

LES ETUDES PEDOLOGIQUES DANS LES PAYS SOUS DEVELOPPES EN MATIERE AGRICOLE

par J.M. BRUGIERE, Directeur de Recherches ORSTOM, Chef du Service des sols IRSC
et G. MARTIN, Maître de Recherches ORSTOM.

1.- Préliminaires. La mise en valeur des pays sous développés en matière agricole pose deux catégories de problèmes, les uns économiques et sociaux, les autres techniques. Les premières sont au moins aussi importants que les seconds car ils déterminent également le succès ou l'échec. Nous ne les aborderons pas car ils débordent notre compétence. Les problèmes techniques sont d'ordres divers, mais contrairement aux précédents, il est rare qu'ils soient insolubles en théorie. L'élaboration d'un programme agricole doit donc normalement faire appel à un certain nombre de spécialistes, mais la part consacrée à l'étude des sols est évidemment la plus importante. Nous allons exposer quels sont à notre avis les principaux stades des études pédologiques que nous illustrerons par l'exemple de la mise en valeur de la Vallée du Niari.

2.- Premier stade - Prospection générale. Ces premières études sont destinées à désigner et délimiter les zones pédologiquement favorables pour la mise en valeur agricole. Pour cela on distinguera :

a). L'inventaire des principaux types de sol : Cet inventaire se borne aux catégories de sols représentatives de la région considérée, formées sur des roches dont les affleurements sont suffisamment étendus et occupant les positions topographiques les plus courantes. Par la suite les études en laboratoire des propriétés physiques, chimiques et biologiques permettent de compléter les observations de terrain, l'ensemble de ces renseignements servant à caractériser chaque sol.

b). Cartographie à petite échelle. Ces études préliminaires permettent alors de dresser une carte à petite échelle (1/1.000.000ème environ).

c). Estimation de la valeur agronomique des sols. Cette estimation est possible à la fois par l'interprétation des propriétés physico-chimiques des sols en fonction des exigences de diverses espèces utilisées, et par les résultats obtenus dans la pratique soit en culture africaine soit en stations d'essais. Cela permet en première approximation de dresser un ordre de valeur et de délimiter sur la carte les zones les plus favorables.

On devra tenir compte également de la densité de la population, de ses activités principales qui peuvent ne pas être agricoles, des déplacements de population rendus nécessaires par ces problèmes de mise en valeur.

3.- Second stade - Prospection de détail. A partir des études précédentes on a donc pu établir un ordre d'urgence des opérations de mise en valeur. Pour chaque région délimitée, le travail suivant sera à poursuivre :

a). travail sur le terrain. En vue d'une cartographie à grande échelle, des profils de sol seront examinés suivant une densité qui varie avec l'échelle adoptée. Le travail sur le terrain sera grandement facilité si l'on dispose des photographies aériennes qui constituent un document remarquable.

b). travail de laboratoire. Les résultats d'analyses permettent de compléter les renseignements relevés sur le terrain concernant les profils de sol et les résultats culturaux (s'ils

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

Collection de Référence

existent) ; avec ces indications on peut estimer la valeur des différentes catégories de sol eu égard à leurs utilisations possibles, d'où la notion de vacation des sols.

c). carte à grande échelle. Le document synthétique de ce second stade d'étude est la production d'une carte à grande échelle, avec une notice très détaillée réunissant tous les renseignements connus.

4.- Troisième stade - Exploitation des données. A ce stade, les études sont axées dans trois directions différentes : d'une part la réalisation d'études particulières relatives aux sols (bilan hydrique, ruissellement, érosion etc...) d'autre part l'édition d'une carte d'utilisation des sols pour chacun des blocs retenus, enfin au fur et à mesure que l'exploitation se déroule et se développe on teste l'emploi des différentes espèces et variétés, des divers assolements proposés, de toutes les opérations culturales préconisées. A l'issue de ces travaux, la mise en application peut commencer.

5.- Quatrième stade - Evolution des sols sous culture. Les modifications qu'apportent la culture peuvent être assez peu marquées lorsqu'on s'adresse à des cultures pérennes, par contre il n'en est de plus de même avec des cultures annuelles. Généralement les modifications n'apparaissent pas immédiatement à la mise en culture, et il faut poursuivre ces études quelques années avant de voir quel est le sens de cette évolution. Dès que ce sens est déterminé, il est indispensable de pouvoir en prévoir les conséquences. Il faut donc que le pédologue détermine aussi vite que possible les causes qui déclenchent ces processus d'évolution et surtout propose et expérimente des parcelles efficaces et économiquement applicables.

6.- Restauration des sols. Dans certains cas où la suite logique des opérations qui vient d'être exposée ne s'est pas déroulée de façon aussi régulière, on est arrivé à rendre impropre à la culture des surfaces importantes. Le problème de la restauration des sols se pose alors au pédologue. On peut, techniquement, arriver à résoudre ces problèmes, mais souvent on est amené à préconiser des solutions qui dans les conditions locales ne sont pas économiquement réalisables. La mise en valeur de la Vallée du Niari en est malheureusement un exemple pour un certain nombre d'exploitations.

7.- La mise en valeur de la Vallée du Niari. Dès 1946, une Station de Modernisation était créée dans cette Vallée tandis que plusieurs colons prenaient l'initiative, avec l'aide du gouvernement d'y installer leurs fermes. Ce n'est que fin 1949 que des pédologues de l'ORS TOM ont pu entreprendre une étude approfondie de cette région.

a). Inventaire des sols. Ce travail a été concrétisé par la publication d'une carte en trois coupures au 1/100.000ème, à laquelle était jointe une notice caractérisant les différents types de sols et donnant des indications sur les facteurs naturels, et les possibilités agricoles, pastorales et forestières de cette vallée. Ces sols proviennent en général de la décalcification des différents niveaux du schisto-calcaire. Ce sont des sols très profonds comprenant un niveau intermédiaire de concrétions ferrugineuses, posé sur différents niveaux d'argiles de décalcification déjà très évoluées ; lui-même recouvert de plusieurs mètres de matériaux argileux meubles. L'origine autochtone de ces sols est certaine, mais le niveau supérieur a subi généralement au cours des siècles des transports et des mélanges. Ces sols sont faiblement ferrallitiques la fraction argileuse étant constituée essentiellement de kaolinite à laquelle s'ajoute des proportions notables d'hydroxydes de fer et d'alumine. Physiquement ils sont très argileux (60 à 80 % d'argile) mais ont une bonne structure, une perméabilité moyenne et une capacité de rétention en eau élevée. Chimiquement leur potentiel est médiocre. Le pH est faible sous savane et de l'ordre de 4,7 à 5,2. Biologiquement l'activité globale est élevée dans les horizons humifères. La densité des germes fixateurs de l'azote et des cellulolytiques est importante ; la minéralisation de l'azote et la nitrification, par contre paraissent peu favorables.

b). Facteurs climatiques. Le climat est du type Bas-Congolais.

c). L'évolution des sols sous culture dans la Vallée du Niari.

i). données chimiques : Sur l'évolution des données chimiques, le phénomène le plus important paraît bien être le phénomène de lessivage.

a. ses effets : Le taux ayant baissé après une ou plusieurs années de culture, suivant son importance au défrichement et les modalités de cette culture, la capacité de fixation décroît rapidement. En même temps, le taux de bases échangeables baisse également, plus vite cependant que le pouvoir de fixation, si bien que corrélativement le pH du sol diminue. Des teneurs très fortes en manganèse facilement réductible sont à noter dans ces sols et du fait de la baisse du pH, une proportion importante de ce manganèse passe sous forme échangeable provoquant des phénomènes de toxicité graves. Les plantes cultivées sur ces sols sont plus ou moins sensibles à cette toxicité et le seuil de pH au-dessous duquel elle se manifeste varie. Le cotonnier semble bien être le plus sensible puisque dès pH 4,6 on enregistre des accidents sérieux. Pour ce qui concerne l'arachide il semble d'après une étude récente qu'il s'agisse surtout d'une sensibilité à la carence en Calcium, s'accompagnant d'une sensibilisation à l'excès de manganèse dont l'effet paraît alors secondaire. Les rendements en arachide sont plus affectés par une baisse en Calcium que par une augmentation de la teneur en manganèse échangeable à pH 7. La canne à sucre, le paddy cultivé en sec sont moins sensibles à la toxicité au manganèse. L'évolution est rapide et dès la fin de la 2ème année de culture, les baisses enregistrées dans les différents facteurs de fertilité tels que pH, bases échangeables, matières organiques sont très nettes. Le phénomène est très rapide dans le cas de parcelles laissées nues et travaillées puisque l'on trouve un appauvrissement du sol dès la deuxième année de dénudation égal à celui obtenu par une culture continue d'arachide pendant trois ans consécutifs.

b. les moyens de lutte : Il faut donc protéger le sol, mais il l'est encore plus de trouver un moyen d'empêcher une percolation exagérée. Il faut donc utiliser des plantes dont le système aérien assurera une protection efficace mais aussi dont le système racinaire occupera profondément et densément le sol. Des études menées dans ce sens à la station IRCT de Madin-gou (FRANQUIN 1959) ont montré :

- qu'il est possible de mettre en relation directe les processus de dégradation avec le phénomène de lessivage.
- que l'importance du drainage et ses effets sur l'évolution du pH reflètent bien le type de végétation.
- que cependant, si la quantité d'eau qui draine joue le rôle principal d'autres facteurs interviennent sur le niveau de fertilité : l'époque du drainage, l'espèce végétale etc...
- qu'enfin l'efficacité du système aérien sera la meilleure pour une plante couvrant le sol rapidement et sans interruption pendant toute la saison des pluies.

c. correction de la fertilité : On peut remédier à la baisse en éléments minéraux par des apports d'amendements calcaires faiblement magnésiens, à la dose d'environ 2T/ha de CaO, ainsi que par des apports d'engrais (potasse et azote). Pour ce qui concerne la baisse du pouvoir de fixation on peut agir de trois façons :

- les engrais verts, qui n'ont donné que des résultats peu satisfaisants et qui sont d'un effet extrêmement fugace.
- le fumier de ferme, qui doit être apporté à des doses massives (plus de 100 T/ha) et donc prohibitives. Cependant des apports fractionnés permettraient peut-être d'arriver à une certaine stabilisation due à un effet cumulatif de la matière organique du fumier non minéralisée.
- la jachère de longue durée. Les jachères paturées ont donné les meilleurs résultats et c'est vers cette solution que doivent s'orienter les utilisateurs. En outre des assolements de ce type permettraient un équilibre harmonieux des spéculations animales et végétales. La plante de jachère paturée la plus intéressante semble être le *Stylosanthes gracilis*.

ii). données physiques : Une dégradation sensible des qualités physiques du sol est à noter : diminution du taux d'agrégats stables et diminution de la porosité, diminution du domaine d'eau libre du sol. Donc les conditions de structure et d'alimentation en eau deviennent nettement moins bonnes et ceci très rapidement puisque dès la fin de la première année de culture le phénomène est sensible et devient parfaitement net dès la troisième année. Néanmoins

le danger d'érosion reste toujours limité même sur des pentes relativement fortes. L'étude de la dégradation de la structure a donné les résultats suivants :

a. les conditions de mécanisation : Le travail mécanique du sol n'est pas le responsable essentiel de cette dégradation. Cependant on a été amené (CAVALAN Station Agronomique 1960) à concevoir des façons culturales plus appropriées par un travail du sol sans retournement avec des engins à disques crenelés du type Rome-Flow.

b. les conditions culturales : L'aération consécutive au travail du sol conjointement à une augmentation de la température du sol due à la dénudation constituent, avec l'eau des pluies les moteurs d'une minéralisation rapide des ciments agrégants, que ce soit par les germes minéralisant la matière organique du sol ou que ce soit par les germes minéralisant les sels organiques de cations bivalents, dont le fer.

c. résultats d'une étude théorique : Les résultats de cette étude sont les suivants :

- la dégradation de la structure est un phénomène immédiat dès l'ouverture des terrains.
- la répartition des valeurs analytiques est très différente entre les sols cultivés et les sols de savane.
- le facteur matière organique totale paraît prédominer sur le facteur humus.
- le fer libre % d'argile est en corrélation avec l'indice d'instabilité structurale d'HENIN, au moins pour ce qui concerne les sols cultivés.
- l'effet d'un apport de sel organique de fer est très bon.

iii). données biologiques : Ces données ont été étudiées par P. de BOISSEZON à l'IRSC. On assiste au cours de la première année de mise en culture à une augmentation rapide après défriche de l'activité microbiologique. Cette augmentation ne se maintient pas et en fin d'année l'activité globale devient inférieure à celle du même sol sous savane. Conjointement, l'auteur a montré sur la parcelle étudiée un abaissement du niveau de fertilité du sol, une baisse du taux de bases échangeables, du pH, de la teneur en matière organique et du pouvoir de fixation.

iv). conclusion : Le travail en équipe effectué avec les chercheurs des différentes stations, agronomes, physiologistes, généticiens, microbiologistes etc... a été très fructueux.

Il a permis de montrer que le phénomène le plus important contre lequel on doit lutter est celui du lessivage. Il entraîne dès le départ des modifications profondes qui ont leur retentissement dans l'abaissement du niveau de fertilité chimique. L'aération du sol consécutive à l'ouverture mécanique des parcelles de culture, entraîne une prolifération microbienne responsable de phénomènes de minéralisation intenses. Dans ce milieu acide, désaturé les complexes humus-fer ou humus-cations bivalents sont entraînés par lessivage en profondeur d'où une altération profonde des qualités de la couche de terre superficielle.

On est donc amené à concevoir un type d'agriculture intensif où la conservation du sol est obtenue par un équilibre des spéculations animales et végétales, où l'on s'attachera à couvrir et occuper le sol, à remplacer sans cesse par des amendements organiques et minéraux les pertes obligatoires au cours de la période culturale tandis qu'une période de repos en jachère pâturée permettra au sol de se reconstituer partiellement dans des conditions naturelles.

BIBLIOGRAPHIE : Brugiere J.M., Etude Pédologique de la Vallée du Niari, ORSTOM (1953)
Martin G., Bilan de quatre années d'études au Niari, ORSTOM (1958)
de Boissezon P., Contribution à l'étude de la microflore de quelques sols typiques du Congo, ORSTOM (1961)