

INFLUENCE DE LA VARIABILITE SPATIALE DES CARACTERISTIQUES PHYSIQUES DES SOLS SUR LA DYNAMIQUE HYDRIQUE D'UNE BARRE PRELITTORALE (Plaine côtière ancienne de Guyane française)

P. ANDRIEUX¹

Résumé

L'objet de cette communication est de préciser l'influence des caractéristiques physiques des sols sur le fonctionnement hydrique d'une barre pré littorale, représentative des cordons sableux pléistocènes de la plaine côtière ancienne de Guyane française. D'autre part, différentes hypothèses concernant les caractéristiques des sédiments sableux originels et leurs transformations sous l'influence de processus pédogénétiques et du fonctionnement hydrique actuels ou passés sont envisagées.

Abstract

The aim of this paper is to specify the influence of soil physical parameters on the soil moisture regime of sedimentary interfluvium (old offshore bar). The latter is representative of the sandy pleistocene bars in the old coastal plain in french Guiana. Various assumptions about the characteristics of the original sandy sediment and their evolution under the influence of pedogenetic processes and actual or previous soil moisture regimes are considered.

Mots clés : Sol, topographie, fluctuation de nappe, conductivité hydraulique à saturation, pédogénèse, Guyane française.

Keywords : Soils, topography, water-table level, saturated hydraulic conductivity, pedogenesis, French Guiana.

INTRODUCTION

L'étude des relations existant entre la dynamique de la nappe, les contraintes du milieu et les principales caractéristiques physique du sols s'avère complexe. Différents facteurs interviennent dans les mécanismes évolutifs : le climat, la végétation, la topographie, le type de sol, les flux hydriques profonds. Par

(1) INRA, Science du Sol, 34060 Montpellier Cédex 1

ailleurs, les mesures effectuées sont dans la majorité des cas ponctuelles alors que les processus auxquelles elles font référence concernent des échelles spatiales relativement grandes.

Dans ce contexte, sur un site dont les caractéristiques de milieu et les organisations pédologiques sont parfaitement connues je vais essayer de préciser quels sont les déterminants du fonctionnement hydrologique.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Le site expérimental

Le site d'étude est constitué par une portion de barre pré littorale située au sein de la savane de Corossony (lat. 5°22'N, long. 53°W). Il couvre une superficie de 16 ha. La barre choisie est représentative du système de barres larges et planes des savanes sableuses soulignées par un réseau de thalwegs peu dense et à drainage naturel peu efficace (FAVROT et al., 1987). La couverture pédologique étudiée fait partie d'un système de transformation classique (GRIMALDI et al. 1986; 1987). La barre est bordée par deux thalwegs convergeant vers un exutoire naturel. Trois zones topographiques sont identifiées (Fig. 1) : le sommet aplani (altitude moyenne de 6,70 m), les versants à pente inférieure à 6% et les deux bas-fonds dont la cote du point le plus bas à l'aval est à 2 m.

Une série de sondages profonds (3 à 6 m de profondeur) a permis d'identifier les trois ensembles de matériaux classiquement rencontrés sur la plaine côtière ancienne. Des analyses granulométriques complètent les observations morphologiques de terrain. On observe de la profondeur vers la surface:

- les matériaux d'altération du socle (entre 0 et 2 m d'altitude absolue) : sables grossiers blanchâtres quartzeux montrant des facettes à angles vifs ;

- l'argile Coswine (entre 2 et 3 m) : argile gris-bleutée compacte et peu perméable, à acidité très marquée, riche en $Al_{\text{éch}}$ et en fer. Ce niveau est quelquefois surmonté par un mince lit argilo-sableux gris à volumes rouges contenant des graviers plats. Ceci semble indiquer que ce niveau argileux et les matériaux sus-jacents résultent de deux dépôts différents ;

- le faciès sableux Coswine (au-dessus de 3 m) : la tranche inférieure de ce dépôt est généralement constituée par un niveau peu épais (env. 60 cm) à texture globalement plus sableuse, puis par un ensemble de matériaux sablo-argileux à argilo-sableux de 1 à 3 m d'épaisseur parsemé par de nombreuses lentilles sableuses ou argileuses. Cet ensemble de couleur ocre est ponctué par de larges

volumes rouges. La partie supérieure de ce niveau, d'épaisseur moyenne 1 à 1,20 m, est très sableuse. Une discontinuité texturale - correspondant au passage des horizons sableux de surface (<5% d'argile) aux horizons plus argileux (20 à 25% d'argile) - est mise en évidence sur une grande partie de la barre. Elle est plus ou moins marquée suivant les sols.

La différenciation pédologique s'exprime essentiellement dans les 120 premiers cm. Tous les principaux types de sols de la plaine côtière ancienne sont représentés. Ils se caractérisent par une grande variabilité de faciès et sont marqués par des changements rapides de couleur et de texture. Les sondages et profils soulignent cependant les variations continues des organisations pédologiques. Le passage d'un sol à l'autre est rapide mais il n'est jamais brutal. Les quatre unités de sols identifiées occupent, comme partout dans la savane, des positions bien précises au sein du relief (Fig. 1) :

- les podzols, blancs en surface, s'observent sur le sommet, dans l'axe de la barre ;
- les sols ferrallitiques, de couleur rouge-orangée, occupent la zone de rupture de pente ;
- les planosols, jaunes, sont localisés sur les versants à pente faible ;
- les sols hydromorphes alluviaux, noirs en surface, se rencontrent dans les thalwegs.

1.2. Méthodes

L'étude du fonctionnement hydrique de la barre a été réalisée par l'intermédiaire de deux dispositifs distincts.

Un premier dispositif nous a permis de suivre l'évolution sur trois cycles climatiques complets, à l'échelle décadaire, de deux variables d'état : la hauteur piézométrique de la nappe et la teneur en eau volumique. Les mesures sont effectuées à l'aide de piézomètres et d'un humidimètre à neutrons. Ce dispositif est constitué par un ensemble de 18 stations piézométriques et de six stations neutroniques réparties sur trois transects - un transect axial et deux transects perpendiculaires - pour caractériser les principales zones topographiques et les différentes unités de sols identifiées sur la barre.

La mesure de la conductivité hydraulique à saturation a été effectuée en utilisant la méthode dite des "tests de Porchet" à charge variable. Les mesures ont été réalisées aux noeuds d'une grille carrée de maille 50 m, sur une profondeur d'environ trois mètres par approfondissement successifs.

2. RESULTATS

2.1. Piézométrie et humidimétrie

Les relevés effectués en phase de recharge ou de rabattement de la nappe montrent que les épisodes climatiques conditionnent largement les fluctuations piézométriques, lesquelles concernent les trois premiers mètres de sol.

Une typologie des stations de mesure permet de distinguer trois groupes suivant la fréquence de saturation en eau du premier mètre de sol. D'une façon plus globale, cette typologie montre que mis à part les sols ferrallitiques, pour lesquels le premier mètre est faiblement saturé, tous les autres sites sont affectés par la présence de la nappe dans les deux premiers mètres de sol durant plus de 85% des décades.

La typologie peut être expliquée par plusieurs facteurs étroitement corrélés, dont trois apparaissent déterminants : l'altitude par rapport à l'exutoire, l'éloignement par rapport à l'exutoire et le type de sol. Etant donné que les différents types de sols occupent des positions topographiques spécifiques, induisant une plus ou moins bonne aptitude à drainer les eaux de surface, il est difficile de déterminer parmi ces trois critères celui qui est le moteur essentiel de la forme et de la dynamique de la nappe.

D'une façon générale et quel que soit l'épisode climatique, la surface de la nappe épouse la surface topographique de la barre. Un décrochement entre ces deux surfaces est cependant constaté au niveau des sols ferrallitiques en période de remontée et de rabattement de nappe (Fig. 2). Cette manifestation semble être le témoin d'une différence de cinétique hydrique entre les sols ferrallitiques et les autres sols.

2.2. Les conductivités hydrauliques à saturation

Trois couches de sol sont distinguées: les horizons de surface cultivés à densité racinaire élevée (0 à 50 cm), les horizons situés entre 50 cm et la Discontinuité Texturale (DT) et les horizons de profondeur (DT - Niveau Imperméable). L'analyse des valeurs ponctuelles de conductivité souligne leur forte variabilité. Les cinquante premiers centimètres sont caractérisés par une variabilité plus élevée que celle notée dans les horizons sous-jacents.

La mise en évidence d'une structure (distribution spatiale non aléatoire) de la conductivité hydraulique à l'échelle de la barre pré littorale permet d'effectuer une interpolation (par krigeage) des valeurs mesurées. Une carte des conductivités est obtenue pour chaque couche et peut alors être comparée à la carte des sols.

L'existence de la structure spatiale de la conductivité ne peut cependant être directement reliée à la distribution des sols. D'une façon générale seuls les sols ferrallitiques s'individualisent clairement : ils correspondent pour les trois couches de sol aux valeurs de conductivité les plus élevées.

3. DISCUSSION ET CONCLUSION

Ces différents résultats soulignent l'importance de la variabilité spatiale des caractéristiques physiques du système géomorphologique et pédologique étudié. Il nous semble plus particulièrement intéressant de développer deux points essentiels : d'une part apprécier l'influence des sols sur le fonctionnement hydrique de la barre et d'autre part émettre quelques hypothèses sur les processus qui ont conduit le matériau originel à évoluer et se transformer en sols ferrallitiques, podzols et planosols.

En ce qui concerne le premier point nous apportons des éléments concrets. Les sols, organisés en système à l'échelle de l'interfluve, occupent des positions topographiques remarquables qui sont le reflet de la distribution des sols au sein des paysages des savanes sableuses. La relation existante entre la topographie et les sols apparaît de façon très nette. Les organisations pédologiques étant suffisamment différenciées, il semblait possible d'associer à chacune d'entre elles un comportement hydrique moyen. Les résultats des observations et mesures montrent qu'en toute rigueur deux types de cinétique hydrique seulement s'identifient. Le fonctionnement hydrique des sols ferrallitiques apparaît distinct de celui des planosols, podzols et sols hydromorphes alluviaux.

La forme de la nappe dépend directement des conditions aux limites, c'est à dire de la position des thalwegs et de l'exutoire par rapport à l'axe de la barre, mais aussi de l'hétérogénéité spatiale des conductivités (ANDRIEUX, 1990). Nous montrons, à l'aide d'un modèle d'écoulements en milieu saturé, que la forme de la nappe ne peut être reproduite si l'on suppose le milieu homogène (une valeur moyenne de K_s). Les liens existants entre la variabilité spatiale des conductivités et les sols est quant à elle moins évidente. La dynamique et la forme de la nappe semblent régis par la combinaison de quatre paramètres: le relief, les conditions aux limites, l'hétérogénéité spatiale des conductivités hydrauliques et dans une moindre mesure des sols.

En ce qui concerne le second point nos résultats et observations nous amènent d'une part à confirmer certaines hypothèses émises antérieurement, et d'autre part à en envisager d'autres.

La forte différenciation pédologique, tant latérale que verticale, témoigne d'une pédogénèse passée ou récente particulièrement intense. On distingue d'une façon générale à l'échelle d'un profil de sol trois ensembles d'horizons: en profondeur les horizons C résidus probables du matériau originel à tendance sableuse, les horizons B sablo-argileux à argilo-sableux, puis en surface les horizons A sableux. Cette variabilité qui s'exprime tant du point de vue morphologique que du point de vue de la couleur des sols pose le problème de la transformation, classiquement admise par les différents auteurs, d'une couverture ferrallitique initiale. Les résultats de datation C14 des composés organiques effectuées par TURENNE (1977) montrent, sur d'autres sites, qu'après une phase de ferrallitisation ancienne, la podzolisation des matériaux pédologiques a débuté par les points les plus hauts de la chaîne de sols et a progressé vers l'aval. Pour TURENNE la transformation du sol ferrallitique initial en podzol est la conséquence, en surface, d'un appauvrissement latéral en argile et d'un lessivage vertical et, en profondeur, d'un soutirage (entraînement d'argile sous l'action de la nappe). Ces processus ont été accompagnés par une hydromorphie générale consécutive à une remontée du niveau de la mer et par conséquent du niveau de la nappe.

Nous avons été amenés pour notre part à envisager deux hypothèses de travail sur les caractéristiques du dépôt sableux Coswine (qui constitue la base actuelle du niveau sableux Coswine= horizons C): il était à l'origine soit hétérogène soit homogène. Nous avons écarté d'emblée la première hypothèse du fait de l'absence de discontinuité texturale sur les sols ferrallitiques.

Les courbes granulométriques cumulées d'échantillons prélevés dans les horizons A, B et C sont toutes semblables et confirment qu'il s'agit bien d'un même matériau. L'existence d'une discontinuité texturale observée sur les podzols et planosols d'une part, et l'hétérogénéité spatiale de la conductivité hydraulique constatée sur toute la barre d'autre part, montrent que différents processus pédogénétiques sont venus se surimposer à la ferrallitisation initiale et aux processus de podzolisation et planosolisation.







Parmi ces mécanismes il y en a deux qui ont pu jouer un rôle tout à fait important. Le premier a déjà été envisagés par TURENNE (1977) et par GRIMALDI et al. (1987) ; le second n'a jamais été envisagé ni discuté. Il s'agit d'une part de la dissolution d'argile (hydrolyse lente en milieu drainant et dilué)

dans les horizons de surface, envisageable du fait d'une sensible accumulation corrélative des sables fins et grossiers dans ces horizons (LEGROS, 1982), et d'autre part de l'argillification des horizons intermédiaires (horizons B). A tous ces mécanismes, viennent s'ajouter des processus d'hydromorphie qui s'expriment actuellement par une ségrégation du fer très visible dans les horizons B et C. Ces processus résultent de l'évolution du régime hydrique au cours du temps, notamment des fluctuations du niveau de la nappe.

La transformation du sol ferrallitique initial aboutit, dans les conditions où la saturation est maximale à un planosol (versants aplanis des barres) et dans les conditions où la saturation est moins poussée à un podzol (sommet de barre).

BIBLIOGRAPHIE

- ANDRIEUX P., 1990 - Influence de la variabilité spatiale des caractéristiques physiques des sols sur le bilan hydrologique. L'exemple d'un système de sols sur barre pré littorale (Guyane française). Thèse Doctorat, Univ. Sc. et Tech. du Languedoc, Montpellier, 190 pp.
- FAVROT J.C., LAGACHERIE P., BOUZIGUES R., ANDRIEUX P., BARTHES B., VINCENT B., 1987 - Etude des sols du Secteur de Référence de la Savane guyanaise (plaine côtière ancienne) en vue de l'assainissement drainage. Rapport général (rapport de synthèse et 3 cartes 1/5.000). INRA, Science du Sol, Montpellier, n° 581, 412 pp.
- GRIMALDI M., VEILLON L., BOULET R., 1986 et 1987 - Etude pédologique de la ferme de St Elie. Rapports de travail. ORSTOM, Pédologie, Cayenne, P241 et P242, dact. 37 et 13 pp.
- LEGROS JP., 1982 - L'évolution granulométrique au cours de la pédogénèse. Thèse Etat, Univ. Sc. et Tech. du Languedoc, Montpellier, 436 pp.
- TURENNE JF., 1977 - Modes d'humification et différenciation podzolique dans deux toposéquences guyanaises. Mémoire ORSTOM n° 84. Ed. ORSTOM, Paris, 167 pp.

-  Ferrallitique conservé
-  Ferrallitique dégradé
-  Podzol
-  Planosol jaune
-  Planosol blanc
-  Hydromorphe alluvial

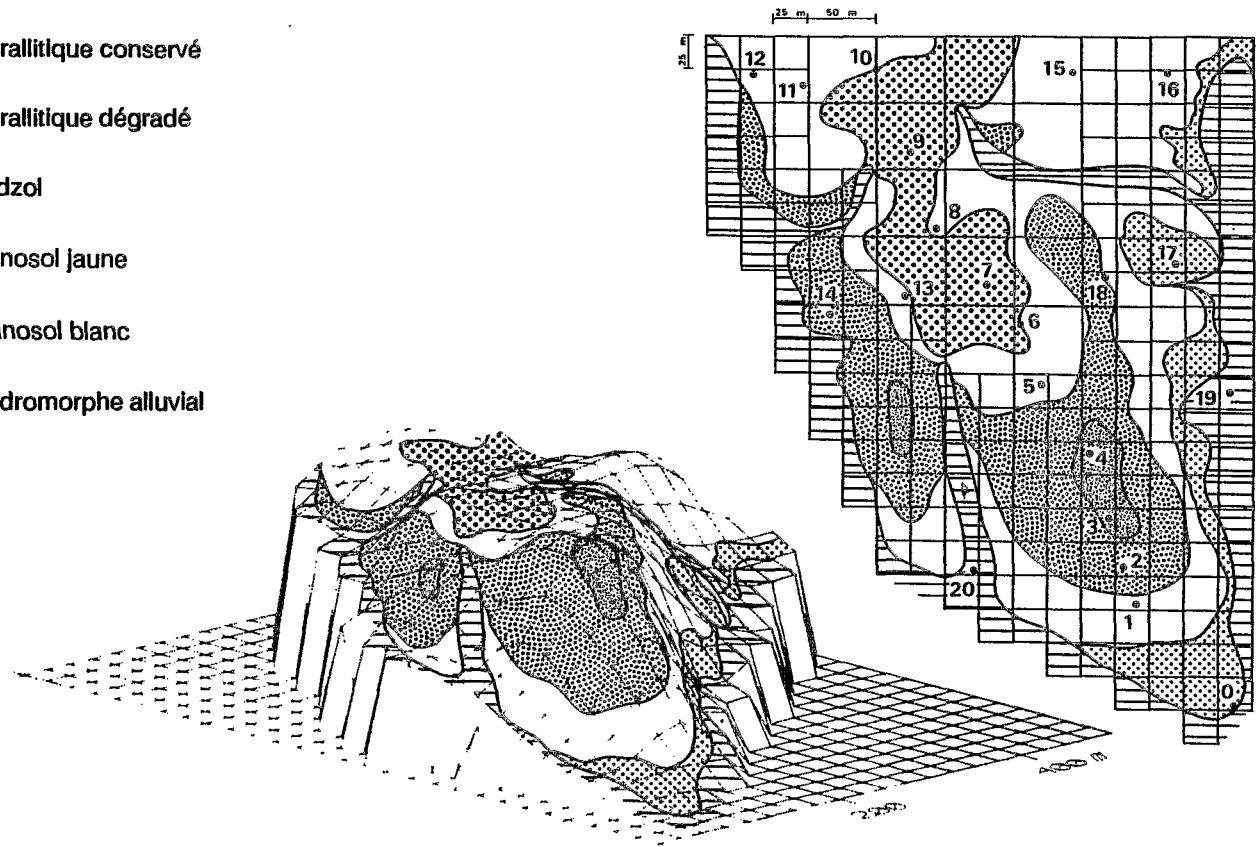


Fig. 1 - Carte des sols et surface topographique.

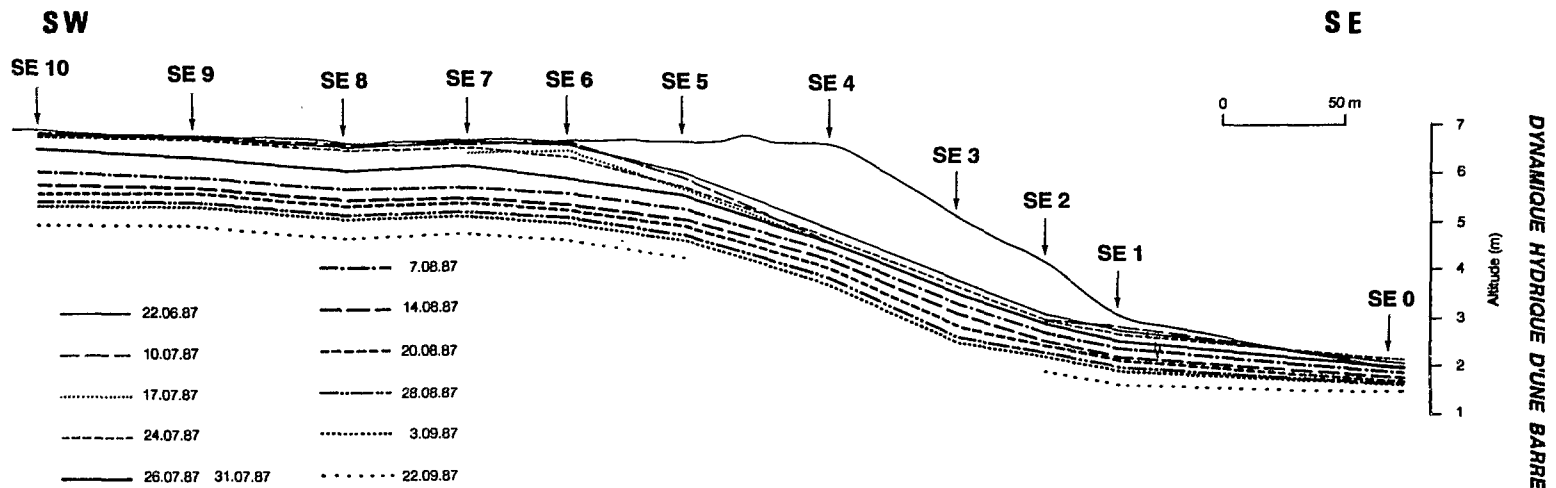


Fig. 2 - Exemple d'évolution des niveaux piézométriques en période de rabattement sur le transect axial de la barre (saison sèche 1987 : 22-06 au 22-09).