

LE PROBLÈME DE L'HUMUS
DANS L'UTILISATION RATIONNELLE DES SOLS
DE LA VALLÉE DU NIARI
EN AGRICULTURE MÉCANISÉE
(MOYEN CONGO)

par

J. M. BRUGIÈRE

Maître de Recherches,
Chef de la Section de Pédologie
de l'Institut d'Études Centrafricaines, Brazzaville

La plupart des sols de la Vallée du Niari ⁽¹⁾ sont des sols faiblement latéritiques à concrétions ferrugineuses ⁽²⁾, formés à partir du schisto-calcaire, sous savane très peu arbustive.

Du point de vue pédologique, l'utilisation de ces sols en agriculture mécanisée pose un certain nombre de problèmes, qui découlent de leurs propriétés physiques et chimiques. Ils peuvent s'inscrire sous diverses rubriques : structure, régime hydrique, fertilité chimique, etc..., mais nous allons voir l'importance du facteur matière organique — humus, qui agit sur chacun d'eux. Il aurait également été intéressant d'étudier son incidence sur l'activité biologique de ces sols, malheureusement, il ne nous a pas encore été possible d'aborder ce problème.

Ces sols contiennent une énorme proportion d'argile (50 à 60 % en surface ; 65 à 80 % en profondeur), aucun élément grossier (diamètre supérieur à 2 mm), très peu de sables grossiers (moins de 5 %, sous la forme de grains de quartz et de « sable ferrugineux »), enfin très peu de limon.

La fraction argileuse, extraite à l'analyse mécanique, est composée de kaolinite (60 à 65 %), d'hydroxydes de fer (25 %), et d'hydroxydes d'alumine (10 à 15 %).

⁽¹⁾ BRUGIÈRE J. M. — Etude pédologique de la Vallée du Niari. 2 tomes, 326 pages cartes, tableaux et schémas dans le texte. Carte géologique au 1/500,000^e, Carte pédologique (3 feuilles au 1/100,000^e) hors texte, Bibliographie, Diffusion Orstom novembre 1952-mars 1953,

⁽²⁾ BRUGIÈRE J. M. — Les argiles faiblement latéritiques à concrétions ferrugineuses de la Vallée du Niari (Moyen Congo), Communication présentée au V^e Congrès International de la Science du Sol, Léopoldville 1954, (V-50).

Sous savane, la répartition de la matière organique est extrêmement hétérogène. Cette diversité dans la répartition provient à la fois des variations de la végétation naturelle et des effets locaux d'érosion, qui se sont traduits par un décapage partiel de l'horizon superficiel humifère et lessivé sur les points hauts et les pentes, et par l'apport de ce matériel de colluvionnement dans les points bas. On se rend facilement compte de ce défaut d'homogénéité, lors des labours de défrichage, à la teinte du sol.

Les analyses confirment cette hétérogénéité dans la répartition de la matière organique, bien qu'une augmentation variable des chiffres de carbone, due à l'apport par les cendres des feux de brousse, ne permette pas d'évaluer les teneurs d'une façon certaine ni d'interpréter sûrement le rapport C/N.

Les propriétés chimiques, elles aussi sont essentiellement variables d'un point à un autre ; cette hétérogénéité est due, pour une part aux différences lithologiques des divers niveaux du schisto-calcaire, dont proviennent ces sols, mais bien plus aux variations du taux des colloïdes humiques, et à des degrés d'évolution différents.

L'importance du facteur matière organique—humus sur la richesse en éléments chimiques immédiatement utilisables par les plantes (bases échangeables, phosphore assimilable), est évidente : pour la chiffrer, précisons que la somme des bases échangeables dans l'horizon superficiel humifère est de 2 à 10 fois plus importante que dans l'horizon immédiatement inférieur, pourtant plus riche en colloïdes minéraux.

*
* *

Contrairement à ce qu'on pourrait attendre d'une proportion aussi forte d'argile, ces sols ont une excellente structure, grumeleuse en surface, à tendance nuciforme en profondeur. Elle ne paraît pas due à la présence des hydroxydes de fer, mais à l'état floculé des colloïdes minéraux, dans les conditions de pH (4,5 à 6,0), de saturation du complexe, et de richesse organique.

C'est cette bonne structure qui permet, par exemple, de cultiver l'arachide, bien qu'il soit courant d'admettre que cette culture ne soit pas compatible avec des doses élevées d'argile.

La friabilité est évidemment fonction du taux d'humidité, non de la granulométrie. Si ces sols sont relativement difficiles à travailler en saison sèche (terrain vierge pris en masse), ils gardent néanmoins une bonne porosité. Par contre, ils sont très meubles en saison des pluies.

Il est évident que maintenir cette bonne structure est absolument essentiel pour l'utilisation agricole de ces sols, car la moindre variation du ou des facteurs responsables de cette agrégation, hors de certaines limites non encore complètement définies, risquerait de rendre ces surfaces impropres à toute culture. Dans cette éventualité, il est cer-

tain que la technique à mettre en œuvre pour récupérer des surfaces dégradées risque d'être longue et coûteuse, si même elle est possible dans la pratique, et qu'il vaut infiniment mieux prévenir le mal qu'être obligé plus tard d'avoir à y remédier.

Or, si la structure ne se dégrade pas sous la végétation naturelle, par contre, nous en constatons la modification dans plusieurs cas bien précis :

Sur les pistes, le passage répété des véhicules crée, par action mécanique, un tassement. En saison des pluies, la surface, imperméabilisée par destruction de la structure, devient extrêmement glissante ; en saison sèche, par contre, la couche superficielle est peu à peu ameublée et se transforme en une farine impalpable (possibilités locales d'érosion éolienne).

Dans les pièces en culture, l'effet de piste est évidemment réduit à l'extrême ; ici, la pluie provoque un délitement des mottes en agrégats de plus en plus fins, par action mécanique des gouttes d'eau et gonflement des colloïdes ; la structure devient beaucoup plus fine en surface, mais la modification apportée est faible et disparaît aux opérations culturales suivantes. Ce phénomène peut être poussé jusqu'au stade de nivellement local, avec comblement des creux, même pour une culture en billons, mais la structure du matériel de remplissage n'est pas lamellaire.

Par la culture elle-même, on observe une dégradation de la structure, plus lente et plus insidieuse, mais qui peut être explosive et spectaculaire dans certains cas de mauvaise gestion. Le fait de laisser nue une parcelle pendant un laps de temps plus ou moins long en est un exemple ⁽¹⁾, dont il est nécessaire d'exposer toute la gravité ; ici, en effet, la modification que subit la structure est très importante et permet à l'érosion de se manifester.

La structure se dégrade alors d'une façon très caractéristique : de grumeleuse qu'elle était, elle devient très rapidement particulaire en surface, polyédrique en profondeur. Les agrégats superficiels à faces planes ou bombées (concaves ou convexes parfois), d'autant plus fins que le phénomène est plus poussé, ont acquis une certaine résistance à l'écrasement, sans cependant être durs. Ils ne disparaissent qu'en partie aux opérations culturales ultérieures, et se reforment très rapidement après les labours. Ils concernent une couche d'autant plus épaisse à la surface du sol que la dégradation est plus importante.

L'érosion qui se manifeste dans ce cas revêt alors deux formes principales : une microérosion, très repérable à la structure lamellaire des dépôts de comblement qu'on trouve dans les petites dépressions,

(1) JULIA H. — Observations concernant l'incidence de la couverture du sol sur le maintien de la fertilité des terres cultivées dans la Vallée du Niari. Oléagineux Fr. 1953, juillet, pp. 489-492.

entre les anciens sillons, par exemple, et une érosion en nappe sur les pentes, autrement plus spectaculaire.

Ce dernier phénomène se trouve amplifié par l'utilisation de matériel mécanique lourd, qui agit par tassement et lissage de la surface supérieure de la couche non travaillée, nettement plus argileuse que la couche humifère. Il se produit au niveau de cette semelle de labour une rupture des propriétés physiques du sol (structure, porosité, perméabilité, etc...) qui facilite l'enlèvement partiel ou total de l'horizon ameubli lors des tornades, si la pente le permet. Et ce phénomène d'érosion en nappe se manifeste alors sur des pentes extrêmement faibles, où auparavant aucun entraînement ne se produisait.

Cette évolution commence dès les premières opérations de la mise en valeur, c'est-à-dire quand on détruit la végétation naturelle. La dénudation ou le mauvais couvert du sol (semis non réussis, par exemple, mauvais développement végétatif ou mise en jachère nue), cause une minéralisation accélérée de la matière organique, une modification rapide de la structure, et provoque le départ de l'érosion.

Cette importance primordiale de la matière organique pour l'existence d'une structure stable et dans la protection des sols contre l'érosion est flagrante ; elle a déjà été mise en évidence dans d'autres régions où des problèmes de conservation et de régénération se posent.

Dans le Niari, cependant, le problème est vital en ce sens que la structure initiale est la qualité primordiale de ces sols et que, d'autre part, les phénomènes de dégradation de la structure peuvent être rapides.

Il est certain que, même si l'on prend garde de ne jamais laisser une parcelle dénudée, ce qui représente un des cas extrêmes, le simple fait de cultiver sans essayer de maintenir ou même augmenter le stock d'humus des terres aboutira à des résultats analogues, à une échéance évidemment plus lointaine.

*
* *

Du point de vue chimique, nous savons déjà que les bases échangeables sont principalement fixées par les colloïdes humiques : plus l'horizon superficiel est humifère, et plus il est riche en bases échangeables ; la différence entre les éléments nutritifs de cet horizon et ceux de l'horizon immédiatement inférieur est importante, d'une part, et, d'autre part, la répartition de ces éléments d'un point à l'autre d'une surface donnée est fonction de la richesse en matière organique, dont nous avons signalé l'hétérogénéité dans la répartition.

Il est donc évident, étant donné ce parallélisme entre les richesses en humus et en éléments nutritifs, que toute minéralisation de la matière organique entraînera une diminution de la fertilité chimique par amoindrissement du pouvoir fixateur du complexe colloïdal.

Il est certain que la culture provoque, si on n'y prend garde, une évolution dans ce sens. Dans le cas extrême de la dénudation des sols,

qui aboutit à des modifications rapides des propriétés physiques, on assiste, en particulier, à une chute spectaculaire des taux de phosphore et d'azote, aussi bien par les analyses de sol que par diagnostic foliaire (1).

Qu'à une destruction de l'humus corresponde une baisse de la quantité d'azote, c'est une conséquence directe de la minéralisation suivie de lessivage.

L'évolution du phosphore vers une forme non assimilable ou, au contraire, sa libération suivie d'entraînement, peut être considérée comme la suite normale de la destruction des composés d'adsorption phospho-humiques, bien que l'existence de ces complexes demeure controversée.

Il se peut également que nous assistions, dans ce cas, à une rétrogradation c'est-à-dire à une fixation à l'intérieur du réseau cristallin de l'argile, à la suite d'une pénétration dans les micelles, rendue possible par la disparition du revêtement humique.

De toute façon, l'interdépendance étroite qui existe entre la destruction de l'humus et la diminution des taux de phosphore assimilable est extrêmement nette, quelle que soit l'interprétation qu'on avance.

Il est à noter que l'évolution de la fertilité chimique, dans le cas de terrains dénudés, semble plus rapide que les modifications apportées à la structure, et se manifeste pour des temps de dénudation très courts, de l'ordre de 1 ou 2 cycles en saison des pluies seulement.

Il semble que pour les bases, fixées par adsorption sur les colloïdes humiques, les phénomènes de diminution de la fertilité soient moins rapides : en ce qui concerne le calcium, en effet, on n'enregistre pas aussitôt une diminution sensible, soit parce que le stock calcique (calcium base totale) est, assez souvent, bien représenté, et libère peu à peu cet élément pour le mettre à la disposition des plantes, soit parce que les gels calciques sont relativement plus stables que les autres. Le calcium d'ailleurs constitue la plus grosse part de la masse des cations échangeables, fixée sur l'ensemble des colloïdes tant argileux qu'humiques.

Le magnésium, par contre, souvent mal représenté, (taux de MgO total très variable, mais généralement faible), et qui forme avec les micelles des humates très mobiles, est peu à peu déplacé et entraîné, causant rapidement sur certaines plantes des maladies de carence.

Pour la mise en valeur de la Vallée du Niari, il est fondamental de bien comprendre ce problème de l'humus. Il convient donc, d'une part, d'éviter toute cause de destruction qu'on peut esquiver, et d'autre part, de mettre en œuvre des techniques destinées, soit à compenser les pertes inhérentes à la culture, soit à augmenter le stock humique dans des buts bien précis (cultures de plantes exigeantes, applications d'engrais chimiques, etc...).

(1) Rapports IRHO. Travaux de la Section de Loudima (Moyen-Congo).

Pour éviter toute cause de destruction rapide de l'humus, phénomène biologique, il est nécessaire de ne pas réunir en même temps les conditions optima de pullulation microbienne. En saison des pluies, en effet, au Moyen-Congo, le facteur humidité est évidemment optimum ; le facteur oxygénation l'est également, puisque le sol est travaillé pour y faire les deux cycles de culture ; le facteur température, enfin, est le seul sur lequel il nous est possible de jouer, par la couverture herbacée.

Il est donc absolument nécessaire d'utiliser des plantes de couverture s'installant rapidement sur les parcelles inutilisées, même pour un seul cycle ; il faut faire des semis denses, à des écartements rapprochés, pour assurer une bonne couverture des plantes cultivées ; il est contre-indiqué de laisser à l'abandon une parcelle dont le semis a été manqué, ou de laisser au cycle suivant des repousses dont la densité serait trop faible pour assurer une couverture continue.

Pour compenser les pertes d'humus inhérentes à la culture, il faut adopter un assolement qui ne soit pas trop intensif, travailler modérément le sol en utilisant un matériel aussi léger que possible, faire entrer enfin dans la rotation des engrais verts aussi souvent qu'il sera nécessaire. Il faut éviter le brûlage au défrichement, et incorporer au sol les résidus des récoltes. L'essentiel est de déterminer le meilleur engrais vert à utiliser, compte tenu des apports en faveur du sol, des exigences de la culture mécanisée et du prix de revient.

Lorsqu'on désire cultiver des espèces très exigeantes, ou s'il faut utiliser des engrais chimiques, il est nécessaire d'augmenter le pouvoir fixateur des colloïdes, et pour ce faire, il sera peut-être nécessaire, dans certains cas, d'avoir recours à des techniques plus brutales, telles que l'apport de fumier de ferme, l'adoption du mixed-farming ou l'utilisation de fumier artificiel.

Si de telles méthodes ne semblent pas être possibles à l'heure actuelle, il est certain néanmoins que, sur des cultures laissant une marge bénéficiaire importante, l'augmentation des rendements et de la valeur propre des terres serait une opération très payante.

RÉSUMÉ

La plupart des sols de la vallée du Niari sont des sols faiblement latéritiques à concrétions ferrugineuses, formés à partir de schisto-calcaire, sous savane très peu arbustive.

L'utilisation de ces sols très argileux (50 à 80 % d'éléments fins) en agriculture mécanisée pose de multiples problèmes, sur lesquels agit le facteur matière organique—humus.

La répartition de la matière organique est très irrégulière par suite de la diversité de la végétation d'une part, des effets locaux de l'érosion, d'autre part.

Les propriétés chimiques sont également très variables d'un point à un autre, par suite de différences lithologiques et surtout des variations du taux des colloïdes humiques et du degré d'évolution.

Malgré leur richesse en argile, ces sols ont une excellente structure qui paraît due à l'état floculé des colloïdes minéraux dans les conditions de pH (4,5 à 6,0), de saturation du complexe et de richesse organique.

Ces sols sont très meubles en saison des pluies, alors que la terre vierge est difficile à travailler en saison sèche bien qu'elle garde une bonne porosité.

Le problème que pose la culture mécanisée de ces terres est le maintien de cette structure favorable. Sur les pistes où la structure est détruite, la surface est extrêmement glissante en saison des pluies alors qu'en saison sèche elle se transforme en une couche de poussière impalpable.

Dans les pièces en culture, l'action mécanique des gouttes d'eau et le gonflement des colloïdes provoquent un délitement des agrégats. Ceci peut aller jusqu'au comblement des sillons mais la structure du matériel de remplissage n'est pas lamellaire.

La culture elle-même produit une dégradation plus lente de la structure, mais si la parcelle est laissée nue pendant un laps de temps plus ou moins long la modification de structure peut être très importante et permettre à l'érosion de se manifester (micro-érosion caractérisée par des dépôts à structure lamellaire et érosion en nappe sur les pentes).

Le départ de l'érosion est provoqué par la minéralisation de la matière organique. L'utilisation de matériel lourd peut l'amplifier par tassement et lissage superficiel et surtout par la création éventuelle d'une semelle de labour.

Même si la gestion est bonne, la culture entraîne une minéralisation plus ou moins rapide de l'humus et, par suite, une diminution corrélatrice de la fertilité chimique par amoindrissement du pouvoir fixateur du complexe colloïdal.

La destruction de l'humus entraîne une baisse de la teneur en azote mais aussi du phosphore assimilable, soit par libération suivie d'entraînement, soit par évolution vers une forme non assimilable ou par fixation à l'intérieur du réseau cristallin de l'argile (rétrogradation).

Les teneurs en bases baissent moins rapidement, ce qui est vrai surtout pour le calcium qui représente la plus grosse part de la masse des cations échangeables. Par contre le magnésium, déjà mal représenté, forme des humates très mobiles, d'où l'apparition possible de maladies de carence.

Ces observations dictent les précautions à prendre lors de la culture de ces terrains. Pour diminuer autant que possible les pertes en matière organique, il est essentiel d'assurer une bonne couverture du sol : densité de culture suffisante, plantes de couverture sur les par-

celles non utilisées. Il faut éviter le brûlage au défrichement et adopter une rotation pas trop intensive comportant des cultures d'engrais verts. Enfin, pour pouvoir cultiver des espèces très exigeantes et pouvoir utiliser des engrais minéraux, on devra avoir recours dans certains cas à l'apport de fumier de ferme ou de fumier artificiel. Ces techniques qui ne semblent pas économiquement possibles à l'heure actuelle, seraient peut-être très payantes sur des cultures laissant une marge bénéficiaire importante.

SUMMARY

THE HUMUS PROBLEM AND RATIONAL SOIL USE in mechanized cultivation of the Niari Valley

Most Niari valley soils, feebly lateritic with iron concretions, are formed from shale-limestone parent material, under a sparsely timbered savannah.

Mechanical cultivation of these soils, high in clay (50-80 % of fine particles) sets many problems with implication of the organic-matter -humus factors.

Distribution of organic matter is very uneven due to variations in vegetation and to local effects of erosion.

Chemical properties are also very variable due to lithological and humic colloïd variations and to the degree of evolution.

In spite their high clay contents the soils are of excellent structure apparently due to the flocculated state of the mineral colloïds for the conditions of: the pH (4.5-6.0), the complex saturations and organic matter content.

The soils are very friable in the wet season although virgin soils, in spite of their good porosity, are difficult to work in the dry season.

In mechanized cultivation the problem is the maintainance of this favourable structure.

In places where the structure has been destroyed, e.g. on paths, the surface gets very slippery in the wet season and very dusty in the dry season; the dust being impalpable.

In fields under cultivation, the impact of the rain drop and the swelling of the colloïds destroy the aggregates. This may end up by the furrows getting filled without layering.

Slower degradation is produced by cultivation itself and if the field is left without vegetation for some time modifications in the structure may become very important and erosion manifest (micro-erosion characterized by laminar structures and sheet-erosion on the slopes).

Erosion starts by mineralization of organic matter. Heavy machinery may hasten the process by packing or smoothing the earth and specially by producing a plough hardened sole.

Even in terms of good husbandry, cultivation induces a more or less rapid mineralization of humus with a correlative reduction of fertility obtained by the loss in fixation capacity of the colloid complexes.

Destruction of humus is followed by the fall of the nitrogen content and of the available phosphorus, which is either freed and lixiviated or evolves into a non-available form or is fixed in the clay crystal system (retrogression).

Bases contents diminish more slowly, specially in the case of calcium, which makes up the most part of the exchangeable bases. On the other hand, Magnesium already very low, combines into very soluble humates with the consequence that deficiency disorders may appear.

From the foregoing can be inferred the precautions to be taken in cultivation of the soils concerned.

Prevention of humus loss means vegetation cover, appropriate spacing of plants : fallows on unused lands. Avoidance of fire cleared reclamation and adoption of a not too intensive rotation comprising cultivation of cover crops.

Cultivation of crops with high requirements or the use of fertilizers are conditioned by manurings, either by farmyard or artificial manures.

These techniques apparently beyond the financial possibilities of the present times would probably be paying propositions applied to crops with high revenues.

Pédo

Afrique Équatoriale Française

**LE PROBLÈME DE L'HUMUS
DANS L'UTILISATION RATIONNELLE DES SOLS
DE LA VALLÉE DU NIARI
EN AGRICULTURE MÉCANISÉE
(MOYEN CONGO)**

par

J. M. BRUGIÈRE
*Maître de Recherches,
Chef de la Section Pédologie
de l'Institut d'Études Centrafricaines, Brazzaville*

Extrait des Comptes Rendus de la 2^e Conférence Interafricaine des Sols,
Léopoldville, 9 - 14 août 1954, pages 1223 à 1231, document n° 97

B 10460