

# Etude des propriétés physiques des sols de savane du plateau manganésifère Okouma (Gabon) en zone équatoriale

*Study of physical properties of Savannah soils on the Okouma manganiferous plateau (Gabon) under humid equatorial conditions*

S. Emame MBA<sup>(1)</sup>, A. EDOU-MINKO<sup>(2)</sup>

(1) Ecole Normale Supérieure de Libreville (Gabon)

(2) Université des Sciences et Techniques de Masuku (Gabon)

## Introduction

Le plateau Okouma est une formation géomorphologique riche en manganèse qui, comme l'ensemble des formations du bassin sédimentaire francevillien, connaît une érosion intense. Des études pédologiques sur le plateau Okouma (Guichard, 1974) et dans la région (Guichard et Forget, 1973 ; Guichard, 1976 et 1977 ; Sala, 1977 ; Guichard et Layaud, 1980) y ont évalué la faisabilité de projets agro-pastoraux sans aborder l'aspect propriétés physiques des sols.

Cet article a pour objectifs de décrire et interpréter les profils pédologiques des sols sur le plateau Okouma et d'établir leurs propriétés physiques (limites d'Atterberg, porosité, conductivité hydraulique), pour pouvoir juger du comportement du sol vis-à-vis de l'eau et appréhender les transferts de matières éventuels. Ceci est un préalable aux études agro-pastorales. Le présent article pourra ainsi servir de base pour des recherches sur la dynamique érosive dans la région et celles sur les modes de dispersion des polluants manganéux. On pourra dans des études à venir, proposer une cartographie des zones à risque aux pollutions manganiques et à l'érosion hydrique.

## Matériel et méthode

### Station d'étude

Le plateau d'Okouma fait partie de l'ensemble des plateaux manganésifères du secteur de Moanda au sud-est du Gabon dont le modelé présente (figure 1) :

- de 260 à 320 m, la vallée de l'Ogooué, lequel fleuve coule dans la partie nord du secteur à 260 m et dans la partie sud à 300 m ;
- le premier ensemble d'altitudes comprises entre 320 et 400 m est constitué par les surfaces basses récentes ;

- le deuxième ensemble d'altitudes comprises entre 400 et 480 m, regroupe les formations de bas de pentes ;
- le troisième ensemble d'altitude supérieure à 480 m est un ensemble discontinu de monts et de plateaux, séparés les uns des autres par de profondes dépressions occupées par les cours d'eau. Ces reliefs dominent les autres formations du secteur et culminent à 700 m d'altitude.

Le plateau Okouma s'inscrit dans un carré compris entre 13°10' et 13°15' de longitudes est et 1°25' et 1°30' de latitude sud. Il est soumis à un climat équatorial de transition australe de la région sud-est du Gabon avec trois mois de saison sèche et 1600 mm à 1900 mm de pluviométrie. La

végétation est une savane arbustive dans laquelle la forêt apparaît en galerie sur les rebords des rivières et se développe systématiquement le long des cours d'eau.

Sa superficie est de 86 km<sup>2</sup>, la partie minéralisée représente environ 13 km<sup>2</sup>. L'intérêt économique du plateau Okouma est du même ordre que celui de Bangombé. Les gisements de ces deux plateaux constituent l'essentiel des réserves connues de manganèse de la région de Franceville.

Les dénivelés entre le sommet du plateau, et le niveau des cours d'eau atteignent plus de 200 m.

Le plateau Okouma a une forme dissymétrique, on y distingue (figure 2) :

- au sommet une surface tabulaire dont le point culminant se situe dans l'extrême sud-ouest, à l'altitude de 600 m ;
- un versant nord-est entre 400 et 600 m d'altitude dont la pente générale est faible ;

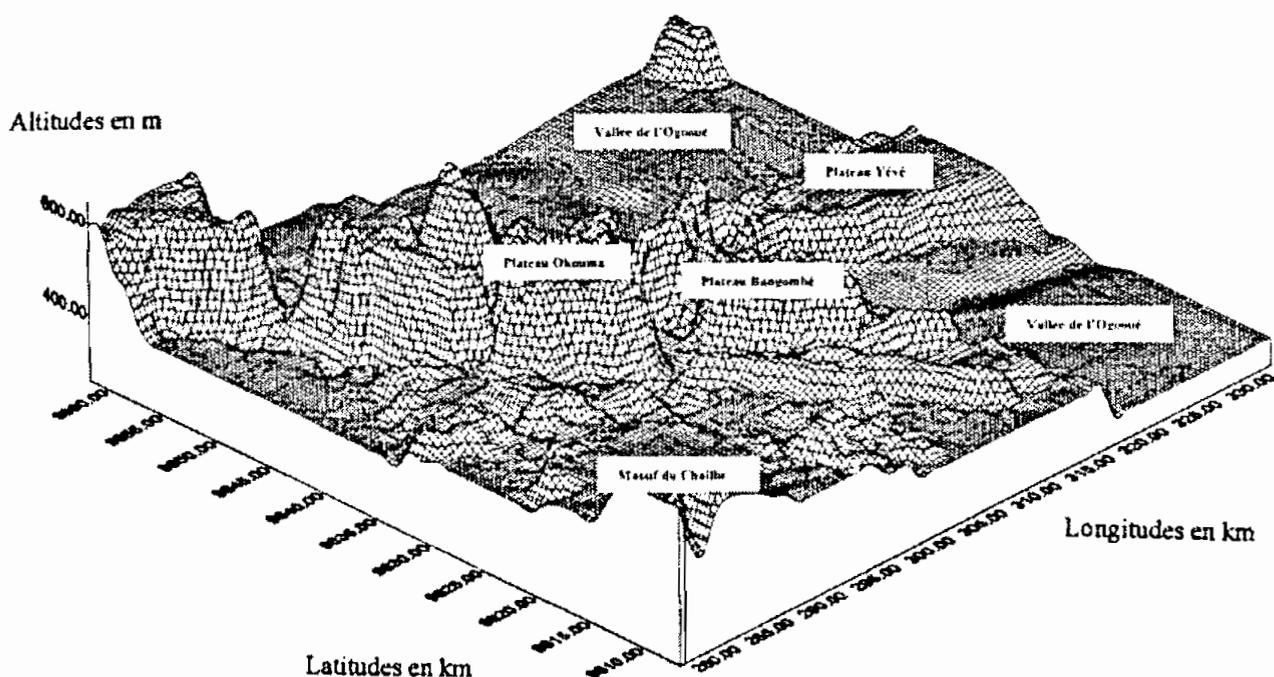


Figure 1 : Modèle numérique de terrain du secteur de Moanda longitudes et latitudes en coordonnées de Lambert

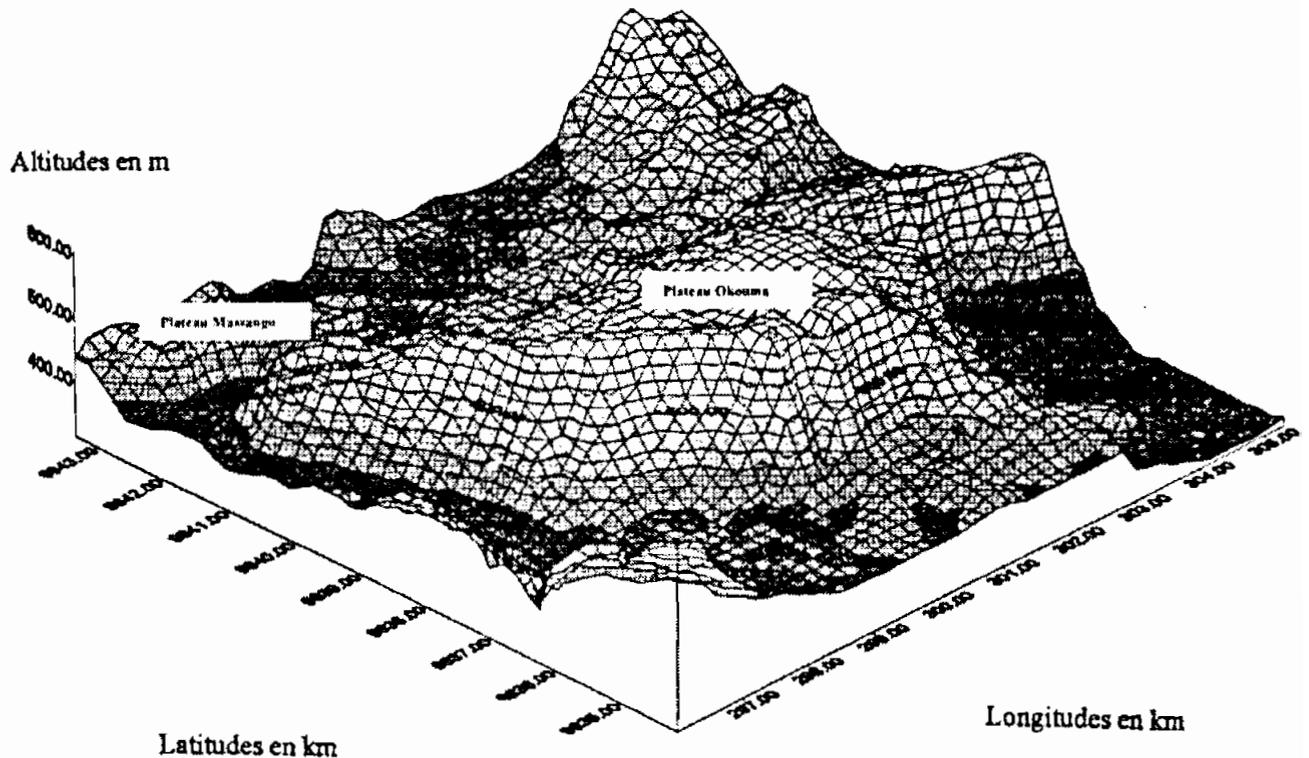


Figure 2 : Modèle numérique de terrain du Plateau Okouma longitudes et latitudes en coordonnées de Lambert

- un versant sud-ouest et sud très abrupt, à pente assez forte à forte. L'érosion a transformé le modelé initial en créant deux types de surfaces aplanies.

La première surface, haute, se situe entre les altitudes 540 et 560 m. La pente générale est inférieure à 5 %, et au niveau des replats, les pentes sont inférieures à 2 %.

La deuxième surface, basse, se situe dans les fonds de vallée à une altitude moyenne de 360 m. La pente générale est faible (< à 5 %).

La transition entre les surfaces haute et basse est assurée au sud-ouest par des versants très abrupts dans un environnement de cuesta. Vers le nord-est on passe progressivement des formations du plateau aux surfaces plus récentes faiblement inclinées, à l'aspect mamelonné, et dont l'altitude s'abaisse jusqu'à 380 m.

Du point de vue géologique le site appartient à une série détritico et volcano-sédimentaire non métamorphique du Francevillien qui affleure dans

le quart sud-est du Gabon. il est limité au nord par le massif du nord Gabon, au sud par le massif du Chaillu, à l'ouest par le système de l'Ogooué (formation grés-pélimitique métamorphisée) et à l'est par les formations continentales mésozoïques de la cuvette congolaise (série du Stanley Pool et des plateaux Batéké).

La série type du Francevillien a été définie par Weber (1968). On distingue de la base vers le sommet :

Le FA formé par les grès de Mabinga, le FB<sub>1</sub>, constitué par les formations ferrifère d'Okouma-Bafoula et les pélites de Bangombé, très riches en manganèse. Le FB<sub>2a</sub> composé par les grès de Poubara. Le FB<sub>2b</sub> composé par les pélites et ampélites de la Djoumou. Le FC ou jaspes de Mvengué. Le FD constitué par les ampélites et tufs de la Bambaï et le FE ou formation des grès de Lébaka.

Au niveau du plateau Okouma, les formations qui affleurent sont celles du FA, FB, FB<sub>2a</sub>, FB<sub>2b</sub> et FC.

## Protocole d'étude

### Travail de terrain

Deux directions ont été choisies pour creuser les puits. Une direction nord-est (profils P1, P4, P5) qui permet d'évaluer la dissémination des particules au niveau des formations sur ampélites manganésifères (profil P 1), sur pélites FB<sub>1</sub>, (profil P4) et sur grès FB<sub>2a</sub> (profil P5). La direction nord-

ouest (profils P1 et P6) permet de suivre la dissémination des particules au niveau des formations sur versants à stone-line (profil P6). Les profils pédologiques ont 2 m de profondeur, à l'exception du profil P6 (6 m) et des profil P2 et P7 (50 cm). Ces deux derniers ont été réalisés pour vérifier leur conformité avec le profil P1 (figure 3).

L'échantillonnage a été fait en surface sur 10 cm de profondeur et tous les 50 cm de profondeur.

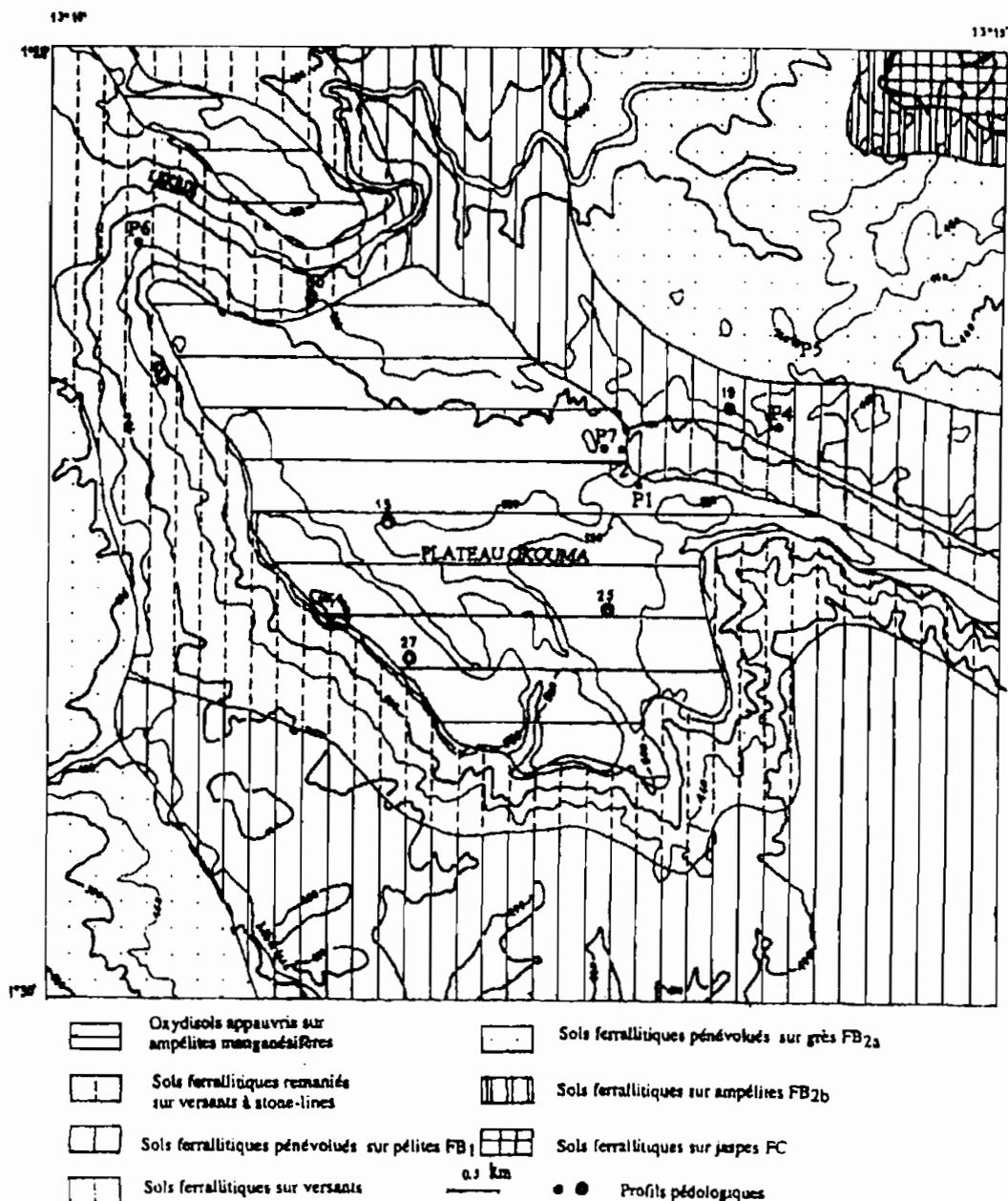


Figure 3 : Carte pédologique du Plateau Okouma et localisation des profils étudiés

## Méthodes d'analyse

Dans le cadre de cette étude les mesures des limites d'Atterberg, de porosité, et de conductivité hydraulique ont été réalisées.

Les limites d'Atterberg sont des paramètres géotechniques destinés à identifier un sol et à caractériser son état au moyen de son indice de consistance (Avenard, 1960, 1962 ; Smith, 1982 ; Afnor, 1993 ; Ngenzi, 1995). Ce sont des valeurs seuils qui marquent le passage d'un état du sol à un autre. On distingue quatre états du sol, dont l'état solide sans retrait, l'état solide avec retrait, l'état plastique et l'état liquide. La présente étude, se limite à l'étude des limites de liquidité et de plasticité.

Pour déterminer les limites de liquidité, on établit à chaque profondeur, l'équation de la droite de régression à partir des couples de valeurs expérimentales. La limite de liquidité ( $W_L$ ) est la teneur en eau du sol quand le nombre de chocs nécessaire pour réaliser une fermeture de 1 cm est égal à 25 (pour  $X = 25$ ,  $W_L = Y =$  Limite de liquidité).

La limite de plasticité est la teneur en eau au-dessus de laquelle les molécules d'eau entourant les grains n'ont plus la propriété d'eau libre, et marque le passage de l'état plastique à l'état solide avec retrait (état friable).

L'indice de plasticité représente la différence entre les limites de liquidité et de plasticité. Il définit l'étendue du domaine plastique. Il est en rapport avec la quantité et la nature des argiles et des colloïdes que contient le géomatériau.

La porosité totale (ou pourcentage de vides) est le volume des vides en pour cent du volume total de l'échantillon.

$$P = [(D-ds)/D] \times 100$$

Pour obtenir les données relatives à la porosité des sols sur le plateau Okouma, nous utilisons les relations qui existent entre la densité apparente, la densité réelle et la porosité.

La densité apparente encore appelée densité sèche est le poids du géomatériau par rapport au volume apparent occupé. Elle influence les propriétés de rétention en eau des sols (Bruand et al., 1996). Elle répond à la formule :  $ds = Pds/V$

avec  $Pds$  : poids de la terre séchée à  $105^\circ C$  ;  $V$  : volume apparent ;  $ds$  : densité apparente.

Le pourcentage de vide peut être comparé aux limites d'Atterberg pour obtenir le degré de saturation du sol lorsque ces limites sont atteintes (Avenard, 1962). Cette teneur en eau dans l'unité de poids à saturation complète (Porosité ( $P$ )/densité apparente ( $ds$ )), représente dans le sol considéré, le maximum d'eau que celui-ci peut contenir.

On distingue deux cas possibles :

- si  $P/ds$  est  $>$  aux limites d'Atterberg, celles-ci peuvent être atteintes et la solifluxion peut agir;
- si  $P/ds <$  aux limites d'Atterberg, celles-ci ne peuvent être atteintes puisqu'il faudrait une quantité d'eau supérieure à la saturation complète.

La conductivité hydraulique commande les conditions de pénétration de l'eau dans le géomatériau. Elle est traduite par la loi de Darcy-Dupuit qui rend compte du mouvement d'eau à l'intérieur d'un sol. Elle s'écrit :  $V = -K \times i$

Avec  $V$  : Vitesse d'écoulement de l'eau ;  
 $i$  : gradient hydraulique ;  $k$  : conductivité hydraulique

La vitesse d'écoulement de l'eau dans un sol est directement proportionnelle à la charge à travers ce sol et inversement proportionnelle à l'épaisseur de la couche traversée. La valeur de  $K$  est caractéristique d'un type de terrain ; elle dépend de tous les éléments constitutifs de celui-ci : porosité, dimension des grains, structure, compacité, pris dans des conditions de température, viscosité et poids spécifique du liquide.

## Résultats

### Aspects morphologiques des sols

Sept (7) profils P1 à P7 ont été creusés dans le secteur d'étude.

Les profils P1, P2, P3, P7 sont situés sur le plateau manganésifère à pente faible de 2 à 8 %, le profil P4 sur pélites  $FB_1$ , le profil P5 sur grès  $FB_{2a}$ , et le P6 sur versant de pente assez forte (24 à 25 %) (figure 3). Seuls les profils de référence P1, P4, P5, P6 ont été pris en compte pour cette étude.

## Profil type sur plateau manganésifère

Le profil P1 est, le profil type des formations du plateau manganésifère sur ampélites. Il est situé en bordure Est du plateau à 565 m d'altitude. Le profil pédologique présente du sommet à la base :

- *Un horizon A<sub>1</sub>*, de 10 cm dont la couleur Munsell est brune (7.5 YR 3/2 à 4/4 humide). La matière organique avoisine des teneurs de 2 %, et est non directement décelable. Il contient environ 15 % de pisolithes dont le diamètre varie entre 2 et 3 mm. La texture est très poreuse et friable. On y trouve de nombreuses racines, fines, chevelues. L'activité biologique est moyenne. La transition est distincte et régulière.
- *L'horizon AB*, d'une épaisseur 20 cm, a une couleur Munsell brun foncé (7.5 YR 4/4 humide). La matière organique est non directement décelable (1 %). Les pisolithes (de 2 à 4 mm de diamètre) représentent 45 % des matériaux. La structure est continue. Le sol est poreux et friable. Il contient de fines racines. L'activité biologique est faible. La transition est distincte et régulière.
- *L'horizon B<sub>1</sub>*, fait 60 cm d'épaisseur. Il est brun foncé à brun vif (7,5 YR 4/4 à 5/6 humide). Il est apparemment non organique et contient 50 % de pisolithes. La structure est continue. La porosité est forte. Le sol contient quelques racines, fines. La transition est diffuse, régulière.
- *L'horizon B<sub>2</sub>* visible sur 130 cm, est brun foncé à brun (7.5 YR 3/2 à 4/4 humide). Il est apparemment non organique, avec 65 % de pisolithes de diamètre 2 à 5 mm. La structure est continue, la porosité forte, pas de racine et l'activité biologique est nulle.

Sur le plateau, l'horizon pisolithique peut atteindre 6 m d'épaisseur, et passe de façon continue en profondeur, à une cuirasse démantelée, comportant des plaquettes enrobées dans une matrice ocreuse au sein de laquelle se développe parfois de petits pisolithes (Wéber 1968). Le niveau de cuirasse, épais d'environ 5 m, constitue l'essentiel du minerai avec des teneurs de plus de 50 % de manganèse métal. A la base du gisement, un niveau fin à rhodochrosite (MnCO<sub>3</sub>) et à oxydes

de manganèse repose sur les ampélites manganésifères.

## Profil type sur pélites FB<sub>1</sub>

Le profil 4 est situé à l'Est du plateau à 460 m d'altitude, sur un versant à faible pente (5 à 8%) Il présente du sommet à la base.

- *Un horizon A<sub>1</sub>*, de 10 cm brun foncé (7.5YR 3/2 humide), à matière organique non directement décelable (3 %). La structure est fragmentaire nette à polyédrique grossière. La porosité est normale. Il contient de nombreuses racines, fines à moyennes. L'activité biologique est moyenne. La transition est nette et régulière.
- *Un horizon AB* de 15 cm, brun foncé (7.5 YR 4/4 humide), à matière organique non directement décelable (0,5 %). La structure est fragmentaire nette à polyédrique. La porosité est normale. L'activité biologique est moyenne, on note la présence de vides et canalicules des vers et des racines. La transition est distincte et régulière.
- *Un horizon B<sub>2</sub>* de 115 cm, brun foncé à brun vif (7.5 YR 4/4 à 5/6 humide), apparemment non organique. La structure est fragmentaire peu nette à massive. Il est poreux. Il y a présence de vides et de canalicules, absence de racines à partir de 1 m, l'activité biologique faible.

## Profil type sur grès FB<sub>2a</sub>

Le profil P5, situé également à l'Est du plateau à une altitude de 460 m, sur un versant à faible pente (5 à 8 %) Comprend du sommet vers le bas

- *un horizon A<sub>11</sub>* (de 0 à 11 cm), brun vif (10 YR 3/4 sec), à matière organique non directement décelable (2 %). La structure fragmentaire est peu nette à porosité élevée. Les racines sont fines et moyennes, avec abondance de chevelu. L'activité biologique est moyenne ; et la transition est nette et régulière.
- *Un horizon A<sub>12</sub>* (de 10 à 40 cm), brun vif (10 YR 4/4 sec), à matière organique non directement décelable (1 %). La structure fragmentaire est peu nette à tendance particulière. Le volume des vides est très faible entre agrégats, la porosité est faible ; les racines sont fines et

moyennes. L'activité biologique est moyenne, et la transition distincte et régulière.

- *Un horizon AB* (de 40 à 70 cm), brun jaunâtre foncé (10 YR 4/4 humide), à matière organique non décelable (moins de 1 %). La structure est massive à éclat anguleux. Le volume des vides est très faible entre agrégats. Les pores tubulaires sont abondants et très fins. Les quelques racines observées sont fines et moyennes. L'activité biologique est moyenne à faible, la transition distincte et régulière.
- *Un horizon B<sub>21</sub>* de 70 à 100 cm), brun vif à brun jaunâtre (8.25 YR 5/6 humide), apparemment non organique. La structure est massive à éclats émoussés. Le volume des vides est très faible entre agrégats. Les pores sont tubulaires et fins. Les racines sont de plus en plus fines et l'activité biologique faible. La transition est graduelle et régulière.
- *Un horizon B<sub>22</sub>* (de 100 à 210 cm) brun vif (7.5 YR 5/6 humide), non organique à structure massive. Le volume des vides est très faible entre agrégats. Il y a abondance des pores tubulaires fins à très fins. Les rares racines observées sont fines et l'activité biologique très faible.

### Profil type sur versants à stone-lines

Le profil P6 est le profil type des formations sur versants à *stone-lines*. Il est localisé à 445 m d'altitude au nord-ouest du plateau, sur un versant assez raide (pente de 24 %).

Du sommet vers la base on note une succession de trois ensembles distincts :

- *L'ensemble I*, d'une épaisseur de 3 m environ, est constitué par les horizons A1 et B.
- *L'horizon A1*, humifère à nombreuses racines, à une épaisseur de 10 cm, il est Brun foncé à noir, sans tâches. Les pisolithes représentent environ 4 % de la matière. La texture est très argileuse, la structure est massive et très plastique. La transition est distincte.
- *L'horizon B* d'une épaisseur de 3 m est de couleur noire à brun foncé (5YR æ à 7.5YR 4/4 humide). Les pisolithes représentent environ 50 % de la matière. La texture est très

argileuse, et la structure massive poreuse. La transition est distincte.

- *L'ensemble II* ou "*stone-line*" fait 2 à 3 m d'épaisseur. C'est un niveau apparemment non organique, poreux, plastique à texture très argileuse et à structure massive, comportant des pisolithes et des blocs de cuirasse manganésifère de 40 à 50 cm. Il renferme au sommet des outils lithiques de jaspe (pierre taillée). La transition avec l'horizon sous-jacent est nette.
- *L'ensemble III* est constitué par l'horizon d'altération rouge, l'horizon C. Il a été suivi sur 60 cm d'épaisseur.

### Propriétés physiques des sols

Les résultats des différentes analyses réalisées sont enregistrées dans les tableaux I, II, III, IV, V et figures 4a et 4b.

#### Les limites d'Atterberg

#### Les limites de liquidité

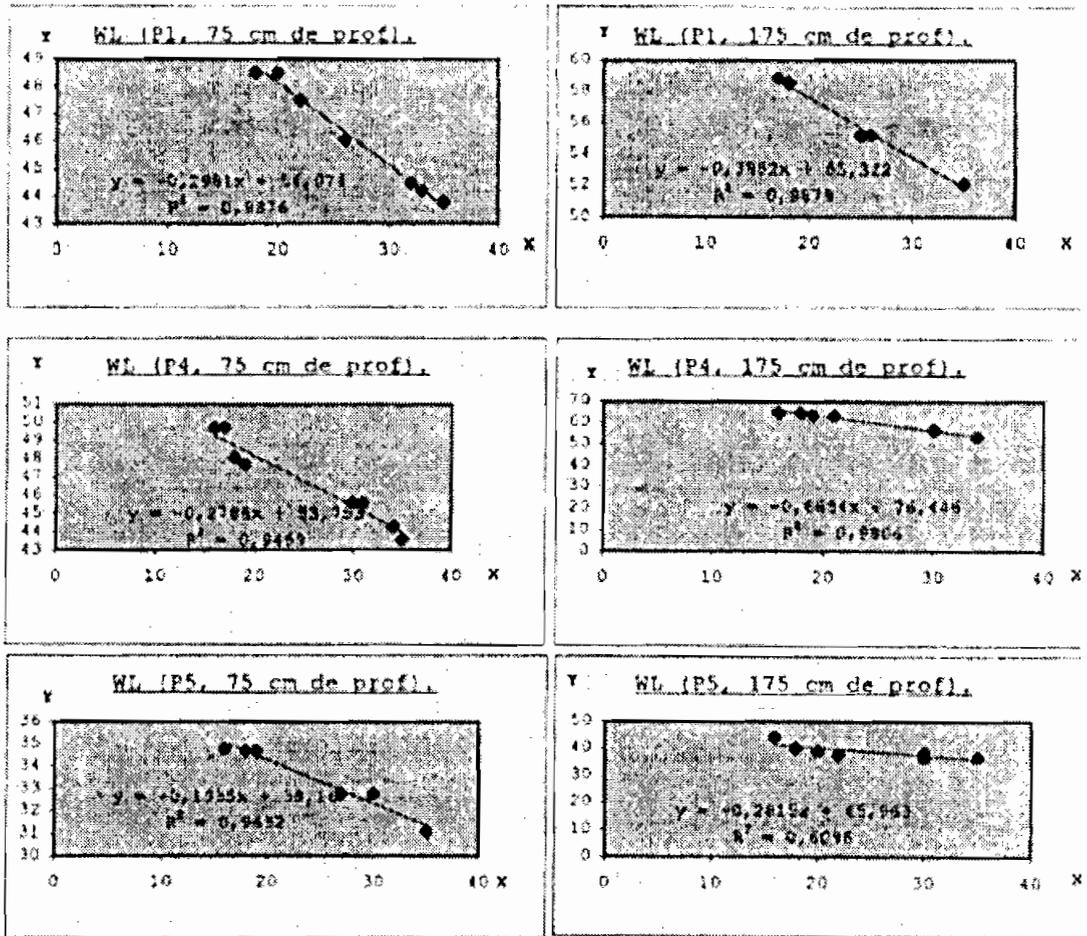
X : nombre de chocs ; Y : teneur en eau

**Tableau 1** : Résultats expérimentaux. Teneurs en eau du sol et nombre de chocs nécessaires pour réaliser une fermeture de la rainure de 1 cm.

Profils	Horizon		1	2	3	4	5	6	7	X
P6	22	X	18	20	22	26	32	37	38	
		Y	48,5	48,5	47,5	46	44,5	44,2	43,8	
P6	15	X	17	18	25	26	25			
		Y	58,9	58,6	55,2	55,2	55,2			
P6	26	X	16	17	18	19	20	31	34	35
		Y	49,7	49,7	48,1	47,7	45,6	45,6	44,7	43,6
P6	27	X	16	18	19	21	30	34		
		Y	64,8	64,8	63,7	63,5	56,6	53,4		
P6	28	X	16	18	19	27	30	35		
		Y	34,8	34,7	34,7	32,8	32,8	31,1		
P6	29	X	16	18	19	27	30	37		
		Y	41,2	40,2	39,2	37,8	38,8	36,7	36,7	
P6	35	X	17	19	20	29	31	35		
		Y	85,8	83,6	83,6	80,3	79,6	76,3		
P6	37	X	17	18	20	22	24	30	35	38
		Y	87,5	87,5	85	85	85	83,7	83,7	81,8
P6	27	X	18	19	23	26	33	35		
		Y	89,9	89,8	86,4	86,3	81,9			

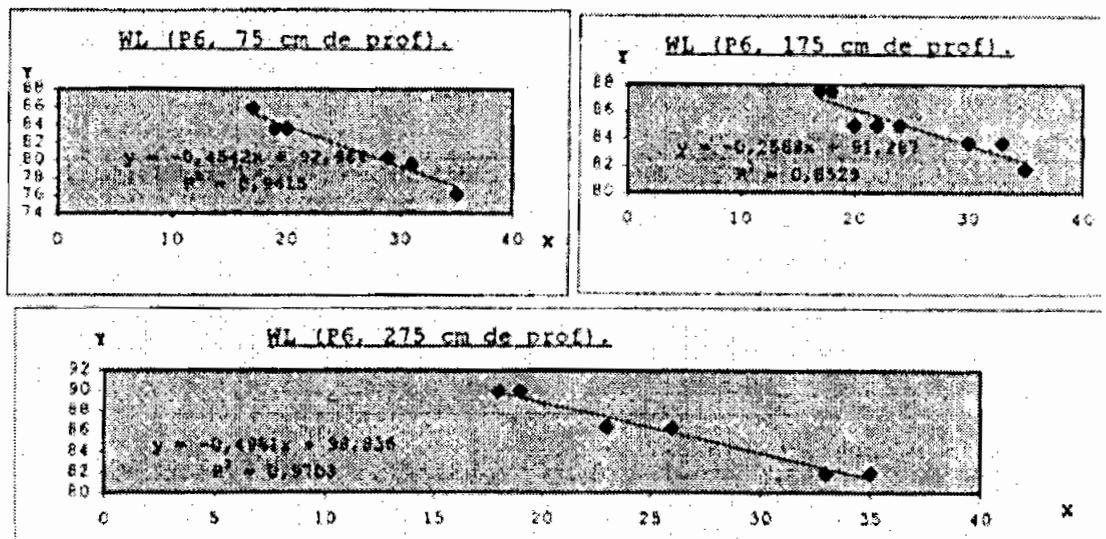
### Limite de plasticité

La limite de plasticité est déterminée en faisant la moyenne arithmétique des trois à quatre valeurs expérimentales obtenues.



WL : limite de liquidité ; Y : teneur en eau du sol ; X : nombre de coups

Figure 4a : Représentation graphique des regressions linéaires permettant le calcul des limites de liquidité des profils P.1



WL = limite de liquidité ; Y = teneur en eau du sol ; X = nombre de coups.

Figure 4b : Représentation graphique des regressions linéaires permettant le calcul des limites de liquidité du profil P6

**Tableau II** : Limite de liquidité (WL) ; droite de régression linéaire et coefficient de corrélation

Profils WL	Prof. en cm	Droite de régression	Coeff. de corrélation	Coeff. de détermination R <sup>2</sup>	Limite de liquidité
P1	75	$Y = -0.30 + 54.07$	-0.99	0.99	46.6
	175	$Y = -0.30 + 54.07$	-0.99	0.99	55.7
P4	75	$Y = -0.30 + 54.07$	-0.97	0.95	46.8
	175	$Y = -0.30 + 54.07$	-0.99	0.98	59.8
P5	75	$Y = -0.30 + 54.07$	-0.98	0.96	33.3
	175	$Y = -0.30 + 54.07$	-0.78	0.61	38.9
P6	75	$Y = -0.30 + 54.07$	-0.98	0.96	81.6
	175	$Y = -0.30 + 54.07$	-0.92	0.85	84.9
	275	$Y = -0.30 + 54.07$	-0.99	0.97	86.4

Wp : limite de plasticité (valeur moyenne des différentes valeurs obtenues)

### Limite de plasticité

La limite de plasticité est déterminée en faisant la moyenne arithmétique des trois à quatre valeurs expérimentales obtenues.

**Tableau III** : Résultats expérimentaux des limites de plasticité (Wp)

Profils	Prof. En cm	1	2	3	4	Wp
P1	75	35.2	37.4	36.3	37.4	36.6
	175	41.6	37.3	36.2	40.4	38.9
P4	75	39.6	41.2	38.3	40.2	39.8
	175	39.6	41.3	40.9		40.6
P5	75	21.8	21.6	24.4	24.1	23.0
	175	24.9	24.6	24.6	23.5	24.4
P6	75	58.9	54.5	57.5		57.0
	175	59.3	63.1	57.4	61.1	59.8
	275	59.9	59.2	59.5		59.5

**Porosité**

ds : densité apparente ; D : densité réelle ; P : porosité ; P/ds : teneur en eau à saturation ; Dm : densité moy.

**Tableau IV** : Valeurs de la densité apparente, réelle, porosité et de la teneur en eau à saturation complète.

Profils	Prof. en cm	Ds	D	Dm	P en %	P/ds en %
P1	0	0,96	2.63		63.49	66.14
Sur ampélite Mn	50	1.11	2.44	2.42	54.46	49.06
P4	0	0,91	2.38		61.72	67.82
	100	1	2.25		55.55	55.55
Sur pélite	200	1.09	2.46	2.36	55.68	51.08
P5	0	1.05	2.14		50.92	48.50
	100	1.05	2.55		58.85	56.64
Sur grès	200	1.31	2.62	2.44	49.96	38.14
P5	0	1.05	2.14		50.92	48.50
	100	1.05	2.55		58.85	56.64
Sur grès	200	1.31	2.62	2.44	49.96	38.14
P6	0	0.9	2.06		53.81	56.64
sur	50	1	2.25		55.64	55.64
versant à s.l.	300	1.04	2.35	2.22	55.98	53.82

**Conductivité hydraulique**

Les valeurs de la conductivité hydraulique sont obtenues à partir de l'équation  $3 \log 10K=7.5-2.5 \log 10 I_s$ , où  $I_s$ , indice d'instabilité structurale, caractérise la résistance du sol aux agents extérieurs (Leprun, 1993 ; Le Bissonais et Le Souder, 1995).

$$I_s = (\text{Argile+limon}) \% \text{ maximum} / (\text{moyenne arithmétique du \% d'agrégats sup. à } 200\mu - 0.9 \times \text{sables grossiers} \%)$$

Les mesures d'Is ont été réalisées par Guichard et Forget (1973), Guichard (1976 et 1977).

**Tableau V** : Valeurs de l'instabilité structurale et de la conductivité hydraulique des sols du FBB

Profils	Prof. en cm	Is	K	Prof. cm	Is	k
Sols sur formation d'ampélite FB2b	0-7	0.3	12.7	0-8	0.8	5.6
	10-20	1.7	3.0	8-20	2.3	2.3
	23-40	2	2.6	30-45	3.9	1.5
	80-100	3.3	1.7	80-100	3.2	1.8
Sols sur Pélites FBI	0-10	0.4	10.0	0-7	0.7	6.2
	10-20	0.6	7.1	7.18	1	4.6
	30-40	1.7	3.0	20.30	2.1	2.5
	70-80	2.6	2.1	60-70	2.2	2.4
Sols sur grès	0-4	0.3	12.7			
	10-25	0.7	6.2			
	35-50	2.2	2.4			
	90-100	2.3	2.3			

## Discussion

### Morphologie des sols

Les profils pédologiques sur le plateau Okouma présentent une organisation en trois ensembles quelque soit la roche mère de départ. Cependant de grandes variations apparaissent dans l'organisation de détail. Les ensembles de surface de certains profils sur plateau manganésifère contiennent des pisolithes dont la quantité et la taille augmentent avec la profondeur, où on retrouve des blocs de cuirasse et de plaquettes de manganèse. Les sols sur plateau manganésifère et sur pélites FB, sont noirs à brun foncé tandis que les sols sur grès FB<sub>2a</sub> sont brun vif à jaunâtre. La couleur et la composition minéralogique de ces profils reflètent les caractéristiques des roches mères. Ainsi les sols sur plateau manganésifère et sur des grès ont subi une évolution *in situ*.

Toutefois le plateau Okouma n'est pas à l'abri d'importants transferts de matière. Les géomatériaux de la Stone-line sont plus diversifiés et l'évolution de ces profils plus complexes. Comment en effet expliquer que l'ensemble II de 3 m d'épaisseur à outils lithiques de jaspe, fragments de cuirasses manganésifères et pisolithes, dans une matrice argileuse, se trouve

intercalés entre l'ensemble I argilo-sableux de surface, et l'ensemble III d'altération avec lequel il n'a pas de filiation apparente. Il faut par conséquent envisager une chronologie dans la mise en place de ce profil qui expliquerait la coexistence des différents géomatériaux. L'ensemble III des formations sur versant à stone-lines est certainement autochtone ; les ensemble II et I s'y seraient déposés respectivement l'un après l'autre. Un intervalle de temps est nécessaire entre la mise en place de l'ensemble I à la suite de l'ensemble II car les outils lithiques ont été reconnus au sommet de ce dernier. Ceci permet par ailleurs de situer la mise en place de l'ensemble I au quaternaire, le cuirassement manganésifère étant daté de l'éocène.

En résumé, l'examen des profils pédologiques fait ressortir les faits suivants :

- les profils pédologiques du plateau sont constitués de trois ensembles I, II, III ou de trois horizons indexés ABC. L'horizon A est humifère et très peu épais. L'horizon B est un ensemble argilo-sableux (ensemble I) et/ou pisolithique, avec souvent à sa base des blocs de cuirasse (ensemble II), c'est l'horizon central d'accumulation. L'horizon C d'altération (ensemble III), est le résultat de l'altération *in situ* de la roche mère.

- Les sols sur grès, ainsi que les sols sur le plateau manganésifère sont autochtones, ces derniers se reconnaissent facilement soit par la présence d'une importante quantité de pisolithes, soit par la présence de blocs de cuirasse démantelée et de plaquettes de manganèse.
- Les profils sur versant à stone-unes sur des fortes pentes correspondent aux surfaces de raccordement à l'Ouest, au Sud-Ouest et au Sud du plateau. *Les ensembles I et II* contiennent plusieurs types de géomatériaux identiques aux sols sur ampélites manganésifères (pisolithes et blocs de cuirasse de manganèse, plaquettes litées) et de matériaux de natures et d'origines différentes (outils préhistoriques au sommet de *l'ensemble II*). Ces observations nous permettent d'affirmer que les *ensembles II et I* se sont mis en place par éboulis de blocs de cuirasse de manganèse dès les premières phases de démantèlement de cette cuirasse manganésifère éocène, puis dans un deuxième temps par colluvionnement des géomatériaux fins de *l'ensemble I* pendant leur formation au quaternaire.

L'altération due au climat actuel est homogénéisante, le résultat de celle-ci étant la transformation de la cuirasse manganésifère, des ampélites et pérites, des grès du FB en un horizon argilo-sableux et/ou pisolithique.

## Propriétés physiques des sols

Les descriptions des profils d'altération montre une évolution *in situ* des profils situés sur le plateau manganésifère, et une mise en place par allochtonie des ensembles supérieurs de surface des profils à *stone-line* sur versant. Il y a donc d'importants transferts de matière dans les horizons de surface à géomatériaux fins. Ce diagnostic nous amène à déterminer les conditions de migration de ce géomatériau sous climat équatorial à forte pluviosité, et à étudier le comportement du sol en fonction de sa teneur en eau. Les trois paramètres qui permettent de juger du comportement du sol vis-à-vis de l'eau sont les limites d'Atterberg, la porosité et la conductivité hydraulique.

## Les limites d'Atterberg

### Variation du coefficient de corrélation

Le signe moins du coefficient de corrélation signifie que le nombre de chocs nécessaires pour réaliser une fermeture de 1 cm de rainure et de la teneur en eau du sol varient en sens inverse. Quand la teneur en eau du sol augmente, le nombre de chocs diminue. La dépendance est très forte, car le coefficient de corrélation  $R$  est supérieur à 0,7 (Drosbeke, 1988 ; Foucart et Lafaye, 1983 ; Fourastier et Laslier, 1987 ; Foucault et Raoul, 1988 ; Tomassone et al., 1983). Le coefficient de détermination  $R^2$  est aussi très élevé, presque toujours supérieur à 0.9.

### Influence de la fraction argileuse

Pour évaluer l'influence de la fraction argileuse du sol sur les limites d'Atterberg, nous avons associé les valeurs des limites de liquidité (WL) et les limites de plasticité (Wp) avec les proportions d'argile correspondantes aux différentes profondeurs (tableau VI). Nous avons porté sur le diagramme de la figure 4, les limites de liquidité et les limites de plasticité en fonction des proportions d'argile. Il en ressort que les fonctions

$W_L=f(A)$  et  $W_p=f(A)$ , avec  $A$  égal à la proportion d'argile,

sont des droites du type  $Y=aX+b$ . La valeur  $b$  étant proche de zéro, on peut la négliger, dans ce cas les relations entre limites d'Atterberg et les proportions en argiles se simplifient aux équations suivantes :  $W_L=1 \times (\% \text{ argile})$  et  $W_p=0.7 \times (\% \text{ argile})$ . Ces droites passent donc toutes par l'origine.

Les coefficients de corrélation montrent une dépendance très forte des limites d'Atterberg vis-à-vis des teneurs en argiles du sol. Les coefficients de détermination proches de 0.9, indiquent que l'essentiel des fluctuations des limites d'Atterberg, sont dues aux teneurs en argiles du sol. A partir des équations modèles établies, nous pouvons mieux cerner les limites d'Atterberg et les déterminer avec une plus grande précision.

**Tableau VI** : Relation linéaire entre les proportions d'argile et les limites d'Atterberg

Profils	Prof. en cm	W <sub>L</sub>	W <sub>p</sub>	I <sub>p</sub>	% argile W <sub>p</sub>
P1	75	46.6	36.6	10	63.4
	175	55.7	38.9	16.8	65.7
P4	75	46.8	38.9	7	53.5
	175	59.8	40.6	19.2	60.2
P5	75	33.3	23.0	10.3	31.9
	175	38.9	24.4	14.5	30.8
P6	75	81.6	57.0	24.6	77.0
	175	84.9	58.4	26.5	81.0
	275	86.3	59.5	26.8	78.4

Droites de régression

$$W_L = 0,99 \times (\% \text{ Argile}) \quad W_{LS} = 11 \times (\% \text{ Argile})$$

$$R_L = 0.91$$

$$R^2 = 0.82$$

W<sub>LS</sub> : limite de liquidité simplifiée

$$W_p = 0.68 \times (\% \text{ Argile}) \quad W_{ps} = 0,7 \times (\% \text{ Argile})$$

$$R_p = 0.95$$

$$R^2 = 0.89$$

W<sub>ps</sub> : limite de plasticité simplifiée

Le tableau VII montre en effet qu'il peut y avoir des variations importantes entre les limites d'Atterberg déterminées de façon expérimentale et celles obtenues par le calcul. Cependant, les limites d'Atterberg augmentent toujours en même temps que la teneur en argile des formations considérées. Les différences entre les chiffres sont attribuées à la manipulation qui est assez délicat. Les coefficients de corrélation et de détermination étant très bon, on considère que les droites de régression expriment de manière satisfaisante, les évolutions des limites d'Atterberg. La représentation graphique des limites d'Atterberg permet de visualiser un espace à trois domaines (figure 5).

- Le domaine où les matériaux se comportent comme des solides (état solide) ;
- Le domaine où les matériaux ont un comportement plastique (état plastique).
- Le domaine où les matériaux se comportent comme des liquides (état liquide).

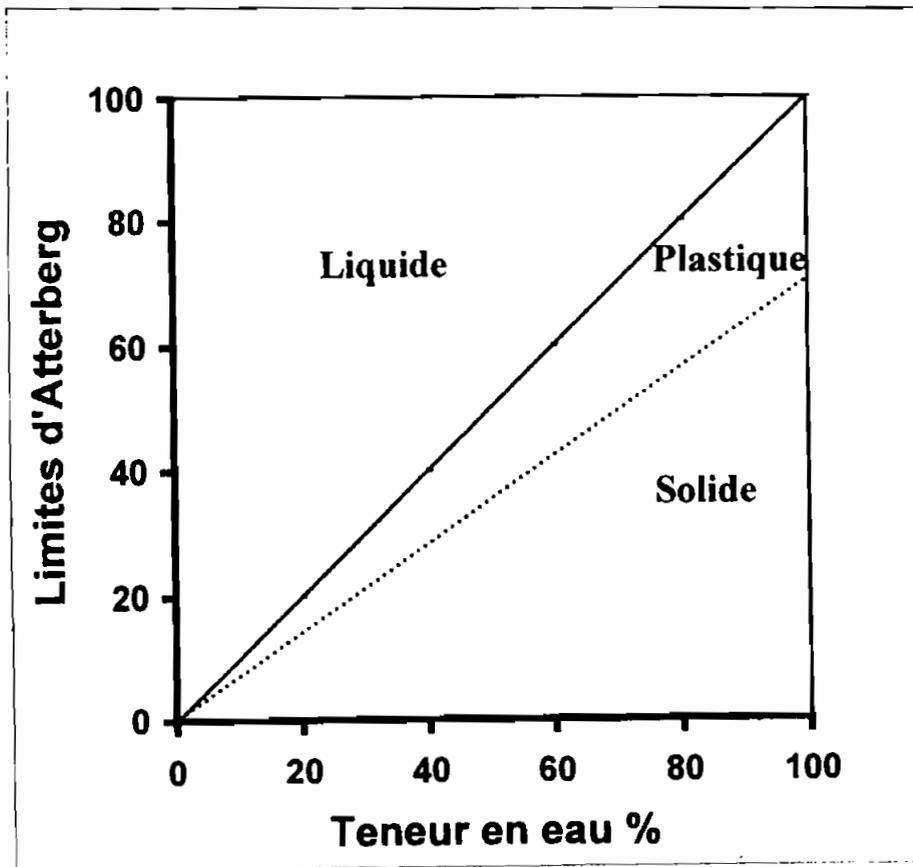
On remarquera que le coefficient angulaire de l'équation liant la limite de liquidité et la teneur en argile est très proche de 1 ; ce qui fait de cette

droite, presque une bissectrice et "l'espace d'Atterberg". Ceci revient à dire aussi que le domaine liquide est le plus étendu, et qu'il couvre environ la moitié de "l'espace d'Atterberg", du moins au niveau du plateau Okouma. Le domaine solide est moins étendu et couvre environ 38 % du même espace. Le domaine plastique est le moins étendu, il est plus étroit et s'élargit en même temps que la teneur en argile augmente.

On peut affirmer en se basant sur la représentation graphique de "l'espace d'Atterberg" que le passage du comportement solide au comportement de boue liquide des géomatériaux fins sera beaucoup plus facilement atteint pour les formations les moins riches en argile. En effet, ces formations sont susceptibles d'atteindre assez rapidement leur limite de liquidité, pour une augmentation de la teneur en eau pas trop importante, l'étendu de leur domaine de plasticité étant assez étroit. Les phénomènes de solifluxion sont probants pour ces formations moins riches en argile lors des grandes pluies (qui peuvent durer plusieurs jours), car on peut envisager que leur limite de liquidité soit atteinte.

**Tableau VII** : Détermination des limites d'Atterberg-à parcirdcys p-uportions d'argile. Comparaison des valeurs expérimentales et des valeurs théoriques

Proport. Argile %	Valeurs expérimentales			Valeurs corrigées		
	WL	Wp	Ip	WL	Wp	IP
30.8	38.9	24.4	14.5	30.3	21.5	8.85
31.9	33.3	23.0	10.3	31.5	22.3	9.18
53.5	46.8	39.8	7	52.7	37.3	15.4
60.2	59.8	40.6	19.2	59.3	42.0	17.3
63.4	46.6	36.6	10.0	62.5	44.2	18.2
65.7	55.7	38.9	16.8	64.7	45.8	18.9
77.0	81.6	57.0	24.7	75.9	53.7	22.2



**Figure 5** : Représentation graphique des limites d'Atterberg des sols des plateaux Okouma

**Porosité**

Les densités apparentes des sols sur ampélites manganésifères vont de 0.96 à 1.2. Les densités réelles de 2.2. à 2.63. On obtient par le calcul des

valeurs de porosité allant de 49.9 % (profil P5) à 63 % (profil P1). la teneur en eau à saturation complète du sol varie de 38.% (profil P5) à 66 % (profil P1).

Les densités apparentes des sols sur versants à stone-lines (profil P6) vont de 0.95 à 1.04 alors que la densité réelle varie entre 2.06 et 2.36. Les porosités correspondantes sont de 54 % et 56%. La teneur en eau à saturation complète de 57 % et 54 %.

Pour les sols sur pélites FB (profil P4), les densités apparentes sont de 0.91 (0-10 cm) et de 1.09 (200-210 cm). Les densités réelles sont de 2.25 (100-110 cm) à 2.46 (200-210 cm). La porosité résultante est de 62 % (0-10 cm) et 56 % (200-210 cm), alors que la teneur en eau à saturation complète s'échelonne de 68 % (0-10cm) à 56 % (200-210 cm).

Les sols sur grès FB<sub>2a</sub> (profil P5) ont des densités apparentes de 1.05 (0-10 cm) et 1.31 (200-210 cm). La densité réelle des sols est de 2.14 et 2.62 ; la porosité varie de 51.

(0-10cm) à 59 % (50-60 cm). La teneur en eau à saturation complète est à 49 % (0-10 cm, 56 % (50-60 cm) et à 36 (200-210 cm).

D'une manière générale, l'horizon de surface a la plus faible densité apparente ; souvent la porosité la plus forte ainsi que la teneur en eau à saturation compète la plus élevée. Les sols sur grès ont un horizon B (profil P5, à 50-60 cm) plus poreux (59 %) que l'horizon A. De même la teneur en eau saturation complète y est supérieure (56 %) à celle de la surface, ce qui laisse présager d'un comportement particulier du sol à cet endroit. Tous les sols du plateau Okouma ont une forte porosité.

La comparaison de la teneur en eau du sol à saturation complète avec les limites d'Atterberg (tableau VIII) fait ressortir les faits suivants

- les horizons de surface des sols sur ampélites manganésifères sont susceptibles de solifluer car les limites de liquidité et de plasticité peuvent être atteintes. Dans les horizons sous-jacentes, seules la limite de plasticité peut être franchie, ces horizons sont plus exposés aux déformations lorsqu'ils s'engorgent d'eau. Cependant, les limites d'Atterberg peuvent être franchies dans le niveau à plaquettes sous-jacent.

P/ds : teneur en eau à saturation complète ; WL : limite de liquidité ; WP : limite de plasticité

**Tableau VIII** : Comparaison de la teneur en eau à saturation complète avec les limites d'Atterberg.

Profils	Prof. en cm	P/ds %	WL%	Wp %
P1	0-10	66.14	59.46	41.62
	150-160	49.06	64.00	44.8
P4	0-10	67.82	32.85	23.00
	100-110	55.55	54.38	38.07
	200-210	51.08	62.95	44.07
P5	0-10	48.50	20.76	14.53
	100-110	56.04	31.73	22.21
	200-210	38.14	31.15	21.81
P6	0-10	56.64	71.46	50.02
	100-110	55.64	75.41	52.79
	200-210	53.82	79.12	55.38

- $P/d_s$  est toujours inférieur à  $w_L$  dans les sols sur versants à stone-lines, la limite de liquidité ne peut pas y être franchie, tandis que la limite de plasticité peut être dépassée. Les limites d'Atterberg sont cependant très élevées au niveau des sols sur versants à stone-lines et sur ampélites manganésifères. Il y a peu de chance que les limites d'Atterberg soient atteintes dans ces deux formations.
- $P/d_s$  est supérieur aux limites d'Atterberg sur plus d'un mètre dans les formations sur pélites FB.

Ces sols sont exposés à la solifluxion pourvu que les quantités d'eau nécessaire pour franchir les limites d'Atterberg leur soient fournies.

- $P/d_s$  est toujours supérieur aux limites d'Atterberg sur l'ensemble du profil pédologique dans les sols sur grès FB2a. Les limites d'Atterberg sont deux fois plus faibles que la teneur en eau à saturation complète dans les horizons supérieurs. Les sols sur grès sont les plus exposés à la solifluxion et autres déformations dès qu'ils s'imprègnent d'eau.

## Conductivité hydraulique

L'indice d'instabilité structurale ( $I_s$ ) est toujours plus faible en surface que dans les horizons sous-jacents. La structure du sol est bonne dans les horizons supérieurs alors qu'elle se dégrade très rapidement et devient moyenne dans les horizons inférieurs. La structure est plus stable en surface qu'en profondeur grâce au liant de la matière organique.

La conductivité hydraulique est forte à 0-10 cm (6 à 13 cm/h) à assez forte ( $>$  à 2 cm/h) en profondeur. Les sols du plateau Okouma sont très perméables quelle que soit leur origine. La structure est moins intéressante, car ces sols sont protégés par une pellicule très fine qui ne résistera sans doute pas très longtemps à l'importante agressivité du milieu.

*En résumé*, les limites d'Atterberg des sols sur le plateau Okouma sont étroitement liées aux proportions d'argile. Les relations reliant les limites d'Atterberg et la teneur en argile des sols sur le plateau Okouma s'écrivent

$$W_L = \text{limite de liquidité} = 1 \times \% \text{ d'argile.}$$

$$W_p = \text{limite de plasticité} = 0,7 \times \% \text{ d'argile.}$$

Les limites de liquidité et de plasticité sont d'autant plus élevées que la teneur en argile du sol est très importante. Elles sont respectivement de 70 %, 57% et 31 % , dans les sols sur versant à stone-lines, dans les sols sur ampélites manganésifères ainsi que dans ceux sur pélites FB1, et sur grès FB2a. Les limites de plasticité sont 0.7 fois plus faible que les limites de liquidité.

Les limites d'Atterberg sont particulièrement élevées dans les sols sur le plateau Okouma. Les sols sur versants à stone-lines présentent les meilleures conditions de stabilité vis-à-vis de la solifluxion, car ils ont les limites d'Atterberg les plus élevées. Les sols sur grès FB2a présentent les plus mauvaises conditions de stabilité, car leurs limites d'Atterberg sont les plus basses. Les limites d'Atterberg sont plus faibles dans les horizons de surface et plus fortes en dessous. La porosité des sols sur le plateau Okouma est très forte, elle est plus forte dans les horizons de surface que dans les horizons sous-jacents. La conductivité hydraulique est aussi très forte, elle est 2 à 3 fois plus élevée dans les horizons de surfaces (0-10 cm) et baisse très fortement avec la profondeur alors que la porosité est toujours importante.

Dans les horizons de surface, l'eau aura tendance à circuler plus facilement tandis que dans les horizons sous-jacents à porosité élevées mais à conductivité hydraulique plus faible, une partie de cette eau est emmagasinée dans les pores des formations superficielles et une autre partie ruisselle. Par conséquent les transferts de matière seront moins importants dans les horizons profonds et beaucoup plus importants en surface.

Les horizons de surface des sols sur le plateau sont exposés à la solifluxion, car les limites d'Atterberg sont relativement faibles tandis que la porosité et la conductivité hydraulique sont plus fortes. La teneur en eau du sol en cas de fortes pluies peut s'élever au-dessus de la limite de liquidité particulièrement dans les horizons de surface moins riche en argiles et plus sableux, et déclencher la solifluxion. Ce phénomène est certainement à l'origine de la création des " canyons " observés dans la région des sables des plateaux Batéké.

## Conclusion

L'étude des sols sur le plateau Okouma permet de mettre en évidence des profils d'altération constitués de trois grands ensembles :

- 1) l'ensemble argilo-sableux de surface renfermant ou non des pisolithes,
- 2) un ensemble à blocs de cuirasse et plaquette manganésifère, à outils archéologiques emballés dans une matrice argilo-sableuse,
- 3) un ensemble d'altération.

La mise en place de ces ensembles de surface résultent respectivement de l'altération in situ des ampélites manganésifères des pélites et des grès. A l'aval sur les versants, les éléments constituant la stone-line et l'ensemble argilo-sableux à pisolithes sont allochtones et proviennent du démantèlement de la cuirasse, puis du colluvionnement de géomatériaux fins de surface.

Les déplacements de géomatériaux fins ci-dessus cités dépendent des propriétés physiques des sols considérés, elles-mêmes déterminées par la teneur en argile du sol.

En effet, les analyses réalisées démontrent que l'érosion mécanique est différentielle. Elle est limitée en surface par des déplacements latéraux de matière sur les versants. Elle affecte par ordre d'importance les formations sur pélites FB<sub>1</sub>, sur grès FB<sub>2a</sub>, sur versants à stone-lines et sur ampélites manganésifères. Dans une même formation, les déplacements de matière touchent beaucoup plus les horizons de surface que les horizons profonds. Les déplacements de matière touchent beaucoup plus les horizons de surface que les horizons profonds. Les déplacements de matière sont plus importants dans les horizons de surface parce que les limites d'Atterberg y sont beaucoup plus basses tandis que la vitesse d'écoulement de l'eau y est beaucoup plus forte accentuée par ailleurs par une bonne porosité. Dans les horizons inférieurs, les déplacements de matière sont beaucoup plus difficile car la conductivité hydraulique et la porosité sont plus faibles et les limites d'atterberg plus élevées et difficile à atteindre.

Les transferts de matière se font également par solifluxion. Les formations affectées sont les formations sur pélites FB<sub>1</sub>, et sur grès FB<sub>2a</sub>. Les limites d'Atterberg sont, de manière relative, souvent atteintes en surface dans les formations sur grès FB<sub>2a</sub>, ce qui assure leur rajeunissement fréquent constaté sur le terrain et empêche le développement profond des horizons pédologiques.

En définitive, on peut dire que les sols sur le plateau Okouma diffèrent en fonction de leurs propriétés physiques. Cependant, l'évolution ferrallitique due au climat actuel, en produisant essentiellement de l'argile (kaolinite), quels que soit la roche-mère de départ, tend à uniformiser les propriétés des sols.

## Références bibliographiques

- **AFNOR (1993)**, Sols : reconnaissances et essais des limites d'Atterberg. limite de liquidité à la coupelle – limite de plasticité au rouleau. CDU. Paris 15 p.
- **AVENARD J.M. (1960)**. Technique de laboratoire : quelques méthodes de mécanique des sols appliquées à la géomorphologie. Centre de Géographie appliquée ULP 20 p.
- **AVENARD J.M. (1962)**. La solifluxion ou quelques méthodes de mécanique des sols appliquées au problème géomorphologique des versants. CDU. Paris 164 p.
- **BRUAND, O. DUVAL, H. GAILLARD, DARTHOUT R. ET JANIAGNE, M. (1996)**. Variabilité des propriétés de rétention en eau des sols : importance de la densité apparente. Etude et gestion des sols, 3,1. pp 27-40.
- **CHATELIN Y. (1964)**. Pédologie gabonaise. Géomorphologie et pédologie dans le bassin de l'Ogooué. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., Vol. 11, pp. 6-16.
- **DROESBEKE J.J. (1988)**. Eléments de statistique, éd. Ellipses. Univ. de Bruxelles, 446 p.
- **FOUCARD et LAFAYE, J.Y. (1983)**. Régression linéaire sur micro-ordinateurs. Masson Paris 246 p.

- **FOURASTIER J. et LASLIER J.F. (1987).** Probabilité et statistique. Dunod 260 p.
  - **FOUCAULT A. et RAOULT J.F. (1988).** Dictionnaire de géologie. 3e éd. Masson. Paris 360 p.
  - **GUICHARD E. et FORGET (1973).** Reconnaissance pédologique dans la région de Kougouleu (Estuaire) pour l'implantation d'une bananeraie "plantin". ORSTOM. Libreville 30 p.
  - **GUICHARD E. (1976).** Etude pédologique des plateaux Lékedi-nord. ORSTOM. Libreville. 85 p.
  - **GUICHARD E. (1977).** Etude pédologique de la bergerie de Franceville. ORSTOM. Libreville 105 p.
  - **GUICHARD E. et LAYAUD R. (1980).** Etude pédologique de sites pour l'implantation d'espèces ligneuses à croissance rapide dans les savanes du Haut-Ogooué. CNRST/IRAF, 121 p.
  - **LE BISSONNAIS Y., et LE SOUDER C. (1995).** Mesurer la stabilité structurale des sols pour évaluer leur sensibilité à la battance et à l'érosion. Etude et gestion des sols, 2 , 1 pp. 43-56.
  - **LEPRUN J.C. (1993).** Sertao brésilien et Sahel africain : écologie comparée de deux saisons sèches et conséquences sur l'environnement. acad. des SC. Coll. Séd. : et Géoch. de la surf. Pp. 127-140.
  - **NGENZI L. (1995).** Facteurs et risques d'érosion hydrique au Rwanda à différentes échelles spatiales. Thèse doct. Univ. Louis Pasteur 261 p.
  - **NOVIKOFF A. (1974).** Altération des roches dans le massif du Chaillu (République Populaire du Congo). Formation et évolution des argiles en zone ferrallitique. Thèse doct. Strasbourg. 297 p.
  - **SALA G.H. (1977).** Etude pédologique à Epila (Haut-Ogooué) pour l'implantation d'une ferme d'élevage ovin. ORSTOM. Libreville. Rapport définitif 30 p.
  - **SÉGALEN P. (1967).** Les sols et la géomorphologie du Cameroun. Cah. ORSTOM , sér. Pédol. 5.2 . pp. 137-187.
  - **SMITH G.N. (1982).** Elements of soil mechanics for civil and mining engineers. Granada, fifth edition. 493 p.
  - **TOMASSONE R. LESQUOY E., MILLIER C. (1983).** La régression. Nouveaux regards sur une ancienne méthode statistique. Masson. Paris, 180 p.
  - **WEBER F. (1968).** Une série précambrienne au Gabon : Le Francevillien. Sédimentologie, géochimie, relation avec les gîtes minéraux associés. Mem. Serv. Carte, Géol. Als. Lor. N° 28 328 p.
  - **WEBER F. (1993).** Les gisements latéritiques de manganèse. Acad. des Sc. Coll. Séd. Et Géoch. de la surf. pp. 77-95.
-

**Résumé**

Les profils d'altération de savane du plateau Okouma sont, d'une manière générale constitués de trois ensembles : un ensemble I argilo-sableux et/ou pisolithique de surface, un ensemble II à blocs de cuirasse et de plaquettes manganésifères et un ensemble III d'altération. Les profils situés sur le plateau se sont développés in situ. Par contre, les ensembles supérieurs (II et I) des profils situés sur pente se sont mis en place par éboulis et par colluvionnement. L'étude des propriétés physiques de ces sols en fonction des différentes teneurs en eau a permis d'établir leurs limites d'Atterberg, et leur conductivité hydrique. Les phénomènes de solifluxion sont à l'origine du colluvionnement des matériaux fins des ensembles de surface des profils sur versants.

**Mots clés :** limite d'Atterberg – porosité – conductivité hydraulique – solifluxion – colluvionnement – argile.

**Abstract**

The alteration profiles of Okouma Plateau are generally of three main horizons : a superficial sandy clay and/or pisolithic layer (1), an horizon with cuirass block and manganiferous tablets (II), a layer of alterations (III). The profiles located on the plateau result from " in situ " black shale alteration, while superior groups I and II, of profiles located on the slope derive from masses of fallen blocks and soil displacement. The study of physical properties of those soils in relation to different contents in water enables to establish their Atterberg limits and their hydric conductivity. The solifluxion phenomena are the origin of colluvionnement of fine materials of the surface groups of slope profiles.

**Keys words :** Atterberg limits – porosity – hydric conductivity solifluxion – colluvionnement - clay.