

L'Hydromorphie dans les Sols des Régions Tropicales à Climat Soudanien d'Afrique Occidentale

Par B. Kaloga*)

Dix années de prospections pédologiques effectuées à diverses échelles (1/10 000ème à 1/500 000ème) au Mali (Haute-Vallée du Niger et études de détail diverses), au Sénégal (degré carré de Dalafi) et en Haute-Volta (bassins versants des Voltas Blanche et Rouge, et secteur Centre-Sud), ont permis d'analyser les différents types d'hydromorphie qui affectent fréquemment les sols des régions tropicales à climat soudanien.

Le Milieu

Les régions étudiées sont soumises au *climat* soudanien I des météorologues ou climat tropical pur des hydrologues (8) caractérisé par: une saison sèche bien marquée qui dure 5 à 6 mois, une saison des pluies unique pendant laquelle 70 à 75 % des précipitations tombe en trois mois et une température moyenne annuelle oscillant autour de 28 °.

Sur des *roches mères* variées (grès du continental terminal, grès siliceux primaires, et surtout formations birrimiennes: granites et migmatites, schistes et quartzites, roches basiques diverses), le modelé est en général celui de plaines, à pentes faibles à très faibles, dominées par des buttes cuirassées plus ou moins nombreuses, des inselbergs rocheux et éventuellement la «falaise» des grès primaires.

Les *reliefs* témoins appartiennent aux groupes de surfaces a) antéquatérnaires et b) quaternaires.

L'essentiel de la plaine est entaillé dans les matériaux kaolinitiques hérités des surfaces anciennes. Lorsque l'entaille a atteint la roche peu altérée, il se développe une altération de type montmorillonitique: c'est le cas sur une partie appréciable du territoire de Haute-Volta.

Dresch (2) qualifie ainsi le réseau hydrographique de ces régions: «les rivières ne constituent pas l'axe d'un réseau hydrographique organisé, elles ne rassemblent pas les eaux de la plaine. Aussi le déficit d'écoulement est-il énorme. L'écoulement ne s'organise que par secteurs discontinus. Un bas-fond est souvent un niveau de base local».

En conclusion, les caractéristiques climatiques, jointes aux caractéristiques géomorphologiques, sont très favorables au développement dans les sols des mécanismes et des caractères d'hydromorphie. – Au Mali, la nappe fluctue dans les sols inondés des zones basses et dans la plupart des sols exondés. – Dans le Centre-Sud de la Haute-Volta, et sur le degré carré de Dalafi, les nappes sont rares dans les sols exondés. L'hydromorphie dans ces sols est essentiellement due à un engorgement sans action de nappe. Ce phénomène est lié, en Haute-Volta, à un abaissement du niveau de base des rivières.

*) Centre ORSTOM de DAKAR (Sénégal)

21 FEVR. 1966

Centre ORSTOM. Fonds Documentaire

N° : 16.889

Cote B

L'hydromorphie dans les sols de régions soudaniennes du Mali

Nous étudierons deux toposéquences caractéristiques sur matériau kaolinitique qui ne sont en fait que les deux termes de la toposéquence théorique complète: une sur le glacis et une dans une plaine d'inondation.

a) Toposéquence sur le glacis:

La différenciation des sols de glacis est fonction entre autres facteurs des conditions de drainage:

1. bons drainages interne et externe: sol ferrugineux tropical de couleur rouge et à profil peu différencié.
2. drainage interne moyen, drainage externe bon: sol ferrugineux tropical à pseudogley de profondeur. Le profil ressemble au précédent dans sa partie supérieure. Il s'éclaircit progressivement en profondeur et comporte à la base un horizon ocre clair à plages blanchâtres, ou blanchâtre (si l'engorgement est très marqué), à nombreuses taches ou taches et concrétions rouille.
3. drainage interne et externe médiocres: sol ferrugineux tropical lessivé hydromorphe.

L'ensemble du profil s'éclaircit et les horizons de pseudogley remontent:

en surface: gris clair (gris bleuté à taches et canalicules rouille dès que le drainage externe est mauvais), sableux, structuré typiquement massive;

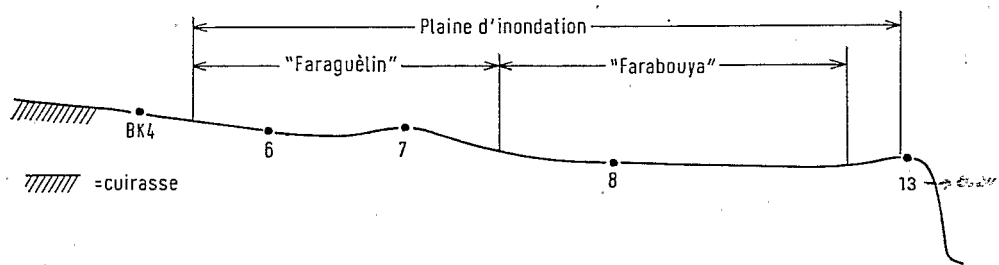
vers 15 à 20 cm: beige ocre, sableux à sablo-argileux, souvent à quelques taches et concrétions rouille;

vers 50 à 60 cm: beige clair, puis blanchâtre à nombreuses taches et concrétions rouille, avec souvent un intense concrétionnement à niveau supérieur bien tranché (niveau d'engorgement temporaire intense), structure polyédrique mal développée en profondeur, avec une cohésion d'ensemble forte.

Vers 1,60 m à 2 m cuirasse de nappe.

b) Toposéquence dans les plaines d'inondation

Une des toposéquences les plus caractéristiques est celle que nous avons observée dans la plaine d'inondation du fleuve Niger à Bankoumana.



1. Le profil BK 4 est un sol ferrugineux tropical lessivé à pseudogley de profondeur, avec intense concrétionnement puis cuirasse à faible profondeur.

2. Profil BK 6

0-11 cm: gris blanchâtre légèrement bleuté avec des plages gris plus foncé; très nombreux canalicules rouille et taches ocre; faiblement humifère; limono-sableux; structure massive à débit par gros blocs; cohésion très forte; porosité faible.

11-56 cm: gris clair intensément ponctué et vermiculé de fines taches et canalicules ocre, rares concrétions ocre; faiblement humifère; argileux; structure polyédrique large à tendance prismatique s'élargissant vers le bas, assez bien développée; revêtement humifère gris foncé sur certaines faces d'agrégats et dans certains canalicules; cohésion des agrégats forte; bonne porosité tubulaire.

56-135 cm: gris clair avec dans le haut des revêtements humifères gris foncé sur les faces des agrégats; très nombreuses taches et concrétions rouille et ocre, la plupart des concrétions sont friables; argileux; structure cubique grossière assez bien développée, devenant polyédrique, moins grossière et mieux développée dans la partie inférieure; cohésion des agrégats très forte.

135-190 cm: gris clair bleuté, marbré de plages ocre-rouille; très nombreuses concrétions rouge foncé; argileux; malléable.

à 190 cm: gris clair beuté marbré de taches ocre et noires avec des concrétions rouille; taches et concrétions diminuent en profondeur tandis que la couleur gris clair bleuté devient dominante.

Ce sol est soumis à un engorgement de surface par inondation et à un engorgement de profondeur par action de nappe fluctuante. En surface, l'engorgement n'est pas très marqué. Ses effets se limitent à un éclaircissement de la couleur, accompagné d'une ségrégation ferrugineuse peu intense. La tendance à la gleyification (couleur bleuté) est surtout due à la nature asphyxiante du matériau constitutif, limono-sableux à sables fins. La couleur gris blanchâtre faiblement bleuté, la structure massive, la cohésion d'ensemble forte, la texture limono-sableuse à limono-argileuse, sont les caractéristiques distinctives de ce type de sol hydromorphe dans la Haute-Vallée du Niger. Ils sont désignés en Malinké sous le nom de »faraguèlin«, de »fara« = sol inondé, et »guèlin« = dur. L'engorgement de profondeur commence à 56 cm. Il se manifeste par un éclaircissement de la couleur, une forte redistribution du fer, une structure cubique grossière. Il est plus intense et plus durable dans les deux derniers horizons à pseudogley typique (horizons marbrés). A la base du profil, il est quasi-persistant: le pseudogley cède progressivement la place au gley.

3. Profil BK 7

L'engorgement de profondeur peut être moins persistant dans les sols du type BK 6 qui présentent alors en profondeur un pseudogley à taches et une structure polyédrique moyenne à sous-structure polyédrique fine dès que la texture devient argileuse, et que l'engorgement est assez intense. Cette structure s'élargit avec la profondeur. C'est le cas du profil BK 13. On retrouve partiellement ce phénomène dans le profil BK 7. Celui-ci se distingue du BK 6 par un deuxième horizon à texture argileuse et à structure polyédrique moyenne et petite bien développée.

4. Profil BK 8

0-15 cm: cultivé; finement piqué de taches gris bleuté dominantes, et de taches ocre et jaunes; paraît faiblement humifère; argileux; structure polyédrique grossière bien développée, sous-structure polyédrique moyenne et petite assez bien développée; cohésion d'ensemble faible; bonne porosité d'agrégats et bonne porosité tubulaire grossière.

15-35 cm: couleur identique mais où le gris n'est pas dominant; paraissant faiblement humifère; argileux; structure polyédrique petite très bien développée devenant par endroits polyédrique

moyenne; faces des polyèdres recouvertes de matière organique de migration brun grisâtre; cohésion d'ensemble faible.

35-70 cm: ocre brunâtre à fines concrétions rouille cassables à l'ongle; faiblement humifère; argileux; structure prismatique large assez bien développée, sous-structure polyédrique grossière et moyenne, moyennement développée; cohésion des gros prismes assez forte.

70-110 cm: gris blanchâtre à très nombreuses concrétions arrondies, rouille, non cassables entre les doigts et nombreuses taches ocre et jaunes; argileux; structure prismatique grossière bien développée; cohésion des agrégats très forte.

110-140 cm: très nombreuses taches rouille, moyennes à très petites, dominantes, et taches gris blanchâtres; nombreuses concrétions rouille parfois noires au centre; argileux, structure peu développée, (horizon très humide): amorce d'un réseau de fines fentes de retrait délimitant de grands polyèdres.

Ce sol est soumis à un double engorgement de surface par inondation (0-35 cm), et de profondeur par action d'une nappe fluctuante (à partir de 70 cm). Entre les deux existe une zone d'engorgement moins intense. En profondeur, l'engorgement est longuement persistant (nappe à 1,5 m à la fin de la saison sèche) et donne un pseudogley modal: intense mobilisation et redistribution du fer, structure élargie de type prismatique; cohésion des agrégats très forte. En surface l'engorgement est brusque, intense, mais très temporaire: la ségrégation ferrugineuse est assez diffuse, la structure est fine et très bien développée.

Lorsque la structure n'est pas dégradée par la culture, elle est grumeleuse à grenue très bien développée dans les zones à forte densité racinaire, polyédrique moyenne très bien développée ailleurs. Les racines aident donc à l'affinement de la structure mais ne jouent pas un rôle prépondérant dans sa genèse. En effet, la structure des sols du type BK 6 reste massive malgré la présence de très nombreuses racines. Cette structure fine de surface, corrélative d'une cohésion d'ensemble faible, est la caractéristique distinctive essentielle de ces sols. Leurs noms vernaculaires: sols »bouya« (faciles à travailler) ou »dakissèdougou« (sols à aspect de graines d'Hibiscus sabdariffa) sont très précis et évocateurs.

5. Profil BK 13

Localement, dans la même plaine, mais en dehors de la toposéquence décrite ici, la présence de mares temporaires permet le développement de sols à hydromorphie persistante sur l'ensemble du profil. Sur les bords de la mare de Soungou, les sols se rapprochent du profil BK 8, mais la structure est plus grossière et liée à l'engorgement plus persistant; structure polyédrique grossière très bien développée, à surstructure cubique large (5 à 55 cm). En dessous de 55 cm, le sol est presque malléable.

Dans le profil BK 13 situé au fond de la mare, l'engorgement est persistant sur la totalité du profil. L'accumulation de matière organique y est plus élevée que dans les sols du type BK 8.

0-30 cm: gris bleuté à nombreuses et fines alvéoles tapissées de brun rouille; humifère, argileux; structure polyédrique à cubique large; grandes fentes de retrait en surface; humide à partir de 5 cm; porosité type mie de pain.

30-45 cm: lit de sables grossiers non cohérent, avec quelques poches argileuses.

45-110 cm: gris clair bleuté à grandes taches rouille dominant le fond gris; argileux; structure inappréciable (trop humide). Nappe à 110 cm.

à 110 cm: nappe.

L'étuc

Er

a) pe

b) 1

2

La di

de l'in

a) Les

1. Les

Les m

domin

blanch

stituer

gation

ferrug

Cepen

sols. I

clair p

mais à

hérité

chent

sur

Sur la

non in

savani

seyal,

suivar

0-14 c

à gross

14-24

les doi

à bien

à surst

Conclusion

L'étude de cette toposéquence permet d'établir le schéma de différenciation suivant:

| Engorgement | Texture | Sols |
|----------------------------|------------------|---|
| a) persistant | | à pseudogley modaux à structure grossière/large prismatique/cubique |
| b) 1 temporaire et intense | α) argileuse | à pseudogley à structure petite de type polyédrique |
| 2 temporaire et faible | β) non argileuse | à pseudogley modaux à structure large ou massive |

La différenciation des sols à structure grossière ou massive nécessite un amortissement de l'intensité des alternances d'humectation et de dessiccation.

L'Hydromorphie dans les sols du Centre-Sud de la Haute-Volta et du degré carré de Dalafi (Sénégal)

a) Les sols sur matériau kaolinitique

1. Les sols des glacis sur matériau kaolinitique ancien

Les matériaux bigarrés à faciès typique de pseudogley: grandes taches rouille ou rouges dominantes, anastomosées sur un fond rose pâle, blanc rosé, gris clair plus ou moins blanchâtre, sont d'anciens matériaux sous cuirasse. Ils affleurent ou presque, ou constituent les horizons B des sols ferrugineux tropicaux remaniés. Les caractères de la ségrégation ferrugineuse sont ainsi principalement hérités des matériaux anciens dans les sols ferrugineux tropicaux et sont indépendants des conditions actuelles d'hydromorphie.

Cependant des phénomènes d'engorgement actuel apparaissent assez fréquemment dans ces sols. Ils se traduisent en surface dans les matériaux d'apport récent par une couleur gris clair parfois bleuté à fines taches rouille ou ocre, une matière organique peu abondante mais à rapport C/N relativement élevé. En profondeur, dans les matériaux à pseudogley hérité, leurs effets ne sont pas discernables de ceux des facteurs anciens. Les sols se rapprochent morphologiquement des sols ferrugineux tropicaux hydromorphes du Mali.

sur alluvions et colluvions argileuses

Sur la route de Koudougou à Ténado, 2,4 km avant la Volta Noire, sur une large plaine non inondable à pente très faible (environ 0,5 %, s'étendant sur 5 km) on trouve sous savanne à *Anogeissus leiocarpus* *Combretum* sp. arborescents ou par endroits à *Acacia seyal*, *Anogeissus leiocarpus* avec *Myrtagyna inermis*, *Balanites aegyptiaca* le profil le suivant:

0-14 cm: gris brun rouge 5 YR 5/2; humifère; limono-argileux; structure prismatique moyenne à grossière bien développée; sous-structure polyédrique grossière à large, à tendance prismatique.

14-24 cm: gris-brun, 10 YR 5/2 à assez nombreuses petites concrétions rouille non cassables entre les doigts; humifère; structure variable: tantôt polyédrique grossière, moyenne et petite assez bien à bien développée selon les endroits, tantôt polyédrique très grossière moins bien développée à surstructure prismatique grossière; cohésion d'ensemble moyenne.

27-42 cm: brun plus clair 10 YR 5,5/3, à assez nombreuses très petites taches et concrétions rouille; encore humifère; argileux; structure polyédrique grossière moyenne à fine assez bien développée; cohésion d'ensemble moyenne à faible selon endroits.

42-58 cm: brun jaune clair, 10 YR 6/4, à nombreuses petites concrétions rouille, non cassables à la main; argileux; structure polyédrique grossière, et moyenne à fine assez bien développée, surstructure prismatique moyenne à petite; cohésion d'ensemble faible.

58-160 cm: gris blanchâtre 10 YR 7/1 à nombreuses taches ocre à rouille pâle, diffuses; argileux, structure prismatique à polyédrique à angles rentrants fréquents, à arêtes très vives, de taille très petite ou fine avec alors une tendance à l'écaillage; les agrégats s'individualisent par desquamation successive; structure très bien développée, les agrégats s'éboalent au moindre choc; cohésion d'ensemble très faible.

La structure s'affine et est mieux développée à mesure que le pseudogley s'affirme. Ce phénomène s'observe également à l'échelle du paysage: «la relation de cause à effet liant ce type de structure à l'hydromorphie peut être établie empiriquement par l'observation de chaînes de sols où l'on voit, en descendant la pente, cette structure apparaître en même temps que le pseudogley et affecter progressivement l'ensemble du profil» (1). Le très bon développement de structure très fine par desquamation successive est le résultat de tensions gagnant progressivement le centre des unités structurales plus grandes. En profondeur, ces tensions naissent des alternances d'humectation et de dessiccation.

Au Sénégal Oriental, les sols hydromorphes de glaciaires sur matériaux colluviaux argileux ont une faible tendance verticale: la structure est prismatique grossière dans la partie supérieure du profil, puis prismatique petite à très petite, à faces de décollement horizontales à revêtements argileux mats. A la base du profil, la structure est prismatique moyenne à petite, à faces de décollement obliques à revêtements argileux mats, parfois striées. On observe souvent des revêtements de sables fins blanchis sur les faces des agrégats.

Les sols des dépressions et plaines alluviales:

Leur différenciation est identique à celle des sols du Mali.

b) Les sols sur matériau montmorillonitique

Leur différenciation dépend des conditions du drainage interne dans le profil, liées à la position topographique et à la proportion de minéraux gonflants:

| Capacité de Gonflement | Humectation | Drainage Interne | Sols |
|------------------------|--|--|---|
| Elevée | Suffisante de l'ensemble du profil | Mauvais Moyen à Bon | Vertisols Sols bruns eutrophes |
| | Suffisante limitée à la partie supérieure du matériau gonflant | Très mauvais à la partie supérieure du matériau gonflant | Sols à faciès morphologique de solonetz solodises |
| Moyenne à Faible | Suffisante de l'ensemble du profil | Variable | Sols bruns eutrophes |

Lorsque vertisols et sols bruns eutrophes sont soumis à un engorgement intense mais de faible durée, on peut y observer des taches rouille ou brun rouille se superposant à la couleur brune du sol, mais pas de taches éclaircies. Cet engorgement peut se traduire dans

les sols bruns eutrophes, par une structuration prismatique petite ou polyédrique grossière à petite très bien développée. Lorsque l'engorgement est intense et prolongé, il induit dans les vertisols, une tendance à la gleyification: couleur grise à tendance bleuté. Dans les sols bruns eutrophes, l'engorgement prolongé induit une ségrégation ferrugineuse du type pseudogley: couleur pâle ou gris blanchâtre à taches rouille, rouges, parfois à concrétions ferrugineuses rouille et ferro-manganifères noires. Cette condition n'est le plus souvent réalisée qu'en profondeur. En somme, la ségrégation ferrugineuse, surtout du type pseudogley, n'apparaît que difficilement dans les vertisols et les sols bruns eutrophes. Cela peut être dû à une mobilité réelle faible du fer, dans ces sols, celui-ci étant plutôt intégré dans le réseau des argiles, ou (et) à une stabilité particulière du complexe argilo-humique de couleur foncée.

Par contre dans les sols à faciès solonetz ou solonetz solodisés, l'engorgement généralement bien prononcé au-dessus du matériau gonflant, induit un pseudogley par une couleur gris blanchâtre à gris clair à taches ocre et rouille dans la partie supérieure du matériau gonflant et une couleur gris beige à gris blanchâtre à taches rouille, brun rouille ou ocre dans les matériaux superficiels sableux.

Conclusion

L'hydromorphie est un processus de différenciation important sur les glacis soudaniens. L'engorgement temporaire se traduit dans les sols kaolinitiques par un pseudogley à taches ou à taches et concrétions ou, dans certaines conditions, par une structure relativement fine de type polyédrique ou prismatique. Mais les caractères de pseudogley peuvent être principalement hérités de pédogénèse anciennes (sols à pseudogley hérité). Dans les sols montmorillonitiques, le pseudogley n'apparaît facilement que dans les sols de type solonetzique.

Bibliographie

1. *Boulet, R.*: Etude pédologique de la Haute-Volta Région Centre-Nord, 1968, ORSTOM Centre de DAKAR.
2. *Dresch, J.*: Revue de Géomorphologie Dynamique, 1, 4, 39-44 (1953).
3. *Kaloga, B.*: Modernisation rurale dans la Haute-Vallée du Niger Mission LEYNAUD-ROBLOT. Reconnaissance pédologique de la Haute-Vallée du Niger - Bureau pour le Développement de la Production Agricole (B.D.F.A.) (1961 a).
4. *Kaloga, B.*: Etude pédologique de diverses vallées et plaines de la République du Mali. Cuvette de Sourbasso. ORSTOM Centre de DAKAR (1961 b).
5. *Kaloga, B.*: Etude pédologique de diverses vallées et plaines de la République du Mali. Cuvette de Ségala. ORSTOM Centre de DAKAR (1961 c).
6. *Kaloga, B.*: Reconnaissance pédologique des bassins versants des Voltas Blanche et Rouge. I. Etudes Pédologiques. ORSTOM Centre de DAKAR (1964).
7. *Kaloga, B.*: Etude pédologique de la Haute-Volta Région Centre-Sud. ORSTOM Centre de DAKAR (1969).
8. *Rodier, J.*: Régions hydrologiques de l'Afrique Noire à l'Ouest du Congo. ORSTOM, Paris, Mémoire n° 6, 1 vol. (1964).

Résumé

Dans les régions tropicales à climat soudanien de l'Afrique occidentale, les caractéristiques climatiques, géomorphologiques et pédologiques favorisent le développement de l'hydromorphie dans les sols.

Il s'agit d'une hydromorphie temporaire dont les manifestations morphologiques, variables selon son intensité, sa durée et la nature du matériau dans lequel il a lieu, sont le développement d'un pseudogley modal plus ou moins marqué et d'une structure petite à fine.

Zusammenfassung

In den tropischen Gebieten mit sudanesischem Klima in West-Afrika begünstigen die klimatischen, geomorphologischen und pedologischen Eigenschaften die Entwicklung der Hydromorphie in den Böden.

Es handelt sich um eine zeitweilige Hydromorphie, deren morphologische Manifestationen, variabel je nach ihrer Intensität, Dauer und Eigenschaft des Materials, in dem es stattfindet, sind:

- die Entwicklung eines modalen, mehr oder weniger ausgeprägten Pseudogleys,
- die Entwicklung einer kleinen bis feinen Struktur.

Summary

The climatic geomorphological and pedological characteristics in the tropical regions of Sudanese climate of Western Africa favour the development of hydromorphy in the soils.

This is a temporary hydromorphy, the morphological manifestations of which, variable according to its intensity, its duration and the nature of the material wherein it takes place are:

- the development of a moderate pseudogley, more or less marked
- the development of a structure from small to fine.

Transactions
of Commissions V and
VI of the Int. Soc.
Soil Sci.

Verhandlungen
der Kommissionen V
und VI der Int.
Bodenk. Gesellsch.

Comptes rendus
des Commissions V et
VI de l'Ass.Int. de la
Science du Sol

Pseudogley & Gley

Genesis and Use of
Hydromorphic Soils

Genese und Nutzung
hydromorpher Böden

Génèse et utilisation
des sols hydromorphes

edited by

herausgegeben von

édités par

Ernst Schlichting & Udo Schwertmann

Verlag Chemie

33

21 FEVR. 1985

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° : 16.888 → 16890

Cote : B