

# Toposéquences de sols tropicaux en Haute-Volta

## Équilibres dynamiques et bioclimats\*

René BOULET

Centre ORSTOM de Cayenne  
BP 165 - CAYENNE (Guyane française)

En raison de la méthode d'étude utilisée sur le terrain, l'observation de profils verticaux, le sol a été longtemps considéré comme le résultat de la transformation, verticale et de bas en haut, d'une roche-mère en une succession d'horizons. Cette transformation s'effectuait par départ d'éléments solubles, redistribution au sein du profil de particules solides, de produits en solution, de matière organique sous l'effet des eaux météoriques et de l'activité biologique.

Certes, l'on prit très tôt conscience de ce que, sur un versant situé sur une roche-mère uniforme, le sol pouvait varier latéralement de façon ordonnée et systématique. Mais ces variations latérales furent attribuées surtout aux facteurs externes : matériau originel ou drainage, tous deux liés à la topographie et influencés par la végétation. Le lessivage oblique était cependant invoqué à propos de certains grands mécanismes pédologiques tels que le cuirassement ferrugineux et les accumulations calcaires.

Ces conceptions, complétées par une analyse historique des diverses couvertures pédologiques basée sur les données de la géographie des sols et de la géomorphologie, suffirent à expliquer la répartition des grands ensembles de sols révélés par la carto-

graphie systématique à 1/500 000 d'une grande partie de l'Afrique occidentale Sahélo-Soudanaise.

Sur ces entrefaites, des travaux effectués au Tchad par Bocquier ont montré, sur deux toposéquences, le rôle prépondérant de la dynamique latérale dans l'évolution pédologique de certains versants. Après une phase de lessivage généralisé, des migrations verticales de substances solides et des transports latéraux de produits en solution provoquent, à la base et à l'aval des horizons lessivés, des accumulations argileuses successives par illuviation, transformation et néoformation. En zone Sahélo-Soudanaise, ces horizons d'accumulation sont montmorillonitiques et saturés en bases. Mais Bocquier propose une séquence climatique basée sur la prééminence de la dynamique latérale et remontante dans les couvertures pédologiques, de l'équateur à la zone aride. Cette interprétation, bien que fertile, ne permet pas à première vue d'expliquer la genèse de bon nombre de couvertures pédologiques d'Afrique de l'Ouest, qui présentent les caractères d'une dynamique verticale. La question se posait donc de savoir s'il existe des couvertures pédologiques à dynamique essentiellement verticale et d'autres à dynamique latérale dominante et, dans l'affirmative, quelles sont leurs relations réciproques.

En Haute-Volta orientale, où la pluviosité va de 400 à 1 000 mm, la cartographie pédologique systématique a effectivement révélé l'existence de deux ensembles de toposéquences de sols développés sur

(\*) Résumé d'une thèse présentée le 25 juin 1974 à la Faculté des Sciences de l'Université Louis-Pasteur de Strasbourg, pour obtenir le grade de Docteur ès Sciences Naturelles.

les arènes granito-gneissiques, qui semblent répondre respectivement aux deux conceptions évoquées ci-dessus.

Le premier ensemble regroupe les toposéquences où les variations latérales au long de la pente sont faibles en l'absence de variation pétrographique de la roche-mère. Les transitions entre profils se succédant de l'amont vers l'aval sont progressives. Cette première catégorie, appelée « toposéquences monotones », est de loin la mieux représentée dans la région et sur les matériaux étudiés.

Le second ensemble regroupe les toposéquences où les variations latérales au long de la pente sont importantes et rapides, même sur roche-mère uniforme. Les transitions entre horizons sont également brutales et les contrastes forts. Dénommée « toposéquences contrastées » cette seconde catégorie n'apparaît que dans des conditions géologiques ou géomorphologiques particulières. En Haute-Volta orientale, ces conditions sont respectivement : une roche-mère granitique leucocrate à grain grossier ; la présence d'un inselberg en sommet d'interfluve.

L'étude de ces deux grands types d'organisation pédologique des versants permet de mettre en évidence les principaux mécanismes qui président à leur différenciation, de faire la part des dynamiques verticale et latérale et d'en élucider le déterminisme.

#### LES TOPOSÉQUENCES MONOTONES

Les toposéquences monotones sont constituées dans le nord, sous des pluviosités inférieures à 500 mm (zone Sahélienne), de sols bruns subarides vertiques, ou bien associées des solonetz et des sols bruns subarides alcalisés. Au sud (zone Soudanienne), elles relient des sols bruns eutrophes plus ou moins vertiques et des vertisols.

L'étude micromorphologique montre que les horizons B de ces sols résultent de la transformation sur place des minéraux altérables ; c'est l'altéropiasation. Cependant le plasma argileux ainsi formé est progressivement réorganisé par la dynamique interne des horizons qui est à la fois fonction du régime hydrique et du pouvoir de gonflement des minéraux néoformés. Cette transformation correspond à la pédoplasation définie par Flach *et al.* Les migrations d'argile existent mais sont faibles et exclusivement subordonnées à la porosité biologique et de retrait ; elles n'oblitérent pas les structures héritées de l'altération, qui se maintiennent plus ou moins longtemps selon l'efficacité de la pédoplasation.

Les données analytiques confirment les résultats précédents et les complètent. Ainsi, la granulométrie révèle la distribution simple à la fois dans le profil et dans le versant de la fraction argileuse. Le maximum textural de l'horizon B correspond en partie à une altération préférentielle des minéraux altérables, mise en évidence par la minéralogie du squelette, et qui correspond au niveau à humectation maximum. Il résulte également, mais dans une faible mesure, de l'illuviation argileuse et probablement, pour une part plus difficile à déterminer, des actions superficielles telles que l'érosion sélective des fines et l'activité biologique.

Les minéraux argileux, qui prennent naissance à la base des profils, associent la montmorillonite et la kaolinite en proportions variables. En zone Sahélienne, la montmorillonite domine sur la totalité ou la majeure partie du profil et l'on ne note aucune variation latérale en fonction de la topographie. En zone Soudanienne au contraire, la montmorillonite laisse progressivement la place à la kaolinite à l'amont, amorçant ainsi vers l'aval un recul dont on peut admettre qu'il annonce la généralisation de la kaolinite à l'ensemble du paysage des régions tropicales humides.

Du point de vue géochimique, les accumulations varient également en latitude. Au nord, l'accumulation verticale et absolue de calcaire caractérise les sols des toposéquences monotones développées sur roches granitiques. Elle s'accompagne d'une légère accumulation relative de sodium, qui provoque l'alcification du complexe absorbant. Au sud, et sur les mêmes roches-mères, l'accumulation calcaire ne se produit plus qu'à l'aval, lorsque le matériau est suffisamment riche en calcium, et il s'agit d'une accumulation relative. A l'amont, le fer tend à relayer le calcaire et présente une légère accumulation absolue dans l'horizon B des sols bruns eutrophes.

Ainsi ces toposéquences constituent-elles dans leur ensemble des paysages géochimiques éluviaux (Polynov). Leur caractère éluvial s'accroît du nord au sud, à mesure qu'augmente la pluviosité. L'éluviation reste cependant insuffisante pour empêcher la formation de montmorillonite dans les produits d'altération, et la présence de ce minéral argileux caractérise les toposéquences monotones de toute la Haute-Volta orientale ; il est donc possible de rassembler ces dernières sous le terme de « couvertures pédologiques d'altération montmorillonitique ».

\*\*

LES TOPOSÉQUENCES CONTRASTÉES

Les toposéquences contrastées sont constituées à l'amont de sols ferrugineux tropicaux ou de sols ferrallitiques, dont le plasma argileux résulte également de l'altération des minéraux primaires du profil. Mais les migrations d'argile sont plus accentuées, tandis que, vers l'aval, apparaissent des redistributions et des concentrations localisées d'hydroxydes métalliques initialement liés à l'argile, phénomènes qui aboutissent au carapacement.

A cette évolution se surimpose la différenciation d'un horizon fortement lessivé, très pauvre en plasma, qui apparaît à la base du profil, généralement dès le tiers supérieur du versant. D'abord mince et en forme de dièdre ouvert vers l'aval, cet horizon monte dans le profil lorsqu'on descend la pente et finit par en remplacer tous les horizons, carapacés ou non. Sa limite supérieure, qui le sépare des horizons des sols ferrallitiques ou ferrugineux amont, est tranchée et affecte l'aspect d'un front ; c'est le front de lessivage. Simultanément se développe, à la base de cet horizon lessivé, un horizon, d'accumulation argileux inférieur, compact, hydromorphe. Vers l'aval naissent, dans l'horizon lessivé, de nouveaux horizons illuviaux en forme de langues empilées, décalées les unes par rapport aux autres, légèrement plus inclinées que la surface topographique, et dont l'enveloppe dessine des ressauts successifs évoquant des marches d'escalier (cf. fig.). La limite supérieure de ces horizons d'accumulation est également tranchée et délimite un front d'illuviation.

L'étude microscopique montre que le lessivage profond provoque une destruction brutale des structures d'altération ou pédologiques préexistantes par exportation quasi totale du plasma argilo-ferrugineux. Le squelette ainsi libéré de sa gangue plasmique se

réorganise et acquiert des microstructures de dépôt. L'étude de la granulométrie des sables montre que dans l'horizon B inférieur s'accumulent des particules dont le diamètre va de celui des argiles compris à celui des sables fins inclus, tandis que les horizons en langue sont le siège d'une illuviation particulière exclusivement argileuse. Les données concernant le régime hydrique montrent que ces deux types d'horizons alluviaux se forment au sein de nappes perchées qui baignent le domaine lessivé. L'horizon d'accumulation inférieur résulte d'une véritable décantation de particules de taille hétérogène (accumulation verticale) tandis que les horizons en langue sont nourris par des migrations de particules en suspension (accumulation latérale). On peut alors proposer un schéma chronologique de l'évolution de ces toposéquences et expliquer du même coup nombre de leurs particularités.

Ces redistributions déterminent des modifications de la composition minéralogique de la fraction argileuse. Dans les horizons ferrallitiques ou ferrugineux de l'amont, la fraction argileuse est constituée de kaolinite pure ou associée à un peu d'illite. Les minéraux interstratifiés Illite-Montmorillonite apparaissent dans l'horizon lessivé et résultent d'une altération du squelette propre à cet horizon, altération que la composition minéralogique de la fraction sableuse met nettement en évidence. Dans les horizons d'accumulation apparaît massivement la montmorillonite qui résulte pour une faible part de la transformation des interstratifiés Illite-Montmorillonite et, pour le reste, de néoformations à partir des produits illuviés.

On constate alors que les mécanismes de lessivage-illuviation ainsi mis en évidence progressent de l'aval vers l'amont. Ils désorganisent une couverture pédologique éluviale à plasma kaolinique et ferrugineux pour la transformer en une couverture pédologique illuviale dont la composition et l'organisation miment celles des couvertures pédologiques d'altération montmorillonitique qui se forment directement à partir des roches granitiques sur la majeure partie des interfluves de la région. Le chemin détourné emprunté par ces couvertures pédologiques à redistribution latérale est déterminé, dans les cas étudiés, par des causes géomorphologiques (présence d'un impluvium d'appoint constitué par un inselberg) ou pétrographique (roche-mère formée par un granite leucocrate à gros grain), particularités qui entraînent toutes deux une percolation accrue ou accélérée au départ. Il s'ensuit la formation de sols kaoliniques, dans un milieu où actuellement prennent normalement naissance des sols à montmorillonite.

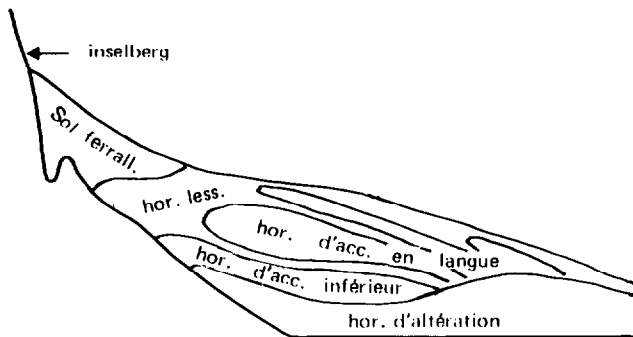


FIG. 1.— Exemple de toposéquence contrastée.

Ces causes sont donc actuelles, mais on signale qu'il en existe d'autres et en particulier des causes historiques. Tel est le cas des cuirasses anciennes de la même région, cuirasses qui sont soumises à des mécanismes transformants du même type.

\*\*

On est donc amené à constater que les couvertures pédologiques kaoliniques et ferrugineuses, lorsqu'elles peuvent ou ont pu se former dans la zone climatique Soudanienne, sont instables. Elles sont

soumises à des mécanismes pédologiques transformants qui les font converger vers le système à plasma montmorillonitique, en équilibre dynamique dans les conditions pédobioclimatiques de cette zone. On envisage alors successivement, les domaines d'équilibre ou de déséquilibre des couvertures pédologiques montmorillonitiques et kaoliniques par modification du climat vers l'aride ou vers l'humide, les conditions de stabilité ou d'instabilité des constituants minéralogiques ou des organisations pédologiques, les causes connues ou possibles de déséquilibre pédobioclimatique.

*Manuscrit reçu au SCD de l'ORSTOM, le 16 avril 1975.*