

## Etude de la couverture pédologique : ses implications au niveau des problèmes d'aménagements (1)

Marc LATHAM

*Pédologue ORSTOM, 213, rue La Fayette, 75010 Paris*

La connaissance par l'homme de la couverture pédologique pour ses besoins en production alimentaire, en matériaux, en minerais, en aménagement d'espace... procède de démarches nombreuses et variées et donc insuffisantes.

L'approche la plus courante a jusqu'à présent été la caractérisation globale du sol considéré comme un ensemble hétérogène que l'on cherche à réduire en surfaces homogènes représentables par un orthotype, le pedon, et par son intervalle de variation. Or, des études récentes en régions tropicales et tempérées ont montré qu'en fait ce milieu hétérogène était le plus souvent très organisé verticalement et latéralement et que la dynamique des constituants que l'on voyait essentiellement verticale apparaissait le plus souvent aussi latérale. On s'est ainsi posé des problèmes de démarche :

— si la couverture pédologique est ainsi organisée et dynamique, peut-on toujours la caractériser par une succession de pedons ?

— par ailleurs, cette caractérisation par une succession de pedons est-elle la plus appropriée lorsque l'on aborde les problèmes de mise en valeur ?

— enfin, en plus des caractères statiques observés sur un profil, n'en existe-t-il pas d'autres dynamiques significatifs des contraintes vis-à-vis des aménagements ?

### 1. LA COUVERTURE PÉDOLOGIQUE EN TANT QUE CORPS ORGANISÉ ET DYNAMIQUE

Les recherches récentes, en région tropicale comme en

région tempérée, ont montré qu'à côté de couvertures pédologiques relativement homogènes dans l'espace (Entisols, Inceptisols principalement), les couvertures pédologiques anciennes et évoluées étaient marquées le plus souvent par une différenciation latérale. Ceci a en particulier été mis en évidence sous les tropiques.

Trois exemples pris dans la littérature récente permettent d'illustrer ces différenciations pédologiques latérales :

— le premier est tiré de la thèse de G. BOCQUIER (1971) au Tchad. Il s'agit d'une toposéquence sur piémont d'inselberg granitique (toposéquence de Kosselili), située sous climat soudano-sahélien (pluviosité moyenne : 850 mm/an). Cet inselberg est auréolé d'un glacis à pente faible (1 %) relié au versant rocheux par une zone de raccordement un peu plus inclinée. L'amont du glacis est occupé par un domaine sableux à caractères morphologiques et géochimiques lessivés. L'aval au contraire est constitué par un domaine argileux à caractères morphologiques et géochimiques illuviaux. L'étude des organisations élémentaires permet à G. BOCQUIER de démontrer que le domaine illuvial a progressé et progresse latéralement en remontant vers l'amont. Cette invasion remontante du domaine lessivé par le domaine illuvial fait intervenir successivement une accumulation d'argile essentiellement kaolinique, une concentration ionique qui entraîne des néoformations argileuses (montmorillonite), une alcanisation localisée, la formation de nodules calcaires... Ainsi, en un même point de la couverture pédologique, le sol est passé ou passera successivement par les stades lessivés (Haplustalf), les-

(1) Communication présentée à l'IBSRAM-ACIAR. Réunion de Townsville (Australie) 12-16 septembre 1983 — d'après les travaux des chercheurs de l'ORSTOM (colloque de pédologie ORSTOM de juin 1983 et publications de MM. BOULET, HUMBEL, LUCAS dans cahiers de Pédologie 1982).

sivé hydromorphe (Aqualf), de solonetz solodisé (Natraqualf) et de vertisol. L'extension linéaire de cette toposéquence où tous ces stades sont représentés, est de quelques centaines de mètres.

— Le second exemple est emprunté à la thèse de A. CHAUVEL (1977). Cet auteur étudie le passage des sols rouges ferrallitiques (Oxisols) aux sols beiges ferrugineux (Aqualfs), sur les plateaux de Casamance (Sénégal), sous une pluviosité moyenne de 900 à 1200 mm. Il montre, à l'aide d'une étude de l'organisation du sol, tant à l'échelle de l'interfluve, que de la lame mince, que les sols beiges à caractère d'hydromorphie et de concrétionnement ferrugineux marqués dérivent des sols rouges par effondrement des micro-structures de ces derniers sous l'effet d'une ultradessiccation au cours des années les plus sèches. Ceci entraîne une réorientation des argiles, une compaction du sol et donc une augmentation de la conductivité hydraulique pour l'eau non saturante. Cette compaction provoque la formation de légères dépressions au sein des plateaux et induit une dissociation de la kaolinite et du fer. La kaolinite ainsi libérée se redistribue dans le profil colmatant les horizons B et provoquant une hydromorphie secondaire. Il s'ensuit une décoloration du plasma, la formation de nodules à partir de volumes nodulaires de sols rouges, puis de concrétions.

On a ici un système de transformation dû à des alternances d'humectation et de dessiccation poussée. Ce système de transformation peut être extrêmement rapide et provoqué par des défrichements intempestifs dans des zones en équilibre instable. Il a la caractéristique, une fois démarré, de s'auto-développer.

— Le troisième exemple est pris dans la plaine côtière de la Guyane française, sous climat équatorial humide. Il a été étudié successivement par TURENNE (1975) et par BOULET, HUMBEL et LUCAS (1982). Il concerne des reliefs ondulés (barres préilitorales) surbaissés aux sommets aplatis ou arrondis plus ou moins anastomosés, séparés par des axes de drainage colmatés et marécageux. Sur ce modelé a été mis en évidence le passage latéral des tropudults jaunes à jaune-rouge, sablo-argileux à argilo-sableux à des tropaquods à horizons supérieurs blanchis et sableux. Ces transformations se font sous l'effet de circulations latérales d'une nappe perchée et de l'évolution de la matière organique. Elles sont ordonnées à partir d'îlots reliques de tropudults et correspondent à un appauvrissement en argile et à un éclaircissement de la couleur des horizons supérieurs lié à la constitution en profondeur d'un horizon B spodique. Cette transformation accompagnée d'un départ de matière provoque un léger affaissement de la surface topographique. Le sens de la variation est repéré notamment par la présence de volumes reliques de l'horizon jaune-rouge dans les horizons intermédiaires entre ces deux pôles.

Dans ces trois exemples pris sur des roches et sous des climats très différents, la couverture pédologique apparaît comme un corps organisé verticalement et latéralement. C'est

par ailleurs le résultat de transformations anciennes et actuelles.

## 2. LA DÉMARCHE ANALYTIQUE APPLIQUÉE À L'ORGANISATION DU SOL DANS SES DIMENSIONS SPATIALES ET TEMPORELLES

Les méthodes d'étude classique en pédologie : détermination et caractérisation de pédon représentatifs, par l'étude de la différenciation verticale des horizons, classification de ces pédon et cartographie, montrent dans ces exemples leurs limites. La notion même de pédon en tant que « plus petite surface pour laquelle on devrait décrire et prélever le sol pour représenter la nature et les arrangements de ces horizons... » (Soil Taxonomy) apparaît ici peu féconde et difficile à utiliser. Les variations étant nombreuses et importantes, on aura affaire à une succession de pédon d'autant plus rapprochés que ces variations seront plus rapides. On sera donc amené pour des raisons pratiques, à utiliser dans cette optique une approche statistique en ne retenant que des pédon moyens aux variabilités d'autant plus grandes que l'échelle de l'étude sera plus petite. La représentation cartographique de ces pédon moyens donnera une image appauvrie et déformée de la réalité. Appauvrie, car elle occultera en grande partie le caractère ordonné de la différenciation latérale ; déformée, car elle procède à un découpage arbitraire d'une organisation complexe et continue. Enfin, aucune information directe ne sera fournie sur le fonctionnement et en particulier sur les circulations d'eau.

La solution proposée est une méthode d'analyse structurale de la couverture pédologique en trois dimensions spatiales qui a en particulier été utilisée en Guyane française et au Cameroun, pays dans lesquels elle a fait et continue à faire l'objet d'études systématiques. Elle consiste à effectuer sur des unités de modelé significatives :

- une analyse, en continu, des différents volumes ou caractères de la couverture pédologique à toutes les échelles (du paysage aux assemblages élémentaires) en utilisant des indices morphologiques aussi détaillés que possible. Ces indices, traduisant l'aspect de la couverture pédologique, sont très variables d'un paysage à l'autre et ne peuvent être codifiés à l'avance ;

- la reconnaissance des relations spatiales existant entre volumes ou caractères, la localisation de leurs variations latérales (apparition, disparition) et la recherche des symétries de façon à tracer des courbes d'iso-différenciation de caractère d'organisation latérale. Ces courbes diffèrent des limites pédologiques classiques en ce qu'elles ne divisent pas la carte en surfaces supposées homogènes mais indiquent des variations latérales ordonnées relativement nettes ;

- la recherche de différenciations latérales ordonnées qui permettent de saisir le sens d'une évolution (de l'amont vers l'aval ou d'un matériau plasmique vers un pore par exemple) ;

- enfin lorsque cela est possible une étude de la dynamique actuelle des constituants fluides par des observations et mesures en toutes saisons et en particulier en saison des pluies

pour comprendre les variations saisonnières de la morphologie et la dynamique actuelle du sol.

La cartographie se fait ainsi à l'échelle de la différenciation latérale pour les grandes échelles (échelles analytiques) ou à celle des unités de modelé ou d'ensemble d'unités de modelé où seront indiqués la nature des caractères pris en compte et leur ordre de succession pour les cartographies à moyennes et petites échelles (échelles synthétiques). Dans tous les cas les cartographies aux échelles synthétiques ne pourront découler que de cartographies analytiques sur des zones significatives (unités de modelé, petits bassins versants...).

### 3. CARACTÈRES SIGNIFICATIFS DES CONTRAINTES POUR LES AMÉNAGEMENTS

La prévision des contraintes présentée par une couverture pédologique vis-à-vis d'un aménagement est la première question posée par l'utilisateur au pédologue. Or, il faut reconnaître que dans ce domaine les cartes pédologiques répondent rarement bien à son attente.

La hiérarchie des taxonomies n'est pas celle des caractères de contraintes. Cette hiérarchie favorise les caractères permanents des horizons B et néglige souvent ceux des horizons A qui sont les plus utiles au niveau des aménagements. Les critères de contraintes indiqués sont souvent cachés derrière une foule de renseignements non directement utiles. C'est ce qui a fait le succès de la série aux Etats-Unis, où sur des couvertures à relativement faible différenciation latérale, derrière un nom de série sont fournis toute une série de caractères édaphiques. Dans le même ordre d'idée *SANCHEZ et al.* 1982 ont proposé de compléter les classifications de sols par une classification de la fertilité potentielle des sols. Ce système prend en compte une série de critères de contrainte qui apparaissent généralement dans les soixante premiers centimètres comme la texture, la présence de gley, la sécheresse du sol, les faibles capacités d'échanges, la toxicité aluminique... et la pente. C'est sûrement un pas énorme vers une meilleure accessibilité pour l'utilisateur des données pédologiques. Mais beaucoup de ces critères restent encore à affiner, d'autres à trouver. Les caractères structuraux (morphologie, compacité) et les caractères de fonctionnement, principalement les circulations d'eau et de sels, sont souvent aussi importants ou même plus que ceux donnés par *SANCHEZ et al.* Enfin et surtout, on peut se demander si les unités ainsi classées vont correspondre aux unités taxonomiques.

### 4. MÉTHODES POUR RÉALISER DES ÉTUDES D'AMÉNAGEMENT

Comme exemple d'expérimentation agronomique, on peut citer celui mené par les équipes ORSTOM et IRAT sur les barres pré littorales de Guyane sur des sites réunissant le maximum de variations latérales. Ceci dans le but d'étudier le comportement des cultures en fonction de ces variations. Les comportements de même que les effets des techniques sont repérés par rapport aux lignes d'isodifférenciation et peuvent être extrapolées à l'ensemble de la couverture pédologique concernée. Ainsi dans l'exemple présenté, le dispositif agronomique comporte, dans les parties les moins variables, des expérimentations classiques en bloc, tandis que la différenciation latérale est balisée par des essais de comportement.

Il ressort de tout ceci qu'une analyse de la couverture pédologique en des points significatifs et qu'une étude de son fonctionnement constituent la phase préalable à toute étude d'aménagement. C'est ce qui a toujours été dit, mais il faut insister sur la méthode analytique utilisée pour effectuer les relevés et sur la précision des relevés sur les zones significatives. Ensuite des expérimentations même très simples doivent être mises en place pour préciser les critères de contraintes :

- Sur des surfaces suffisamment homogènes des essais classiques en bloc ou soustractifs peuvent être utilisés ;
- Sur les sols à différenciation latérale, en revanche, des essais de comportement couvrant les plus larges variations latérales doivent être mis en place.

### CONCLUSION

Ceci ne nous amène pas à proposer un thème d'étude supplémentaire à la liste de ceux présentés dans le programme IBSRAM de mars 1983. Notre but est plutôt d'orienter les études à entreprendre vers une démarche fondée sur le calage d'essais de comportement sur la structure de la couverture pédologique. Ce type de démarche est bien évidemment à privilégier en ce qui concerne les couvertures pédologiques à différenciation latérale accentuée, couverture qui paraissent à première vue très étendues en région tropicale.

Les objectifs de cette approche seraient :

- une meilleure connaissance des couvertures pédologiques et de leur fonctionnement ;
- l'identification des caractères pédologiques significatifs des contraintes et de leur évolution, vis-à-vis des aménagements ;
- une utilisation plus rationnelle du potentiel sol, en particulier en zone tropicale où ce dernier est bien souvent limité.

## BIBLIOGRAPHIE

- BOCQUIER (G.), 1971. — Genèse et évolution de deux toposéquences de sols tropicaux du Tchad. Interprétation biogéodynamique. Thèse Sci. Strasbourg et *Mém. ORSTOM*, n° 62, 1973, 350 p.
- CHAUVEL (A.), 1977. — Recherches sur la transformation des sols ferrallitiques dans la zone tropicale à saisons contrastées. Thèse Sci. Strasbourg et *Trav. et Doc. de l'ORSTOM*, n° 62, 532 p.
- TURENNE (J.-F.), 1975. — Modes d'humidification et différenciation podzolique dans deux toposéquences guyanaises. Thèse doct. Sci., Nancy, et *Mém. ORSTOM*, n° 84, Paris, 1977, 173 p.
- BOULET (R.), HUMBEL (F.-X.), LUCAS (Y.), 1982. — Analyse structurale et cartographie en pédologie. II — Une méthode d'analyse prenant en compte l'organisation tridimensionnelle des couvertures pédologiques. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, vol. XIX, n° 4 : 323-339.