génétiques de formation, ce qui facilite considérablement l'extrapolation pédologique.

Les unités de sols reconnues et définies, il faut ensuite les cartographier, et pour cela en tracer leurs limites. Or, on constate que les limites entre deux sols ne sont souvent pas tranchées ; elles sont pour la plupart progressives, et il est délicat de les préciser sur le terrain, ce qui revient à se demander si le sol, corps naturel, existe bien en tant qu'unité indépendante.

Cependant, l'intérêt de la cartographie pédologique, en matière de mise en valeur des terres, a obligé à rechercher des solutions pour résoudre ce problème. En l'absence de données plus précises, on a le plus souvent retenus des artifices plus ou moins pragmatiques s'appuyant surtout sur des tests d'utilisation des sols.

Les pédologues américains ont été ainsi amenés à introduire la notion "pedon" qu'ils définissent comme la plus petite unité de volume qui peut être qualifiée "un sol".

"A pedon has three dimensions. Its lower limit is the vague and somewhat arbitrary limit between soil and "not soil". The lateral dimensions are large enough to permit study of the nature of any horizons present, for a horizon may be variable in thickness or even discontinuous.

Its area ranges from 1 to 10 square meters, depending on the variability in the horizons. Where horizons are intermittent or cyclic and recur at linear intervals of 2 to 7 meters, the pedon includes, on-half of the cycle. Thus each pedon includes the range of horizon variability that occurs within these small areas.

Where the cycle is less than 2 meters or where all horizons are continuous and of uniform thickness, the pedon has an area of 1 square meter. Again, under these limits, each pedon includes the range of horizon variability associated with that small area. The shape of the pedon is roughly hexagonal. One lateral dimension should not differ appreciably from any other." 1960-in 7 th Approximation USDA.

Cette notion se veut être à peu près comparable à celle de la maille élémentaire d'un minéral. Elle n'est cependant pas équivalente à la notion de série qui, dans l'acceptation américaine est un assemblage de pedons voisins. Elle reconnaît, le sol (pedon) comme un corps naturel indépendant.

Mais le passage progressif d'une unité à l'autre fait qu'"en Pédologie, ce n'est que l'expérience qui prouve que la définition de sols ordonnables en archétypes de différents ordres

est possible" (Boulaine). Les difficultés sont comparables à celles de tout ensemble. Il s'agit d'organiser de façon discontinue ce qui dans la nature est continu.

Les nécessités de la cartographie pédologique, donc d'un choix de limites, ont malheureusement trop souvent freinés les tentatives de compréhension des phénomènes qui lient les sols les uns aux autres. Mais c'est pourtant par la cartographie que le problème a été posé. Milne (1935) observant le long des pentes, sur une même roche, des successions constantes de sols, les regroupe dans des unités appelée "catena". Cette notion qui, à l'origine n'était qu'un artifice cartographique, a pris peu à peu une signification génétique (Bushnell 1942 - Greene 1945) en précisant l'action de deux facteurs pédologiques importants : la topographie et le drainage. Actuellement, la reconnaissance d'une chaîne de sols (catena) implique une entière dépendance génétique entre les sols situés le long d'une pente, le matériau originel restant identique à lui-même. Elle est basée sur le principe d'association, fait que deux ou plusieurs types de sols se retrouvent constamment ensemble dans des positions relatives qui sont déterminées par l'altitude, l'inclinaison et l'orientation. Il y a interdépendance des sols les uns par rapport aux autres. Ceci implique qu'aux mouvements verticaux des solutions du sol, qui déterminent la formation des horizons éluviaux et illuviaux, se superposent des mouvements latéraux à travers les sols qui s'étagent le long des pentes (Maignien 1958).

La notion de chaîne de sols est d'un emploi courant en cartographie pédologique. Par contre, elle semble peu utilisée en pédogénèse. Les études connues ont porté surtout sur la distribution des éléments solubles ou en pseudosolution, et plus particulièrement sur le calcium et le fer. Quelques schémas ont cependant été tentés pour étudier les relations entre certains groupes de sols, par exemple : étude des liaisons entre sols ferrallitiques et vertisols (Mohr et Van Baren, 1952 - Maignien 1961). La ferrallitisation libère de la silice et de l'alumine qui sont lessivées des parties hautes du relief. Ces éléments viennent s'accumuler dans les bas-fonds qui, s'ils sont mal drainés et relativement riches en alcalino-terreux, réunissent les conditions des néosynthèses montmorillonitiques et, induisent ainsi, le développement de vertisols.

La compréhension de ces phénomènes implique des études poussées sur la circulation latérale des eaux dans le sol. Or, nos connaissances dans ce domaine restent très limitées. Cependant, au cours des dernières années, de nombreux faits d'observation tendent à montrer que les processus de transports latéraux sont fon-

taux et ne portent pas seulement sur les éléments dissouts, mais également sur les matériaux en suspension. On avait déjà signalé les possibilités de lessivage des fines hors des profils dans les sols gris hydromorphes de bas-fonds, dans certains sols ferrallitiques sableux, très lessivés, de Côte d'Ivoire. Mais c'est dans les sols ferrugineux tropicaux lessivés, à horizons blanchis que les migrations obliques des fines ont été effectivement constatées (G. Bocquier, 1967, P. Audry 1966, R. Maignien 1968, P. Brabant 1968).

Aux sommets de certains interfluves, il arrive que le profil entier soit appauvri en éléments fins, avec différenciation de profils de type A₁, A₂, C. Les produits éluviés ne s'accumulent pas à la base des profils, mais dans les parties basses du relief qui jouent comme matériau de réception. De tels processus sont à la base de la compréhension de la genèse, de la différenciation et de la répartition des différents types de sols ferrugineux tropicaux. Il est probable que ces phénomènes jouent également dans de nombreux types de sols, à horizons tranchés, en particulier sur les podzols de pente à horizons cendreaux.

Les relations mutuelles entre les sols qui se développent le long d'un même interfluve pose ainsi le problème de la définition des unités de classification. Elles introduisent la notion de paysage pédologique comme unité génétique.

Cet aspect du problème montre que le concept russe de la différenciation géographiques des sols, dans de mêmes unités pédo-climatiques, est une notion fructueuse et dynamique qui n'hypothèque pas l'avenir. Elle introduit actuellement à la notion de géobiocénose (Rode 1947) qui oblige à considérer les actions réciproques de tous les facteurs du milieu sur l'individualisation des sols. On constate, en particulier, que la redistribution 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. C'est ainsi qu'en région tropicales humides, l'individualisation de la gibbsite se réalise principalement au sommet des reliefs où les profils sont très épais. Par contre, l'accumulation des matériaux éluviés colmatent les dépressions, forment peu à peu un bouchon à l'écoulement interne des eaux et développent un milieu de plus en plus confiné ; les processus d'altération tendent à se ralentir ; des neosynthèses montmorillonitiques s'amorcent et se développent provoquant l'individualisation de sols peu épais, à caractères vertiques.

Les liaisons génétiques observées ne se placent plus seulement au niveau d'un même groupe de sols, mais entre des sols qui classiquement se situent dans des classes très éloignées l'une de l'autre. L'ensemble de ces phénomènes intéresse non seulement les sols, mais l'évolution de toute la croûte d'altération qui moule le modelé. C'est à travers le conditionnement de cette dernière que les pédogénèses vont se développer et vice versa. On trouve ici une très belle illustration du principe de la zonalité des sols des pédologues russes. Ainsi est, démontré une fois de plus, que l'étude des sols est inséparable de celle de leur environnement. Les sols synthétisant l'influence des facteurs du milieu, il en résulte que leur étude est une des meilleures approches de la connaissance de ce dernier. Il faut malheureusement reconnaître que trop de chercheurs n'attachent pas encore assez d'importance à cette démarche pédologique.

2.- PEDOGENESE ET GEOMORPHOGENESE

Les résultats précédents sont fort importants, car ils posent le problème des relations entre la pédogénèse et la géomorphogénèse. Concernant ces relations, une mise au point est nécessaire. Si l'on suit l'historique des apports de la géomorphologie à la pédologie, quatre étapes peuvent être reconnues.

Dans un premier temps, et ces questions ont surtout été posées en Afrique du Nord, les études ont porté sur les relations entre la distribution des principaux types de sols et les diverses surfaces géomorphologiques reconnues. Cette méthode a beaucoup aidé la cartographie des sols.

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 ainsi amené à reconnaître que certains sols ne correspondaient plus aux conditions actuelles du milieu, et à introduire la notion de paléosols et de sols polygéniques. C'est ainsi qu'en région tropicales, de nombreuses surfaces cuirassées ont été reconnues comme ante-quaternaires et quaternaires anciennes. Sur les surfaces stables du bouclier africain, ces sols fossiles remplissent souvent le rôle de matériaux originels.

Dans un troisième temps, qui a été principalement celui des géomorphologues, on a étudié les conséquences du façonnement du modelé sur la morphologie des sols. Les problèmes de la mise en place des surfaces ont été abordés, et toute une série de résultats concernant les processus d'érosion, de remaniements, etc... ont été développés. Ces phénomènes marquent souvent profondément les caractéristiques des sols.

téristiques des profils (profils tronqués, profils enterrés, pseudo-profils, etc...). Ils ont introduit la notion d'héritage. Ils ont permis de préciser certaines limites dans l'interprétation des caractéristiques physico-chimiques des sols. Par exemple, dans l'Ouest Africain, les sols sur formations sablo-argileuses du Continental Terminal possèdent les caractéristiques physico-chimiques des sols ferrallitiques, même en régions actuellement très arides. Or, il a été démontré que ces sédiments étaient les produits d'épandage de ferrallites anciennes, déblayées des reliefs par érosion. Il y a héritage.

L'importance de ces processus ne peut être niée, en particulier en ce qui concerne la mise en place du matériau originel. Mais leurs influences sur les sols n'apparaissent pas toujours d'une importance aussi fondamentale que certains semblent le penser. Les sols se développent sur et dans n'importe quel matériau, en place ou remanié, et il n'y a souvent aucune commune mesure entre l'importance dans remaniements et de la sédimentation et l'épaisseur des sols. Lier fondamentalement la morphologie des sols à ces processus revient le plus souvent à assimiler le sol au matériau originel.

Ce problème est très important en région ferrallitiques. Les altérites très profondes, parfois plusieurs dizaines de mètres, sont pour la plupart très anciennes et remaniées dans leur partie supérieure. Ces remaniements se matérialisent fréquemment par la présence d'une ligne de cailloux (stone line) vers deux à trois mètres de profondeur. Sans préjuger des causes du remaniement (épandage, creep, glissements, remontées biologiques, etc...), on peut se poser le problème de la partie qui peut être considérée comme un sol. Il semble bien souvent que l'altérite, aussi bien dans sa partie en place que dans sa partie remaniée, doit plutôt être considérée comme matériau originel, que comme horizon particulier (B ferrallitique) d'un profil. Même si l'on étudie les sols ferrallitiques les plus différenciés, sols ferrallitiques lessivés en particulier, l'épaisseur des profils excède rarement 150-200 cm.

Si le remaniement ne modifie pas fondamentalement le développement du profil et ses caractéristiques physico-chimiques, il ne doit apparaître qu'au niveau de la série, c'est-à-dire du matériau originel. Dans bien des cas, le concept de remaniement apparaît plutôt comme un frein aux tentatives de compréhension des processus pédogénétiques. Il tend à limiter l'étude des phénomènes actuels de surface qui conditionnent toute mise en valeur, et il semble que la stagnation relative des études pédologiques en régions ferrallitiques humides résulte d'une telle attitude. Le problème est difficile, d'autant que les critères de différenciation dans les horizons de surface, sont généralement peu marqués et font appel à des notions peu classiques et mal précisées, concernant principalement la structure et les types d'assemblages des constituants du sol (microstructure).

Actuellement, l'étude des relations entre pédogénèse et géomorphogénèse entre dans 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 (Ruellan 1969). 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 qui apparaissait dans le premier chapitre, se rajoute la notion de temps au niveau d'un paysage pédologique, ce qui complique une fois de plus le concept "sol = unité indépendante", tel que l'a défini Dochuchaiev.

3.- HISTOIRE DU SOL - LES HERITAGES

Les sols ayant une longue histoire, on réalise qu'ils ont eu à supporter les conditions climatiques variées, lesquelles ont contribué à leurs évolutions successives. Les faits actuels ne sont que la somme de ces dernières. Ils ne représentent qu'une étape vers un devenir que l'on ne peut préciser que si les conditions contemporaines restent stables pendant une période suffisamment longue.

L'étude des influences du passé peut être abordée par des voies diverses qui malheureusement sont trop souvent indirectes, ce qui oblige à la recherche de critères convergents.

La reconnaissance des éléments hérités est une méthode fréquemment employée. Il faut d'abord remarquer que ces matériaux conservent surtout l'empreinte des périodes les plus agressives. Ainsi, en régions tropicales sèches, les constituants du sol conservent souvent les traces des climats les plus humides ; par exemple, on observe des surfaces ferrallitiques, riches en gibbsite, jusqu'au milieu du Sahara.

Il est, par contre, 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 leurs succèdent. En fait, seule l'étude des matériaux siliceux et de leurs formes (façonnement du quartz en particulier) offre des critères suffisamment objectifs.

C'est donc surtout la somme des influences les plus agressives qui tend à marquer le sol de son empreinte. Ces faits sont cependant très intéressants car ils permettent de préciser des limites. Par exemple, les sols rouges ferrallitiques du Nord-Cameroun contiennent de nombreux minéraux feldspathiques résiduels (orthose en particulier). Cela signifie qu'ils n'ont pas subi d'influences ferrallitiques pendant des périodes suffisamment longues, sinon tous les feldspaths auraient été hydrolysés. Comme ces régions ont supporté, au cours du Tertiaire, des climats chauds et humides prolongés, on doit conclure que ces sols sont plus récents et non marqués par un héritage. Dans la région considérée, on peut supposer que les anciennes ferrallites ont été déblayées par érosions, probablement à la suite de l'effondrement du Bassin de la Bénoué. Le décapage des altérites héritées a mis le socle à nu, lequel a subi ultérieurement une altération moins agressive. Nous avons ici l'exemple de l'influence d'une tectonique récente sur l'individualisation des sols.

Pour être correctement interprétée, l'étude des éléments hérités doit être menée conjointement avec celle du modelé. Par exemple, en Afrique Tropicale, la surface la plus ancienne est généralement considérée comme marquée par un climat équatorial, très humide, de type forestier, car la cuirasse sommitale très épaisse, est ferrallitique, parfois même bauxitique. Or, ces caractéristiques sont en contradiction avec le modelé subhorizontal. Par contre, la convergence de ces faits laisse supposer l'empreinte d'un climat tropical humide pendant une période extrêmement longue. Un climat équatorial aurait fait apparaître un modelé de collines, type "semi-orange" et des figurations kaolinitiques beaucoup plus prononcées (R. Maignien 1960). D'ailleurs, les conditions climatiques ne déterminent pas à elles-seules des types particuliers d'altération. Il a déjà été signalé que l'évolution même du paysage pouvait orienter ces processus. Il faut se situer sous les conditions les plus humides, pour que le climat efface pratiquement toute action des autres facteurs de formation. Encore observe-t-on de nombreuses nuances (action des roches, de la végétation, etc...). Ce sont donc tous les facteurs d'évolution qu'il faut étudier globalement en relation avec le façonnement du modelé.

Des causes externes peuvent également interférer, et, en particulier, les mouvements tectoniques. Lorsque l'on parle de tectonique, on a trop souvent tendance à penser à des processus catastrophiques. Or ces mouvements sont parfois très discrets. Un gauchissement, une surection qui élèvent de quelques mètres une région, peut, à l'échelle des phénomènes pédologiques, modifier fondamentalement le régime hydrique et réorienter la pédogénèse vers d'autres voies, bien que les conditions climatiques restent semblables à celles-mêmes.

On en observe un très bel exemple au Cameroun. Lorsque l'on compare les sols de la surface 700 m du bassin de la Sanaga, et ceux voisins du bassin du Nyong, on remarque que les premiers sont représentés principalement par des sols rouges ferrallitiques, bien drainés, souvent remaniés, alors que les seconds, à écoulement ralenti, présentent sur des formes du modelé empattées, des tendances au jaunissement et à l'acidification. Ces différences, liées au régime hydrique, sont probablement à rattacher à de légers mouvements de bascule d'origine tectonique (D. Martin 1961). Le bassin du Nyong est actuellement nettement surélevé par rapport à celui de la Sanaga, les deux fleuves courant parallèlement à 50 kilomètres l'un de l'autre.

On a donc à retenir que les variations du niveau base à l'écoulement des eaux, quelle qu'en soit la cause (effondrement gauchissement, effacement d'un seuil, épanchement volcanique, etc...) peuvent modifier fondamentalement l'évolution pédologique d'un paysage.

Un autre aspect important de l'influence des paléoclimats est l'ordre de succession des processus pédologiques mis en cause. Certaines pédogénèses de milieux peu agressifs peuvent se réaliser lorsque le matériau originel a été préalablement conditionné par des altérations antérieures plus intenses. C'est le cas particulier des sols sur sables quartzeux, sur sidérolithiques, etc... Il peut en résulter la concentration de certains matériaux résiduel qui favorisent des types particuliers d'évolution pédologique, qui sur roches plus fraîches ne se seraient pas réalisées. Par exemple, dans le Nord-Cameroun, il est fréquent d'observer des solonetz solodisés sur des glacis, relativement ouverts, d'origine granitique. Dans les régions voisines d'Afrique de l'Ouest, sous les mêmes conditions de climat, de roche, de relief, ces sols sont extrêmement rares. Les causes de ces différences peuvent être recherchées dans le développement des sols rouges ferrallitiques qui sélectionne et accumulent de façon relative les feldspaths les plus alcalins. On doit remarquer que les associations sols rouges ferrallitiques solonetz solodisés sont peu décrites en Afrique de l'Ouest, alors qu'elles sont fréquentes au Nord-Cameroun.

D'une façon générale, en Afrique Tropicale, la vieille couverture sidérolithique plus ou moins remaniées, limite considérablement les processus pédogénétiques postérieurs. En effet, un matériau constitué essentiellement d'un mélange de grains de quartz, de kaolinites et d'un peu de goethite présente peu de possibilité d'évolution par hydrolyse. Les phénomènes pédologiques possibles se limitent à l'évolution de la matière organique et à la redistribution des fines.

Ces diverses raisons montrent toute la prudence qu'il faut apporter à l'interprétation des liaisons entre types de sols et influence 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 l'équivalence nulle part ailleurs. On a trop tendance alors à confondre intensité et durée d'action d'un phénomène.

Un exemple à éviter, peut être signalé. Au Sénégal, sur les basaltes du Cap Manuel, on observe, de bas en haut, la succession suivante :

- roche
- niveau d'altération gris, sablo-argileux, riche en montmorillonite
- niveau ferrallitique rouge, où se trouve en mélange des concrétions ferro-alumineuses (épigénie de basalte) et de la kaolinite ferruginisée.

Ces niveaux diversement altérés correspondent à deux types de climats bien différenciés, le premier résultant d'un milieu nettement plus sec que le second. Mais quelle est la chronologie de ces climats ? En raisonnant en géologue, il semblerait que le niveau inférieur est le plus ancien, et le niveau supérieur le plus récent. Donc à une période aride aurait succédé une période beaucoup plus humide. Or, l'interprétation pédologique amène à des conclusions totalement opposées. Sous un niveau sidérolithique ancien de milieu humide, se développe une altération montmorillonitique qui paraît en équilibre avec les conditions actuelles plus sèches du pédoclimat, de type sahélo-soudanien. L'inverse est impossible, car si la période ferrallitisante avait succédé, à une période plus sèche, elle aurait rapidement traversé les niveaux inférieurs déjà partiellement altérés pour entrer en contact avec la roche fraîche. Les climats humides tendent à effacer les figurations des climats plus secs.

En conclusion, on constate que parti de la notion sol, corps naturel indépendant, caractérisé par un simple profil, on aboutit actuellement à un concept beaucoup plus complexe et dynamique : le sol est un des éléments de l'évolution et de l'histoire d'un paysage. Ceci montre bien toute l'importance de la géographie des sols. Il en résulte que le chercheur ne peut séparer l'étude du sol de celui de son environnement, non seulement à l'échelle d'une simple chaîne de sols, mais aussi de toute une région.

Cette notion précise l'attitude du pédologue devant les faits qu'il a à résoudre. Il doit d'abord travailler sur des ensembles et tenter par des méthodes de plus en plus fines, de déterminer les liaisons qui, dans un paysage donné, relient les sols les uns aux autres. Sans cesse, il doit, lors de chaque observation ponctuelle de profil, confronter les résultats obtenus à la totalité du milieu. C'est un continuel jeu de bascule qui oblige de passer du général au particulier, et vice versa, que ce soit au niveau de l'échantillon, de l'horizon, du profil ou de l'unité sol. Suivant le degré d'avancement de nos connaissances, l'accent est mis sur l'un ou l'autre de ces aspects ; mais il ne faut en aucun cas s'y limiter.

La nécessité d'étudier les sols dans leur environnement explique les grosses difficultés rencontrées dans la connaissance des sols ferrallitiques forestiers. En effet, le manque de visibilité latérale permet difficilement d'appréhender le paysage et, par suite, de relier l'observation des profils à la connaissance géographique du milieu. A l'exception des données concernant les processus d'altération des roches, les renseignements recueillis à ce jour apparaissent limités, souvent peu précis et difficilement extrapolables. Il en résulte que la classification des sols ferrallitiques fait encore largement appel à l'interprétation.

Pour avancer ce problème, il est d'abord indispensable de dresser un inventaire plus précis de ces sols ; les observations des horizons supérieurs devant être plus fouillées et plus fines. Actuellement, nos connaissances s'appuient surtout sur la reconnaissance de profils le long des voies de pénétration, lesquelles restent malheureusement peu nombreuses. Or, les tracés, pour des raisons évidentes d'économie, évitent les gros accidents d'un modelé de collines, suivent de préférence les lignes de crêtes pour limiter la construction de ponts, ce qui fait que les tranchées observées ne donnent qu'une vue partielle et particulière du paysage pédologique.

Pour atteindre à une plus grande précision, des études, à très grandes échelles, ont été menées sur des secteurs limités par la méthode des layons. Mais cette méthode est extrêmement longue et onéreuse. Elle ne doit être réalisée qu'en des points présentant le maximum d'intérêt. Or on possède souvent peu de critères scientifiques et objectifs pour orienter ce choix.

L'exploitation des photographies aériennes apportent heureusement des solutions à ce problème. En particulier, elle permet de reconnaître des unités physiographiques qui ont de fortes chances de correspondre à des ensembles représentatifs de sols, et, sur lesquels on peut tenter d'étudier, avec le maximum de chance de succès, des relations dynamiques et localisées dans une fraction ou la totalité d'un paysage. Malheureusement, la couverture forestière limite cette exploitation. Elle oblige à recourir à des critères indirects (reconnaissance des surfaces, dessins du réseau hydrographique, formes des pentes, etc...) dont les concordances avec la distribution des sols doivent être vérifiées au sol (de la Souchère 1969).

La seule voie actuellement possible paraît être l'étude pédologique détaillée de zones témoins, l'échelle cartographique au 1/50.000 semblant être, en première approximation, la plus appropriée. Comme on ne peut multiplier de telles études qui sont très coûteuses, le choix de leur implantation est primordial. Il doit obligatoirement s'appuyer sur les critères géographiques qui sont supposés avoir des influences fondamentales sur l'individualisation et l'évolution des sols de la zone considérée et pour cela on peut utiliser la photointerprétation.

A titre d'exemple, pour aborder l'inventaire détaillé des sols ferrallitiques forestiers du Cameroun, on peut préconiser le levé cartographique au 1/50.000 de six coupures (régions de Yaoundé, de Sangmélima, d'Ebolowa, d'Eséka, d'Edéa et de Kribi) d'après les critères qui paraissent les plus importants à savoir la pluviosité qui passe de 1 600 mm à plus de 2 000 mm suivant un axe Yaoundé-Kribi ; les trois principales surfaces reconnues (650-750 ; 300-350 ; 50-70 m) ; la nature des roches appartenant au socle ou au sédimentaire.

Les facteurs limitants d'un tel programme sont actuellement les documents topographiques et photographiques disponibles.

Ce n'est qu'après cet inventaire détaillé que l'on pourra faire le point de la question, tenter une extrapolation cartographique élargie et passer à des problèmes plus spécifiques qui se seront dégagés au cours d'étude.

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

- AUDRY P. 1966. Carte Pédologique de Reconnaissance au 1/200.000 de la République du Tchad. Feuille de Niellim ORSTOM - Fort Lamy 3 fasc. 131 p. multigr.
- Approximation 7th 1960. Soil Classification. A Comprehensive System Soil Survey Staff. Soil Cons. Ser. USDA. 265 p.
- BOCQUIER G. - 1967. Introduction à quelques problèmes relatifs au lessivage des Sols Ferrugineux Tropicaux - ORSTOM - Paris 9 p. multigr. 2 fig.
- BOULAINÉ J. La Cartographie des Sols et la Pédologie Cahier Agro. Paris - 5 p.
- BRABANT P. - 1968. Sols Ferrugineux Tropicaux et Sols Apparentés du Nord-Cameroun. Aspect de leur pédogénèse ORSTOM-YAOUNDE - 41 p. multigr., croquis, bibl.
- 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. - 1948. Le Cuirassement des Sols en Guinée Thèse, Imp. de l'Université - 16 rue Maréchal Joffre - Strasbourg 239 p. bibl.
- MAIGNIEN R. - 1960. Influences anciennes sur la Morphologie, l'Evolution et la Répartition des Sols en Afrique Tropicale de l'Ouest. C.R. 7° Int. Cong. S.S. Madison Wisc. USA. V 24, p.171-6.
- MAIGNIEN R. - 1961. Sur les Sols d'Argiles Noires Tropicales. Bull. AFFS. Paris. numéro spécial p. 131-44.
- MAIGNIEN R. - 1968. Les Sols Ferrugineux Tropicaux. Unités Pédogénétiques. C.R. Réunion Pédologues ORSTOM. Sept. 34 p. multigr.

- 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 particularly for East African Soils. Soil Res. 4 p. 183-98.
- MOHR E.C. et BAREN F.A. van - 1954. Tropical Soils. Intersciences Publishers - London - 498 p.
- RODE A.A. - 1947. Vodnyi regim pochvo bogarnoi zony Usbekistana. Trudy Pochivennogo. In - ta - im V.V. Douchaev t. 25 - Moscov.
- RUELLAN A. 1949. Projet de thèse. Introduction générale - ORSTOM. 17 p. multigr.
- SOUCHERE P. de la ← 1969. Approches méthodologiques d'Interprétation des Photographies Aériennes dans la Cartographie Pédologique en zone forestière Sud-Camerounaise Rap. ORSTOM Adiopodoumé 9 p. multigr.