

11ème CONFERENCE BIENNALE DE L'A.S.O.A. - W.A.S.A.)

- LOME, Togo, mars 1978 -

TRAVAUX PEDOLOGIQUES ET AGRONOMIQUES
REALISES PAR L'O.R.S.T.O.M. EN AFRIQUE DE L'OUEST

M. LAMOUREUX
Directeur de recherches
O.R.S.T.O.M. - PARIS

23 MAI 1978

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

43 Collection de Références
M. n° 2955 Pedo

TRAVAUX PEDOLOGIQUES ET AGRONOMIQUES
REALISES PAR L'O.R.S.T.O.M. EN AFRIQUE DE L'OUEST

(M. LAMOUREUX - D. MARTIN)

L'O.R.S.T.O.M. a commencé à travailler en Afrique de l'Ouest dès les années 1946-47 et les pédologues ont été, avec les hydrologues, parmi les premiers chercheurs à explorer et étudier ce vaste ensemble géographique pour, en même temps, y asseoir les bases de la pédologie africaine encore pratiquement inconnue et donner des conseils aux responsables du développement agricole comme aux praticiens sur le terrain. Si au départ les tâches d'"exploration" étaient essentielles, celles-ci se sont peu à peu diversifiées et ordonnées en plusieurs grands domaines.

- cartographie pédologique, permettant de délimiter à différentes échelles et pour différents utilisateurs les grands types de sols et leurs caractéristiques ;
- études de pédogenèse, aussi bien pour comprendre et expliquer la répartition des sols que pour étudier les processus pédogénétiques actuels et leurs incidences pratiques sur l'utilisation de ceux-ci ;
- problèmes d'érosion, fertilité et évolution des sols sous l'effet des cultures, que celles-ci soient traditionnelles ou modernes.

Il faut noter que, pour ce dernier domaine, les liaisons sont constantes avec les agronomes de recherches et les chercheurs des Instituts spécialisés, dernier échelon avant la vulgarisation.

I - CARTOGRAPHIE

Les études de sols passent avant tout par la cartographie qui a toujours été une activité de base des pédologues de l'O.R.S.T.O.M.

Pendant une dizaine d'années des reconnaissances générales à petite échelle et des travaux localisés et appliqués à grande échelle, se sont succédés dans les pays francophones de l'Afrique de l'Ouest. C'est ainsi qu'ont été réalisées les cartes des sols au 1/1.000.000 du Sénégal, du Togo, du Bénin, et au 1/2.000.000 de Côte-d'Ivoire.

Par la suite, des travaux cartographiques au 1/200.000 ont été entrepris de façon plus systématique au Sénégal, en Côte-d'Ivoire, au Togo, au Bénin, au Cameroun et dans les pays du Sahel. Cependant,

suivant l'intérêt économique de la région, des cartes plus détaillées allant du 1/50.000 au 1/10.000 ont souvent été réalisées.

Il est important de noter qu'un des soucis majeurs de la cartographie pédologique est d'être accessible aux utilisateurs. Dans cette optique depuis un certain nombre d'années, des cartes dites de ressources en sols, ou d'utilisation des sols, font apparaître des caractères tels que la profondeur des sols, la pierrosité, la teneur en argile etc...

Ces cartes dites thématiques sont donc des outils directement utilisables par le praticien.

Parallèlement, des recherches ont été conduites en Côte-d'Ivoire et au Cameroun pour faire des cartes pédologiques un document facilement exploitable. Il en est résulté de nouvelles méthodes pour transmettre aux utilisateurs, le plus clairement possible, le maximum d'informations.

En ce qui concerne plus particulièrement le Togo, les études pédologiques commencées vers 1950 sont aujourd'hui bien avancées : outre la cartographie générale au 1/1.000.000 consécutive à de multiples travaux de détail, une cartographie systématique à moyenne échelle couvre dès maintenant la majeure partie du pays. Je citerai les premières études de ce type réalisées dans le Nord du pays et au Sud sur les terres de Barre par le projet Fonds Spécial des Nations Unies et l'O.R.S.T.O.M. Le socle granito-gneissique, soit 50 % du pays, est couvert au 1/200.000 par des cartes de sols et de leur utilisation agronomique dont va vous parler Mr. LEVEQUE. Dans la région de BASSAR, sur 12 000 km² des cartes au 1/100.000 de Mr. LE COCQ vont prochainement sortir. Dans la région de LAMA-KARA, NIAMTOUGOU, PAGOUDA, un travail au 1/50.000 est en voie d'achèvement et Mr. FAURE vous en présentera les grands traits.

II - RECHERCHES PEDOGENETIQUES

La reconnaissance et la cartographie des sols passent par la connaissance de leurs constituants, de leurs organisations et des mécanismes de leur formation et vice versa, ceux-ci ne peuvent pas être étudiés sans une prospection cartographique préalable.

C'est ainsi que des études poussées (thèses de doctorat, synthèses régionales, etc...) ont été réalisées et constituent des compléments indispensables aux travaux de cartographie d'une part, et de mise en valeur d'autre part.

Citons par exemple les synthèses :

- sur les altérations des granites et roches basiques en Côte-d'Ivoire (N. LENEUF et DELVIGNE);
- sur la matière organique en Côte-d'Ivoire (A. PERRAUD);
- sur les sols rouges du continental terminal (R. FAUCK, A. CHAUVEL);
- sur les sols de Mangroves du Sénégal (J. VIEILLEFON, MARIUS);
- sur les sols du Niger (M. GAVAUD), de Haute-Volta (BOULEFF, B.KALOGA), du Togo (A. LEVEQUE);
- sur le cuirassement dans les sols tropicaux (R. MAIGNIEN, V. ESCHENBRENNER, J.F. LEPRUN, etc...).

Il faut insister ici et répéter que ces travaux de recherches ne sont pas du tout des spéculations scientifiques auxquelles aboutissent "les rêveries des chercheurs", mais bien au contraire des bases solides qui assoient aujourd'hui nos études de cartographie et de mise en valeur. La large audience internationale de ces travaux en est un gage certain.

III - ETUDE DE L'EROSION ET DES ENTRAINEMENTS DANS LES SOLS TROPICAUX (d'après E. ROOSE)

Un important programme portant sur l'étude de la dynamique actuelle de 2 grands types de sols (ferrallitiques et ferrugineux tropicaux) a été mis en place entre Abidjan et Ouagadougou.

Il s'agit d'étudier les entraînements de matières par les eaux de pluie, l'érosion, les drainages oblique et vertical, les remontées biologiques.

Il est réalisé depuis plus de 12 ans, en particulier par des pédologues, E. ROOSE et plus récemment J. COLLINET, en collaboration entre plusieurs disciplines, divers instituts spécialisés, et il fait appel à l'utilisation des cases d'érosion de divers types, ainsi qu'à un simulateur de pluie.

Bien que conçu en termes scientifiques, ce travail a eu de nombreuses retombées pratiques, tant dans le domaine de la lutte anti-érosive que dans celui de la migration des engrais par drainage.

De nombreux articles ont déjà été publiés sur la question, mais je crois utile de rappeler les principaux résultats scientifiques obtenus.

1 - L'EROSION

1.1- L'érosivité du climat est mise en évidence par une agressivité des pluies qui croît régulièrement avec les isohyètes en allant du Sahel aux

régions subéquatoriales. Il est montré qu'en régions tropicales humides, l'agressivité est nettement plus forte qu'en régions tempérées ou méditerranéennes.

1.2- L'érodibilité varie en fonction des sols. Les sols ferrallitiques sont beaucoup plus résistants à l'érosion que les sols ferrugineux tropicaux (après 3 à 4 ans de cultures), et il apparaît que les sols tropicaux sont parfois plus résistants à l'érosion que certains sols lessivés tempérés.

1.3- Le couvert végétal

Quelles que soient l'agressivité climatique et la pente, si le sol est complètement couvert, l'érosion et le ruissellement restent très faibles, et ceci, indépendamment la nature de la couverture végétale.

Les techniques culturales peuvent jouer un rôle tant que la plante n'a pas recouvert 90 % de la surface du sol (1 à 8 mois) : semis hâtifs et denses, utilisation de pailles et résidus organiques en surface, etc...

1.4- Si l'inclinaison de la pente augmente l'érosion de façon exponentielle, ce n'est pas forcément le cas pour le ruissellement.

Il semble en outre que ce dernier ne s'accroît pas de façon très nette avec la longueur de la pente.

1.5- Techniques antiérosives

En milieu tropical aux pentes relativement faibles, l'énergie des gouttes de pluie est la cause essentielle de l'érosion, contrairement à ce qui se passe en milieu méditerranéen où l'érosion est due à l'énergie du ruissellement. Les techniques antiérosives de type biologique ont pu être testées en petites parcelles et les résultats obtenus sont très encourageants : bandes antiérosives, mulch naturel et artificiel, type de couvert végétal etc... beaucoup moins coûteux et plus efficaces que les gros terrassements.

Il faut noter la particularité de cette érosion en pays tropical ; c'est une érosion en nappe sélective : les éléments fins et les produits solubles sont totalement entraînés des horizons de surface. Plus le sol est couvert et la pente faible, plus l'érosion est sélective, et ce mécanisme est plus accentué dans les sols ferrugineux tropicaux que dans les sols ferrallitiques.

2 - LE DRAINAGE OBLIQUE

Depuis un certain nombre d'années, mais ce n'est pas nouveau, divers travaux mettent l'accent sur une pédogenèse à évolution latérale : toposéquences, catena, etc... un dispositif, appelé cases de lessivage oblique (ERLO), a été mis au point pour étudier les entraînements latéraux sur toposéquences (16 dispositifs en 8 stations, entre Abidjan et Ouagadougou). Sur 2 m. de profondeur et 2 m. de front, le drainage oblique peut atteindre plusieurs centaines de litres d'eau, mais en fait il ne représente que 1 %, exceptionnellement 2 %, des pluies annuelles.

Bien que le dépouillement complet de toutes ces données ne soit pas terminé, les premiers résultats obtenus sur sables tertiaires près d'Abidjan, montrent que les eaux de pluies se chargent, à la surface du sol, d'éléments fins et s'écoulent, soit en surface (650 mg/l), soit en profondeur, mais alors on constate que la charge passe de 250 mg/l à 30 cm, à 105 mg/l à 60 cm, à 75 mg/l à 150 cm. pour atteindre 2 à 10 mg/l dans la nappe 25 mètres plus bas. Il y a donc dépôt continu, dans les pores ou sur les agrégats, de la surface jusqu'en profondeur et en bas de pente. Ce processus est très rapide : moins d'un millénaire pour obtenir l'appauvrissement constaté et dans les conditions actuelles.

3 - LE DRAINAGE VERTICAL

C'est un autre système, celui des lysimètres monolithiques qui a été utilisé pour mesurer les entraînements d'éléments solubles (lixiviation) en milieu tropical sec et surtout humide en fonction des plantes (maïs, sorgho, panicum, ananas...) et du niveau de fertilisation. Ainsi, à Azaguié, sous bananeraie irriguée, les pertes s'élevaient à :

80 % du Ca et Mg apportés ;

50-60 % du N et K apportés ;

10 % du P_2O_5 apporté.

Sous cultures fourragères, si les pertes par drainage de N et K sont réduites, celles de Ca et Mg restent élevées. On voit ici apparaître le rôle des plantes en tant que régénérateur du filtre qu'est le sol et on met en évidence ce processus d'acidification par l'usage répété des engrais azotés dans les sols où Ca et Mg sont mal fixés. Des études de récupération des éléments nutritifs exportés par les résidus de culture ont été abordées sous ananas.

Nous n'avons fait qu'esquisser ici les grandes lignes de travaux entrepris, en Côte d'Ivoire surtout, depuis 1964. Des travaux sur parcelles de mesure de l'érosion ont également été réalisés en Casamance (Sénégal) et au Bénin. Actuellement, une synthèse est entreprise par Mr. E. ROOSE, et sera publiée dans les Mémoires O.R.S.T.O.M. mais, d'ores et déjà, de nombreuses publications partielles ont été réalisées soit par cet auteur, soit par les équipes de chercheurs qui ont collaboré à ce vaste programme.

IV - FERTILITE ET EVOLUTION DES SOLS CULTIVES

Un domaine également important de l'activité des pédologues et agronomes de l'ORSTOM est constitué par tous les problèmes concernant les rapports sol-végétation et l'on conçoit l'importance de ceux-ci dans des pays pour lesquels le développement agricole est, non seulement nécessaire à la nourriture de ses habitants, mais aussi primordial pour son développement économique général (que l'on songe à la récente sécheresse au Sahel et au développement de l'économie de la Côte-d'Ivoire).

Les problèmes de fertilité ont été abordés anciennement en Côte-d'Ivoire pour les principales cultures de ce pays (DABIN) : il s'agissait de fixer pour différentes cultures et différents types de sols une échelle de fertilité en faisant référence à quelques critères analytiques du sol (N, P, pH, S, K, rapports entre cations). Puis ces problèmes ont fait l'objet de synthèses à l'échelle de toute l'Afrique francophone et en particulier concernant le potassium (B. DABIN, J. BOYER). Plus récemment les problèmes de fertilité pour le coton en Côte-d'Ivoire ont été abordés par M. LATHAM. En fait, ces problèmes sont surtout étudiés par les Instituts Spécialisés.

En agronomie tropicale, les études de l'évolution des sols sous cultures sont parmi les plus difficiles à mener, notamment quand il s'agit de maintenir la fertilité des sols dans un système de cultures continues. Ainsi, en Côte-d'Ivoire, un important programme portant sur l'évolution des sols après défrichement et sous cultures, a été mis en place, d'une part, par des pédologues, d'autre part, par des agronomes.

Les pédologues suivent, en différents points de Côte-d'Ivoire, l'évolution d'un certain nombre de caractéristiques du sol. Ils ont montré en particulier :

- que le défrichement mécanisé ne perturbe qu'assez peu les sols de savanes, tandis qu'en milieu forestier d'importants remaniements sont liés au déssouchage des arbres ;
- que les passages de roues de tracteurs, en conditions humides, provoquent la formation d'horizons compacts peu pénétrables par les racines;
- que le surpâturage réduit considérablement les possibilités d'infiltration des pluies ;
- que la mise en culture entraîne, dès le défrichement, une destruction de la macroporosité et une élévation de l'instabilité structurale plus accusée sous forêt qu'en savane. L'instabilité structurale serait liée, non seulement à la diminution des taux de matière organique, mais aussi à une modification qualitative de celle-ci.
- que la structure des sols est meilleure sous graminées que sous légumineuses (Stylosanthes).

Bien d'autres résultats sont escomptés en particulier dans l'étude de la décomposition des résidus d'ananas en fonction du mode d'utilisation de ces résidus pour la protection contre le ruissellement et l'érosion.

Au Sénégal des travaux du même type ont été réalisés, mais actuellement l'accent est mis sur l'évolution de la matière organique après défrichement (Terres neuves de Casamance) avec extension pour la décomposition et l'humification des résidus végétaux après enfouissement. L'évolution des sols en culture irriguée de la vallée du Sénégal fait également l'objet d'un programme d'étude.

Les Agronomes ont mis en place en Côte-d'Ivoire, dès 1967, un important programme d'étude des interactions sol-plantes fourragères et des arrières effets de ces cultures sur le maïs.

Une synthèse générale est en cours, mais des résultats partiels ont déjà été publiés. Il apparaît que les propriétés du sol ne sont modifiables que dans d'étroites limites. Cependant, l'amélioration de la stabilité structurale est très nette : après 2 ans de cultures de graminées (Panicum et cynodon) et de légumineuses (Stylosanthes et Centrosema), en deux points différents de la Côte-d'Ivoire, la structure est améliorée de 60 à 150 %, surtout pour les graminées, tandis que la perméabilité est très fortement accrue surtout avec les graminées et en particulier dans la région de BOUAKE.

L'accroissement des taux de matière organique est net pour les graminées (10 %), mais variable pour les légumineuses. On constate par ailleurs une acidité du milieu, due aux engrais, et corrélativement une baisse de la capacité d'échange, tandis que la somme des bases échangeables, les taux de saturation et d'azote augmentent avec la fertilisation.

Au niveau des bilans d'azote, des accroissements de 400 à 800 kg/ha. en 3 ans ont été mesurés sous légumineuses, bilans positifs également sous graminées non fertilisées, mais négatifs sous graminées fertilisées.

En ce qui concerne la potasse, les bilans sont positifs sous graminées, légumineuses non fertilisées, mais négatifs sous légumineuses fertilisées.

Si l'on examine les arrières effets des cultures fourragères sur trois cultures successives de maïs, on constate des améliorations de rendement en maïs après fourrages fertilisés, mais ces améliorations sont fugaces et sont à peine décelables à la 3ème culture de maïs.

Parce qu'elles sont à l'origine de bilans en azote très largement positifs, qu'elles sont aptes à réduire dans certains cas l'acidification du sol, les légumineuses fourragères, dont les conditions d'exploitation sont, au surplus, moins contraignantes, doivent entrer dans les rotations de cultures annuelles.

V - ORIENTATIONS ET PERSPECTIVES

Les pédologues comme les autres chercheurs travaillant dans les pays tropicaux, sont aujourd'hui conscients qu'on ne peut dissocier les différentes études des milieux naturel et humain. Il faut donc de plus en plus que les chercheurs s'intègrent dans des projets pluridisciplinaires.

C'est ainsi que les gros moyens sont de plus en plus mis en commun : des laboratoires de mieux en mieux équipés et organisés exécutent les analyses diverses demandées par les différents chercheurs ; des bureaux de traitement des données, d'analyses d'imagerie satellite sont aujourd'hui constitués et mis au service de tous les chercheurs. Des méthodologies communes à la pédologie, à la géographie et à la botanique, sont également en cours de mise au point (Côte-d'Ivoire).

Différentes disciplines s'associent donc pour étudier les milieux naturels et humains : ce sont des études intégrées de la Mare d'Oursi en Haute-Volta, de la forêt de Taï en Côte-d'Ivoire ou du lac Tchad, etc....

Ainsi des études intégrées d'écosystèmes forestiers ont été engagées en Côte-d'Ivoire (également au Gabon, en Guyane, au Brésil) pour pallier au risque d'une dégradation irréversible du milieu forestier tropical mis en valeur de façon intensive. De telles études exigent la mobilisation de toutes "les forces vives" scientifiques et techniques des pays intéressés avec lesquels l'O.R.S.T.O.M. collabore de façon très étroite. A cet effet, l'O.R.S.T.O.M. s'est efforcé de former des chercheurs et techniciens africains :

Ainsi, 38 chercheurs de 12 pays différents d'Afrique noire ont été formés en pédologie au niveau du 3ème cycle- post graduate-

(Cameroun : 7 ; Sénégal : 6 ; Côte-d'Ivoire : 6 ;
Haute-Volta : 4 ; etc...)

24 prospecteurs ont suivi des stages pour le travail de terrain.

C'est en étroite collaboration avec ces équipes locales que de plus en plus sont conçus les programmes de recherches.

Il est évident que cette collaboration s'étend très largement aux Instituts de recherches spécialisés français ou étrangers, ainsi qu'aux Organisations Internationales.