

République Togolaise
Ministère de l'Economie rurale
Direction de l'Agriculture

N° de Convention ORSTOM 6500-321
N° de Convention locale 7-c-64-P
Projet n° 13-ORD-64-VI-P I a
Financement : FAC
Exercice Budgétaire 1965
Date parution septembre 1965

Etude des sols
de la plaine du Mo-Fazao
Carte pédologique au 1/200.000

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE ORSTOM DE LOME

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE OUTRE-MER

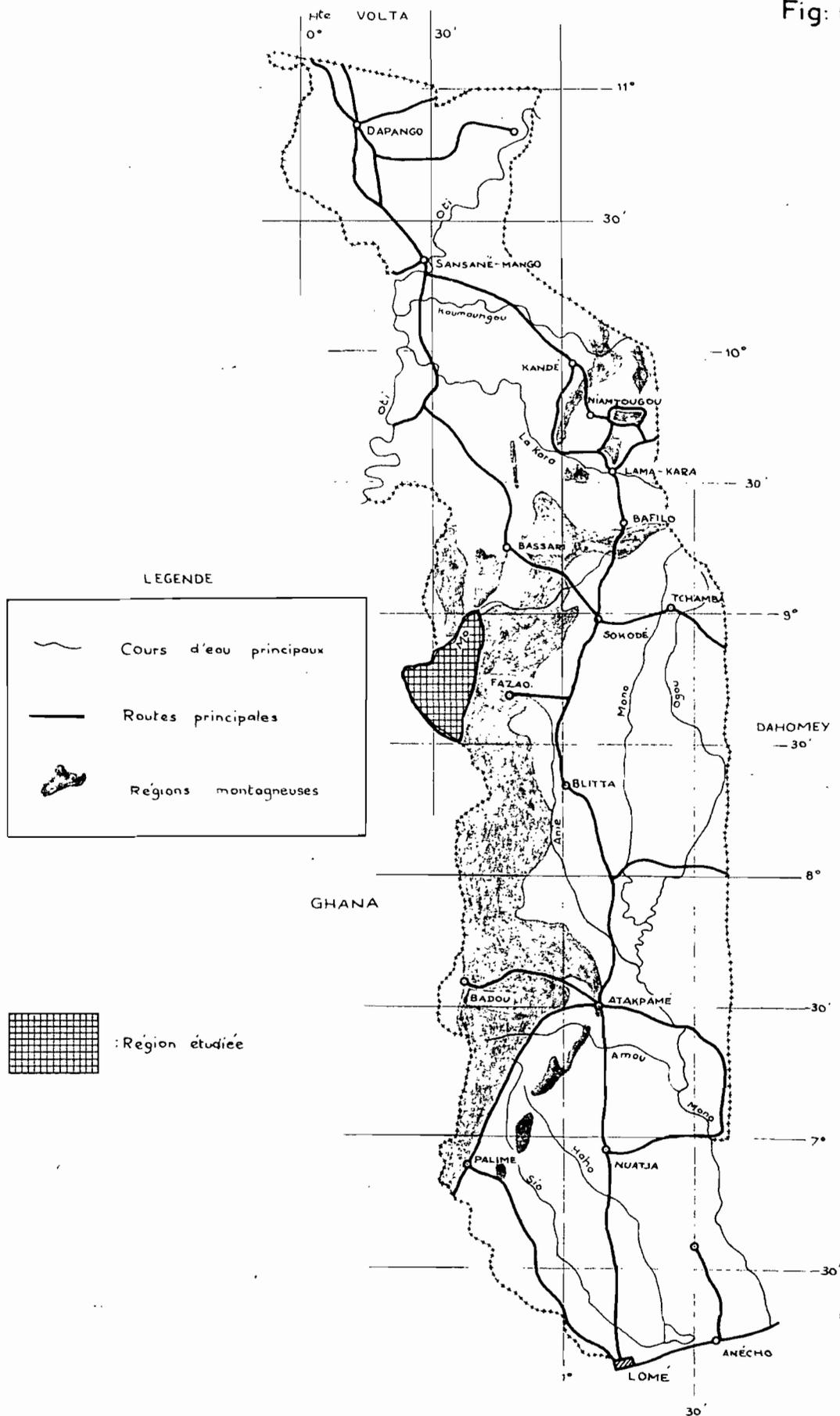
CENTRE DE LOME

Etudes des sols de la plaine du Mò-Faza

Carte Pédologique au 1/200.000

A. LEVEQUE
Maître de Recherches
Mai 1965

Fig: n° 0



I N T R O D U C T I O N

La région considérée réalise du point de vue de ses conditions naturelles, une entité bien individualisée du reste du TOGO.

Géographiquement, elle fait, en effet, partie de la vaste pénéplaine s'étendant dans le Centre et le Nord du Ghana, limitée du Togo, au sud de cette plaine par les premiers contreforts occidentaux des Montagnes de l'Atacorien. Elle est cependant séparée du premier pays par un obstacle naturel assez important, sur la plus grande partie de sa bordure ouest: la rivière Mô. Ce cours d'eau, la limite également du reste du Togo, et en particulier de Bassari, au nord. L'obstacle principal, à l'intégration de cette région dans les circuits commerciaux togolais, reste la falaise, de 400 mètres de haut, des Monts Fazao qui la limite à l'est, et gêne considérablement son raccordement par voie carrossable au grand axe routier Sud-Nord passant par Sokodé. Seul un sentier gravissant cette falaise par des marches réalisées par les affleurements de blocs rocheux, permet en toute saison la liaison vers l'est, c'est-à-dire vers Fazao. En saison sèche le sentier en direction de Bassari est beaucoup plus praticable, car ne gravissant pas de relief notable. Cette liaison est toutefois coupée au moment des crues du Nô que ce sentier traverse.

Le propos de cette étude rentre donc dans le cadre d'un inventaire des ressources naturelles de cette région préalable à l'établissement d'un projet routier permettant de la désenclaver.

CONDITIONS NATURELLES

1)- Géologie

Le soubassement géologique se partage en deux séries précambriennes: l'Atacorien, discordance quartzeuse sur les formations granito-gneissiques du Dahoméen et le Buem également très silicieux discordant, lui-même, sur l'Atacorien.

L'Atacorien forme les hauts reliefs des Monts Togo, et en particulier des Monts Fazao qui dominent la plaine, à l'est de celle-ci, par une falaise s'alignant sur une faille de direction grossièrement Nord-Sud. Cet accident tectonique ne semble toutefois pas limiter vers l'ouest comme l'indique la carte géologique, les formations de l'Atacorien, puisque nous pouvons retrouver isolés dans la plaine, à quelques kilomètres de cette falaise des petites collines, le plus souvent alignées parallèlement à celle-ci, incontestablement développées sur ces formations atacoriennes: citons par exemple la petite chaîne du Bouroukountou dont la hauteur de commandement ne dépasse pas 100 mètres. La reconnaissance des sols de cette plaine en particulier de ceux développés sur le Buem permet par ailleurs de noter que cette série ne vient jamais au contact de la falaise, et qu'elle en est au contraire séparée de celle-ci par une zone de piedmont de plusieurs kilomètres de large le plus souvent, développée sur des formations qu'on peut rattacher par analogie pédologique, soit à la série de l'Atacorien, soit, mais plus rarement, à des produits de remaniement de celle-ci.

Du point de vue lithologique, la série de l'Atacorien est essentiellement composée de quartzites ou de grès-quartzites ainsi que de schistes à séricite ou muscovite interstratifiés au sein des premiers, et traversée par de nombreux filons de quartz dont certains sont très importants. La série de Buem est de son côté composée ici, de grès quartzites plus ou moins fortement arkosiens, de couleur verte, verdâtre ou gris vert, et de grain très fin. Cette série est au contraire de la première très homogène, ici, et sur toute l'étendue de la plaine présente le même faciès. Aucun filon de quartz, en particulier, ne la traverse.

Nulle part le socle granito-gneissique n'affleure.

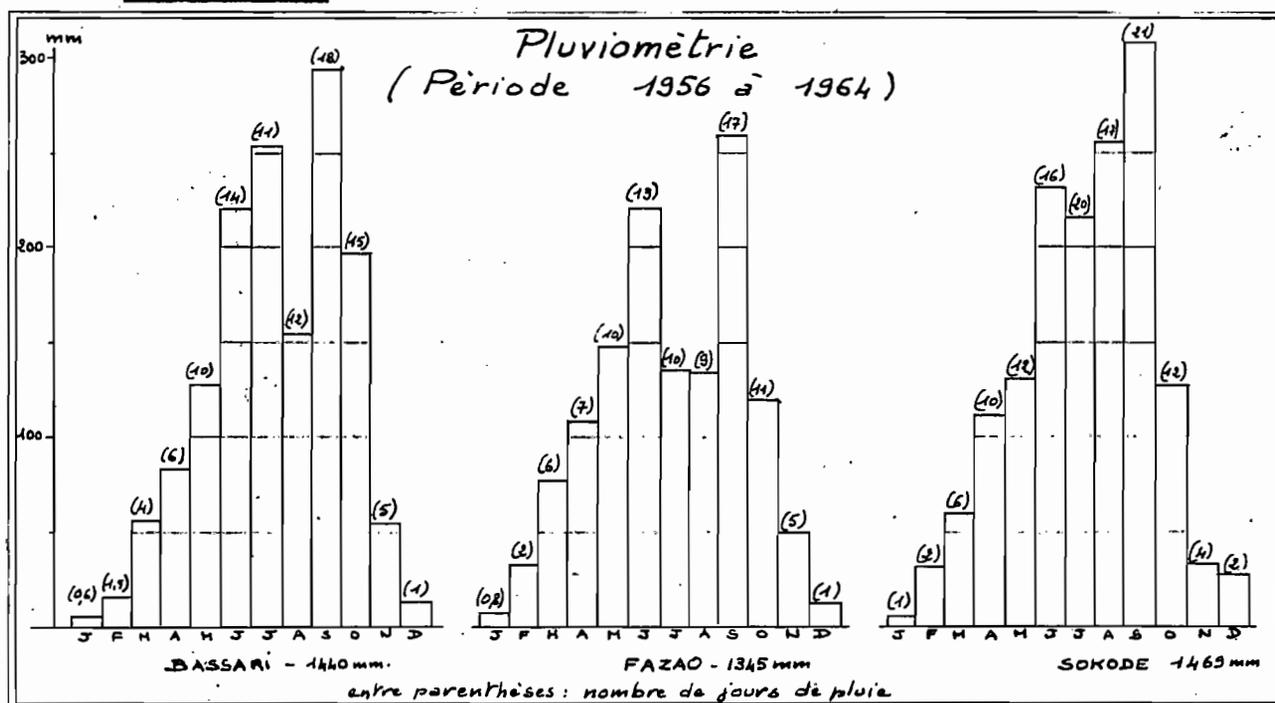
Nous avons donc ici des roches-mères particulièrement pauvres en éléments basiques, mais cependant plus riches en silice combinée, que ne pourrait donner à penser la simple observation des affleurements sur le terrain.

2)- Géomorphologie

Le trait le plus marquant de cette région consiste en la présence de la falaise développée sur une faille affectant l'Atacorien, et limitant cette plaine vers l'Est. Cet accident est flanqué de nombreux cônes d'éboulis pouvant remonter jusqu'à mi-hauteur de celui-ci. Ils présentent toujours des pentes très rapides et sont souvent constitués d'éléments les plus grossiers. Ils se raccordent assez brutalement à un glacis de piedmont dont la largeur peut dépasser 3 kilomètres, et dans lequel les cours d'eau descendant de la falaise s'enfoncent plus ou moins, mais ne présentent jamais d'entailles nettes, si bien qu'on peut souvent, comme sur le socle granito-gneissique distinguer lits et interfluves. Ce glacis de piedmont présente des pentes de 5% en moyenne.

Au delà de ce glacis, vers l'ouest, s'étend une pénéplaine présentant une pente générale de 7 à 10 pour mille, en direction de la rivière Mô. Elle offre de très larges ondulations dont l'amplitude se cantonne le plus souvent en dessous de 30 mètres. Les pentes supérieures à 4% sont très rares et sont le plus souvent de l'ordre de 1 à 2%. Les lits des cours d'eau sont très évasés et peuvent donner lieu à des remblaiements alluviaux de plusieurs centaines de mètres de large bien souvent. Cette pénéplaine est dominée de loin en loin par quelques petits plateaux cuirassés, témoins d'une ancienne surface d'érosion, dans lesquels des niveaux de cailloux roulés peuvent être observés. La hauteur de commandement de ces plateaux cuirassés est d'environ 40 à 50 mètres au plus. Ils sont partout en voie de démantèlement et les surfaces planes laissées intactes par l'érosion sont très restreintes: à peine 60 à 70 hectares pour les plus importantes d'entre elles.

3)- Climatologie



Il n'existe aucun poste météorologique dans la plaine, les plus proches étant ceux du village de Fazaou (à l'opposé de cette région par rapport aux montagnes) de Bassari et de Sokodé. C'est donc uniquement par analogie que nous pouvons procéder ici, dans la notification des éléments du climat.

En moyenne la pluviométrie annuelle atteint 1430 mm, pouvant passer de 900 à 2000 mm d'une année à l'autre.

La saison des pluies est caractérisée par 2 maxima, le premier se situant au mois de juin ou juillet, le second au mois de septembre, séparés par une atténuation relativement faible: les précipitations du mois de juin (ou juillet) atteignent une moyenne d'environ 235 mm, celles du mois de septembre 260 mm. Elles peuvent varier selon les années dans un rapport de 1 à presque 3 pour le mois de septembre, de 1 à 4 pour le mois de juin ou juillet.

C'est le mois de janvier qui est le plus sec avec des précipitations pratiquement toujours inférieures à 10 mm, et le plus souvent nulles. L'harmattan souffle pendant une bonne partie des mois de décembre, janvier et février.

La température moyenne annuelle est de 26°5, la moyenne des maxima étant de 32°, celle des minima 19°7. En fin de saison sèche, à la fin du mois de mars, des températures de 40° sont courantes.

L'humidité relative est en moyenne de 70%; la moyenne des minima de saison sèche (novembre à mars) se situant vraisemblablement aux environs de 30%.

L'évaporation annuelle moyenne, mesurée au Piche, semble égaler le total des précipitations à Sokodé ; pour les années 1956 et 1958 à 1963, nous enrêgistrons une moyenne de 1337 mm alors que celle des précipitations est de 1266 mm. Les deux chiffres sont donc assez proches l'un de l'autre. Notons cependant que l'évaporation mesurée sur bac est très certainement supérieure.

Le drainage calculé selon la formule de S. HENIN $\left(D = \frac{P_3}{1 + \frac{P_2}{P_1}} \right)$ est de 495 mm environ, l'indice d'aridité de MARTONNE $\left(\frac{P}{T + 10} \right)$ étant de 39.

4)- Végétation

Le couvert végétal de la plaine est caractérisé par la prédominance d'une savane arborée moyennement claire, pouvant passer dans certaines zones du glacis de piedmont à des reliques de forêts sèches relativement denses à *Pterocarpus erinaceus*, *Parkia biglobosa*, *Anogeissus* ... etc.

La savane arborée, quant à elle, est peuplée principalement de *Lophira alata*, *Terminalia macroptera*, *Pterocarpus erinaceus*, *Daniellia Oliveri*... etc. Les galeries forestières sont le plus souvent restreintes à quelques dizaines de mètres de largeur.

La strate herbacée est essentiellement composée d'*Andropogon*, d'*Hypparhenia*, d'*Aristida* et de *Loudetia*.

5)- Hydrologie

De nombreux petits cours d'eau, prenant naissance soit au pied de la falaise, soit, plus haut dans les Monts Fazao coupent la plaine selon une direction Est-Ouest avant d'aller se jeter dans la rivière Mò. Quelques uns sont quasi permanents, comme la Saka et surtout la Kpaza dans le sud de la plaine. Tous les autres semblent tarir dès les mois de février, leurs alluvions restant gorgées d'eau dès une faible profondeur jusqu'à une date très avancée dans la saison sèche.

Le cours d'eau le plus important est évidemment la rivière Mò qui limite, au nord et à l'Ouest une partie de la plaine. Celle-ci ne tarit jamais complètement, son débit d'étiage se stabilisant à plusieurs dizaines de litres/seconde. Elle décrit de nombreux méandres au milieu d'une vallée alluviale cependant fort peu large : de l'ordre de 800 à 1000 mètres au maximum.

6)- Population

Elle est essentiellement, avec un total de 4 000 à 5 000 âmes environ, composée par 2 ethnies: celle des Kotokolis dont le chef supérieur est à Sokodé, de loin la plus nombreuse, et celle de Konkombas dispersés dans de petits villages le long du sentier qui rejoint Boulo à Bassari, ou bien établis le long de la rivière Mô, le plus souvent à quelque distance de celle-ci. De grandes étendues de la plaine, dès que l'on quitte le pied de la falaise, sont totalement inhabitées et ne procurent aux habitants de celle-ci d'autre ressource que celle de la chasse.

L'activité se résume essentiellement en la culture de plantes vivrières et partiellement du coton dont le débouché est rendu très difficile par la nécessité du portage à dos d'homme sur 20 à 30 kilomètres par la montagne, en direction de Fazao ou bien sur 40 à 50 kilomètres en direction de Bassari. C'est toutefois sur cette dernière agglomération que s'effectue la plus grande partie du trafic, le parcours ne traversant aucun relief sensible.

Quelques troupeaux de bovins conduits par les peuhls sillonnent la plaine, mais sans apporter de ressources notables à son économie, ni même dans le bilan alimentaire de sa population.

Une grande partie des échanges, en fait, se réalise avec le Ghana voisin, et la monnaie utilisée le plus couramment est la livre ghanéenne.

De plus en plus les jeunes de la plaine émigrent vers le Ghana ou (plus rarement) vers les régions méridionales du Togo.

LES SOLS

1)- Aspects Généraux de la formation des sols

Celle-ci se caractérise essentiellement par les facteurs naturels actuels, les actions pédogénétiques anciennes ne semblant se résumer qu'à la présence des quelques plateaux cuirassés plus ou moins érodés, dominant la pénéplaine environnante de quelques dizaines de mètres.

Ces petits témoins d'une ancienne surface sont surtout le siège d'une érosion relativement intense, ne laissant se développer que des sols peu évolués aux dépens de la cuirasse, ou bien tronquant d'anciens profils et faisant apparaître les horizons très fortement et très profondément concrétionnés, juste en surface.

Dans l'ensemble de la plaine, l'évolution des sols est essentiellement conditionnée par les aspects successifs, au long de l'année, du climat à savoir: la forte pluviométrie concentrée en quelques mois et d'un côté: la forte évaporation se développant sur la plus grande partie de l'année. Nous aurons donc d'une part: altération puissante des minéraux de la roche-mère, et en particulier libération importante d'oxydes de fer, engorgement rapide des profils avec lessivage consécutif à la dispersion des colloïdes; ainsi qu'érosion en nappe et d'autre part concentration, en saison sèche, des solutions riches en oxydes de fer se traduisant par le développement d'horizons fortement concrétionnés. Ceux-ci peuvent souvent évoluer en carapace et moins souvent en cuirasse.

Corrélativement aux phénomènes d'érosion, nous pouvons observer d'importantes accumulations de matériaux sableux en bas des pentes et plus généralement dans le lit des marigots ou autres cours d'eau, matériaux sur lesquels se développent, étant donnée la position topographique, des sols à hydromorphie temporaire très accentuée.

Une autre série de phénomènes liés d'érosion et d'apport est à noter à propos de la falaise découpée dans la formation Atacorienne des Monts Fazaou. Ici cependant, il est inutile de faire intervenir des facteurs pédogénétiques préalables à ceux-ci, étant donné que la pesanteur suffit à expliquer la redistribution des matériaux dont les plus grossiers s'accumulent au pied sous forme de cônes d'éboulis, et dont les plus fins sont emportés au fur et à mesure de leur libération par le ruissellement en direction des axes de drainage. Ces produits fins (sableux) viennent s'ajouter dans le lit des cours d'eau, à ceux apportés par érosion en nappe à partir des sols très évolués de la pénéplaine. Enfin, une troisième catégorie d'apport, par alluvionnement pur celui-ci, est à signaler à propos de la rivière Mò remplissant son lit majeur de sables très fins et limons grossiers, souvent très bien triés et provenant de l'érosion de tout le bassin versant de cette rivière prenant sa source dans le massif d'Alédjo, au Nord de Sokodé, à 90 km de là, à vol d'oiseau.

L'altération des roches en place s'effectue très différemment d'une série à l'autre.

Pour l'Atacorien, la présence de petits lits micacés permet par l'hydratation des minéraux qui composent ces derniers, l'ébranlement de la masse rocheuse puis la fragmentation poussée de celle-ci. Seuls résistent assez bien à cette division, le quartz des filons, et les quartzites les plus purs, mais le premier est de loin le plus fréquemment représenté dans les zones d'accumulation. L'altération des interstratifications de schistes

à muscovite ou à séricite présente le plus souvent une intensité ainsi qu'une profondeur importante, libérant de grandes quantités d'oxydes de fer (qui en milieu bien drainé, donnent aux produits d'altération une intense coloration rouge et une structure finement agrégée), ainsi qu'un taux important d'argile plus ou moins limoneuse et sériciteuse, dans laquelle l'illite représente certainement la fraction prédominante.

Toute la muscovite ne disparaît cependant pas, et il n'est pas rare d'en retrouver de nombreuses paillettes dans les produits d'altération déjà très évolués et même jusque dans les horizons supérieurs de nombreux profils.

L'altération des grès quartzites plus ou moins fortement arkosiens du Buem prend une toute autre allure.

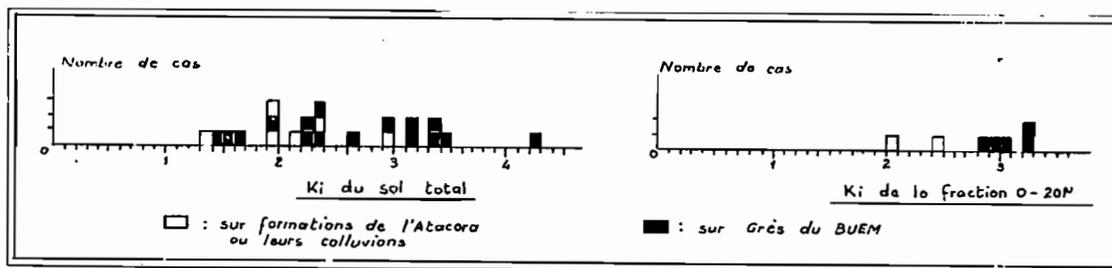
Nous avons à faire ici, à une formation compacte, beaucoup moins perméable que celle de l'Atacorien et le drainage et par conséquent l'exportation des éléments solubles semble s'y opérer, toujours avec difficulté. Alors que les produits d'altération de la série Atacorienne rappellent souvent ceux des sols ferrallitiques, la transformation du grès du Buem, tout au moins pour la région qui nous intéresse, se traduit par l'apparition d'une zone fortement argileuse, où le fer, par manque d'aération, est à l'état réduit et dispersé, ne se fixant pas sur les surfaces actives, d'où il résulte une structure massive, très compacte, très cohérente dès qu'elle est soumise à la dessiccation, avec, alors, apparition fréquente de caractères de type vertique: structure largement polyédrique ou prismatique, avec quelques slickensides qui pour n'être pas aussi nets que dans les horizons profonds de vertisols, n'en sont pas moins présents. Il en résulte, en saison des pluies, une imperméabilité totale qui accentue les phénomènes pédogénétiques liés au climat. Bien que je n'aie pu disposer de déterminations cristallographiques des types d'argile composant ces zones d'altération, il est possible de supposer la présence assez régulière d'argile à réseau 2-1 : montmorillonite ou autre phyllite semblable.

À l'argile, est liée, ici, une assez forte proportion de limon qu'on retrouvera dominant dans les horizons supérieurs des sols et qui viendront eux-mêmes accentuer les phénomènes d'engorgement auxquels sont liés ceux du lessivage et de l'érosion en nappe. Rappelons en effet que la roche-mère, dans cette série du Buem telle qu'elle est représentée dans la plaine possède constamment un grain très fin, souvent assez difficilement visible à l'oeil nu.

2)- Les différents processus pédogénétiques

A) Dégradation des minéraux primaires de la roche-mère

En l'absence de déterminations minéralogiques des argiles, une assez bonne indication sur l'intensité de cette transformation peut nous être donnée par le calcul du rapport SiO_2/Al_2O_3 des diverses fractions granulométriques du sol (SiO_2 représentant ici, la silice combinée, soit des minéraux originels, soit des argiles provenant de l'altération).



Le tableau ci-dessus entraîne certaines remarques:

- 1°- Certains sols, pris dans leur ensemble présentent un indice les situant dans un domaine ferrallitique assez accusé (SiO_2/Al_2O_3 inférieur à 1,7).
- 2°- Cependant les fractions granulométriques les plus fines (0-20 microns) donnent à l'analyse, pour ce rapport, des valeurs toujours supérieures à 2.

Il est donc permis de penser que les sols développés, tant sur la formation de l'Atacora, que sur le grès de Buem présentent dans les conditions actuelles, une évolution différente de celles qu'ils ont connue précédemment, sous un climat certainement plus pluvieux. L'alumine libre se recombinaient maintenant, pendant les périodes humides soit avec la silice du quartz, phénomène dont les preuves apportées jusqu'à maintenant par les différentes études, sont assez minces, soit plus probablement avec la silice libérée actuellement dans les zones d'altération et migrant par capillarité, au cours de la saison sèche, sous forme de complexes plus ou moins stables.

Nous avons vu, d'autre part, au paragraphe traitant de la climatologie, que l'indice de drainage calculé donne, pour cette région, une valeur de 495 mm. Si on la compare aux données du climat et des sols correspondants d'autres régions, elle situe la pédogénèse actuelle dans le domaine ferrallitique, ce qui ne semble pas le cas présentement, d'après les valeurs comparées des Ki du sol total et des fractions fines. Il faut voir par ce fait, certainement la conséquence d'un déficit de l'infiltration par rapport aux précipitations, déficit entraîné par le ruissellement, au cours des fortes averses, d'une assez grande partie de l'eau tombée. Ce ruissellement interviendrait dès que la saturation des horizons superficiels serait suffisante, ce qui peut se produire très rapidement en cours des fortes précipitations de la saison pluvieuse.

Il semble, par ailleurs, que la dégradation des minéraux de la série Atacorienne soit ou ait été généralement plus poussée que pour ceux des grès-quartzites feldspathisés du Buem: nous voyons, en effet, sur le tableau précédent, que dans 3 cas sur 6, le Ki du sol global est inférieur à 2, n'étant jamais par ailleurs, supérieur à 3, alors que pour le Buem, ce rapport n'est inférieur à 2 que dans 3 cas sur 15, et présente par contre des valeurs dépassant 3, dans 6 cas sur 15. La constitution chimique globale des argiles et limons reflète ces particularités, quoique le nombre de résultats ne nous permet pas de donner à l'analyse des chiffres obtenus, une aussi grande certitude: il n'en reste pas moins que pour le Buem, les Ki de ces fractions granulométriques inférieures à 20 microns sont voisins de 3, alors qu'ils ne sont compris qu'entre 2,0 et 2,5 pour les éluviions dérivant des formations Atacoriennees.

Ces observations rejoignent celles qui ont pu être effectuées sur la morphologie des zones d'altération, dans des pages antérieures.

Il semble donc qu'il faille accorder une certaine importance au facteur roche-mère dans le processus de dégradation des minéraux. Il faut toutefois noter, à ce propos, que le rôle tenu par cette dernière peut être ici, indirect. Il semble en effet qu'il faille accorder au facteur géomorphologie une certaine importance dans les aspects que prend l'érosion permettant selon les formations, un plus ou moins grand rajeunissement des sols: alors qu'un fort pourcentage de la superficie sur Buem paraît avoir été dégagé, à une époque géologique récente, de ses formations meubles, les formations atacoriennes du pied de la falaise semblent avoir plutôt emmagasiné dans leurs éluvions les produits (ferrallitiques à l'époque ?) du décapage des sols des Monts Fazao.

Enfin, les différentes variations que nous pouvons enregistrer, pour ce rapport $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ du bas en haut des profils ne semble pouvoir se raccorder, ni au type de sol, ni à des horizons particuliers, ni au facteur roche-mère. Il semble qu'en général, le Ki augmente en profondeur, passant assez souvent soit par un minimum, soit par un maximum au niveau de l'horizon concrétionné. L'hydromorphie temporaire de certains horizons ne semble exercer aucune influence notable.

Les résultats de l'analyse totale nous montrent que l'altération des minéraux primaires, si elle n'est, en général, qu'assez peu souvent accompagnée d'une dégradation au niveau des argiles, comme le prouvent les nombreux Ki supérieurs à 2, n'en arrive pas moins à être très complète.

Nous devons toutefois remarquer que, pour les horizons supérieurs des sols dérivés de la série atacorienne, le pourcentage de quartz est un peu moins fort que pour ceux dérivés de la série du Buem: alors que pour celle-ci le pourcentage est en moyenne de 80, il n'atteint pas 70 pour la première. L'un ou l'autre de ces pourcentages sont cependant très forts et reflètent un bilan minéralogique peu favorable.

B)- Profondeur des sols

En dehors du critère basé sur le lessivage en fer des profils, c'est certainement celle-ci qui différencie le plus les sols dérivés de chacune des séries atacorienne et du Buem. Alors que pour la première, la roche-mère reconnaissable n'est jamais atteinte qu'en dessous de 5 ou 6 mètres, de nombreuses tranchées ouvertes dans les sols dérivés de la seconde, permettent d'observer le grès du Buem, altéré certes, mais très reconnaissable dès une profondeur de 1,50 à 2,50 mètres en général. Il faut cependant distinguer pour cette série les sols très lessivés en fer sur la plus grande partie du profil et ceux qui ne le sont que dans leurs horizons superficiels. La profondeur du sol semble partout en effet, être fonction inverse de celle de la partie du profil intéressée par le lessivage du fer. Une meilleure perméabilité, accompagnant le plus souvent les sols riches en fer, apporte sur volume d'eau supérieur à la zone d'altération, et limite d'autre part les phénomènes d'érosion en nappe consécutive à l'engorgement des profils.

En dehors de cet aspect de la question, notons que les grès du Buem sont beaucoup plus massifs que les formations, atacoriennes, et s'opposent par conséquent, à la pénétration en profondeur des eaux météoriques.

C)- Accumulation de la matière organique

Nous n'examinerons ici que les incidences qu'elle possède sur les caractères morphologiques des profils, en dehors de son action sur les propriétés physiques et chimiques.

Les horizons supérieurs des sols étant, dans la grande majorité des cas, et pour chaque type de sol, très fortement lessivés, l'individualisation des horizons humifères s'effectue assez facilement. Nous pouvons cependant distinguer des différences fondamentales dans la couleur, la structure, ainsi que dans le mode d'enracinement, quand nous passons d'une végétation relativement fermée, aux parties des savanes les plus dénudées, parcourues, en saison sèche par les feux de brousse. Sous les flots forestiers relictifs, voisins du pied de la falaise des Monts Fazao, le sol présente en surface une structure relativement bien développée pour le milieu ferrugineux, une couleur brune ou marron, et un enracinement permettent d'explorer une profondeur importante. En savane ouverte, la structure est toujours beaucoup plus fragile, les agrégats se résolvant en leurs particules élémentaires sous de faibles pressions. La couleur est plus grise ou plus noirâtre, et le réseau du chevelu racinaire se cantonne dans un horizon beaucoup moins profond, ne permettant, alors, aux plantes, que l'exploration d'un volume du sol beaucoup plus réduit. Notons que la couleur de ces derniers horizons humifères est due en grande partie à la calcination des végétaux, lors des feux de brousse.

Enfin, l'accumulation de la matière organique, ne semble pas présenter, toute condition végétale étant égale par ailleurs, de caractères bien spéciaux pour les sols présentant une hydromorphie temporaire, seule, la couleur passant dans des teintes plus foncées.

D)- Lessivage de l'argile

Les profondeurs atteintes par celui-ci ne dépassent pratiquement jamais 110 cm. Il faut voir, ici, la conséquence soit de la limitation du lessivage en fer, élément dont la présence, grâce à l'agrégation des particules argileuses freine la dispersion de celles-ci; soit, pour les sols très profondément lessivés en fer, (mais localisés à la série du Buem), de la finesse de la granulométrie du matériau issu du grès feldspathique.

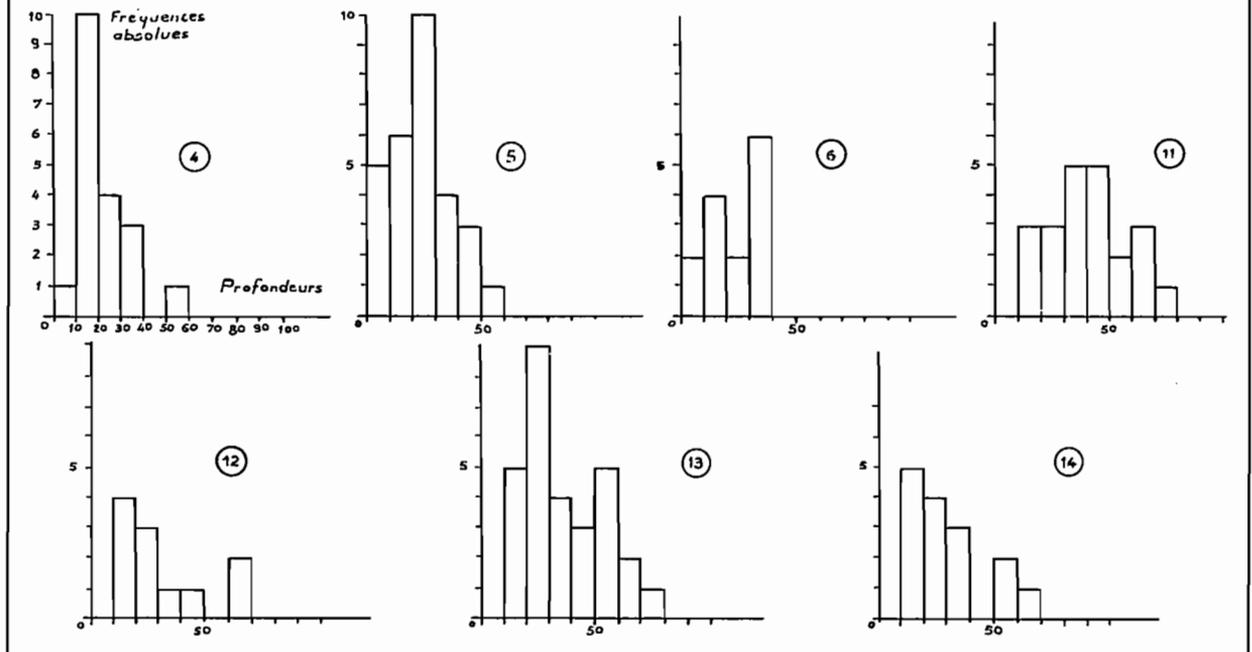
Il faut cependant distinguer, du point de vue agronomique surtout, la profondeur sur laquelle s'effectue un lessivage intense, dont résultent des horizons supérieurs que l'on peut apprécier, sur le terrain, presque uniquement sableux: cette profondeur est le plus souvent réduite et comprise entre quelques centimètres et 0,80 m., la fréquence maxima se situant entre 20 et 30 cm. Notons que ce sont les sols très profondément lessivés en fer qui présentent la plus grande profondeur atteinte par un lessivage intense: entre 30 et 50 cm.

Le premier groupe d'histogrammes de la page suivante résume les observations de terrain relatives au lessivage des différents types de sol.

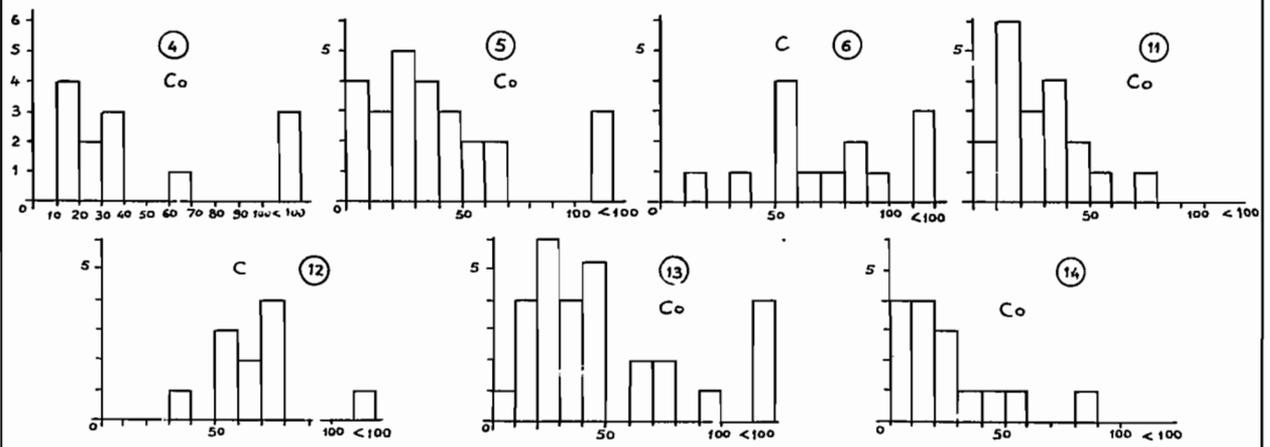
Les indices de lessivage se situent toujours entre 3 et 5,5, chiffres qui représentent des intensités importantes. Signalons que ce sont les sols développés sur la série Atacorienne, ou sur ses colluvions qui présentent généralement les plus forts indices: entre 3,50 et 5,50, (sols peu profondément lessivés en fer) alors que les sols dérivés de grès feldspathiques du Buem n'ont que des indices compris entre 2,50 et 3,50. Il faut voir certainement dans ce fait la résistance qu'oppose, à la migration des suspensions colloïdales, la finesse de leur granulométrie, riche en limons.

Etude de quelques processus pédogénétiques des sols ferrugineux tropicaux

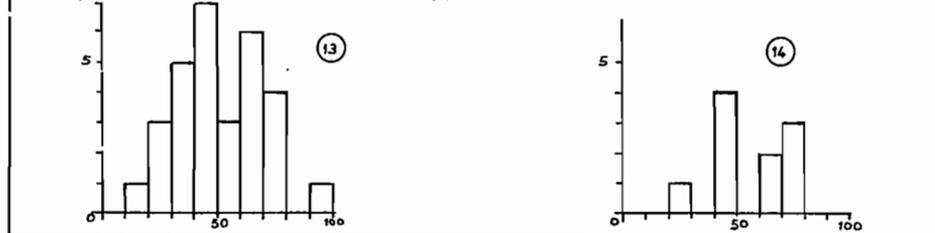
Fréquence des puissances de l'horizon très fortement lessivé



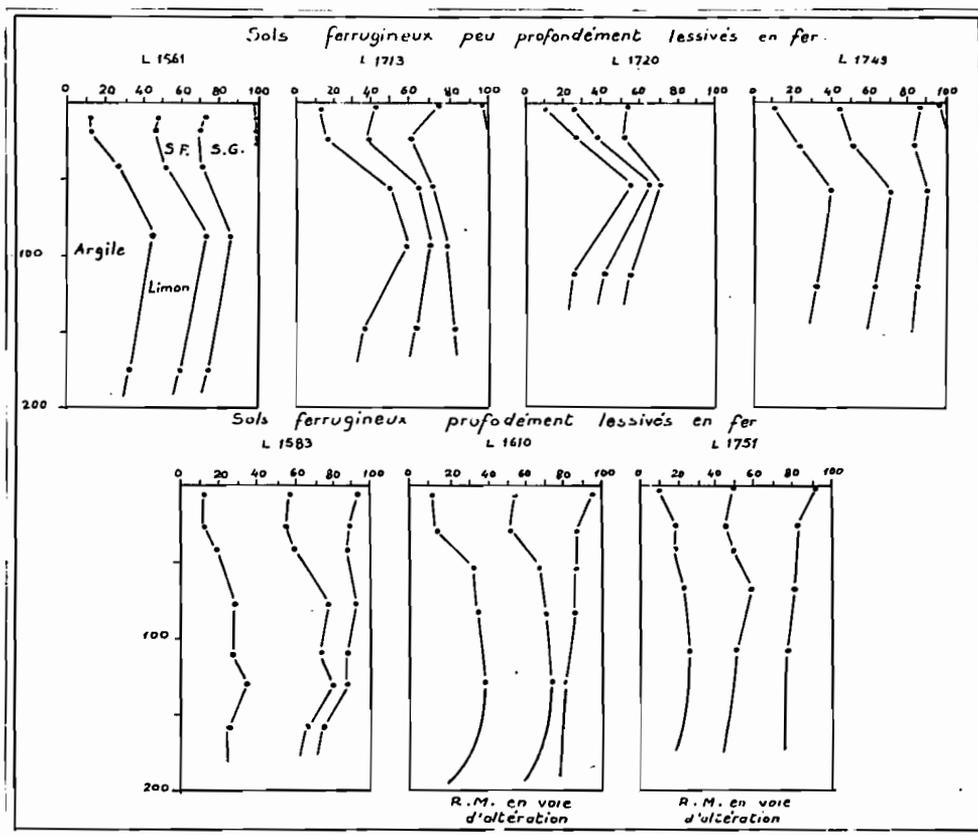
Fréquences des profondeurs d'apparition de l'horizon concrétionné (Co) et carapace ou cuirassé (C)



Fréquences des profondeurs, de l'apparition de l'horizon à pseudo-gley



- ④ : lessivés en fer sur une faible profondeur - plus ou moins lessivés en argile - à concrétions - et taches - famille sur colluvions à accumulation de quartz
- ⑤ : lessivés en fer sur une faible profondeur - plus ou moins lessivés en argile - à concrétions - (et taches) - famille sur schistes à quartzeux (et grès feldspathiques du BUEM)
- ⑥ : lessivés en fer sur une faible profondeur - plus ou moins lessivés en argile - à concrétions et cuirasse ou carapace
- ⑪ : lessivés en fer sur une grande profondeur - lessivés fortement en argile - à concrétions et taches
- ⑫ : lessivés en fer sur une grande profondeur - lessivés fortement en argile - à concrétions et cuirasse ou carapace
- ⑬ : lessivés en fer sur une grande profondeur - à pseudo-gley de profondeur
- ⑭ : lessivés en fer sur une partie importante du profil - peu profonds - lessivés fortement en argile et concrétionnés - (sur argile d'altération ou Roche-Mère avant 1 mètre de profondeur).



Ces mouvements de l'argile semblent s'effectuer selon deux directions bien distinctes selon que l'on a à faire aux sols encore riches en hydroxydes de fer, bien perméables, ou aux sols pauvres en ces derniers, présentent un engorgement assez prononcé en saison des pluies, engorgement ne se traduisant pas toujours par l'apparition de pseudo-gleys, étant donné qu'il peut être très fugace. Pour les sols riches en hydroxydes de fer, le lessivage s'effectue, en partie tout du moins, selon le sens vertical, donnant lieu à une accumulation absolue à une relativement faible profondeur. Pour les sols pauvres en hydroxydes de fer, le lessivage de l'argile ne semble s'effectuer principalement qu'en direction oblique, les horizons d'accumulation absolue, étant très peu marqués.

E)- Lessivage en fer

La présence des hydroxydes de fer permet, par la couleur donnée aux différents horizons des profils, de diagnostiquer, rapidement sur le terrain, le sens dans lequel s'effectue l'évolution des sols, soit vers l'hydromorphie, soit vers un bon drainage qui ralentit la dégradation de ces derniers. En général, les indices de lessivage en hydroxydes de fer varient de 1,4 à 6,0. Ce sont, de même que pour l'argile, les sols dérivés des grès feldspathiques du Buem qui présentent généralement les indices les moins élevés: entre 1,4 et 2, alors que ces derniers sont le plus souvent supérieurs à 2 pour ceux développés sur la série Atacorienne. Il faut cependant prendre, ici également, en considération la profondeur sur laquelle s'exerce ce départ: pour les sols sur Buem, il intéresse pratiquement tout le profil jusqu'à l'horizon d'altération argileuse ou la roche-mère altérée.

En relation avec cette profondeur, nous avons des sols présentant une mauvaise structuration, une moins bonne perméabilité sur une partie plus ou moins importante de leur profil, à laquelle sont liées l'épaisseur de l'horizon lessivé en argile et la direction dans laquelle s'effectue le départ de cette fraction granulométrique.

Les rapports entre fer libre et fer total de la terre fine, varient le plus souvent entre 40 et 80%, la moyenne se situant aux environs de 65%. Les hydroxydes de fer sont donc essentiellement mobiles.

F)- Les phénomènes d'induration

Le cuirassement

En dehors des petits plateaux cuirassés, témoins d'une ancienne surface d'érosion, et dominant de loin en loin la pénéplaine actuelle, le cuirassement des sols semble aujourd'hui assez restreint, vraisemblablement à cause de l'absence de nappe phréatique. Cette forme d'induration n'atteint que quelques pour cent de la superficie totale de la plaine. La présence de cuirasse est observée le plus généralement dès une faible profondeur: de 50 à 100 centimètres, recouverte le plus souvent d'horizon sableux provenant du remaniement, (avec lessivage de l'argile) par érosion en nappe à partir des positions supérieures du modelé du terrain. Ces cuirasses se présentent le plus fréquemment sous une structure concrétionnaire, dont le ciment ferrugineux agglomérant les éléments indurés primaires, ne les rend que moyennement solides. Elles offrent de nombreuses solutions de continuité. Nous les trouvons généralement en positions topographiques basses, traduisant surtout le mouvement oblique des hydroxydes de fer. Elles s'alignent fréquemment en bandes parallèles aux bas-fonds ou marigots, à quelques distance de ceux-ci. Elles renferment, quand nous avons à faire aux colluvions de la série Atacorienne, d'assez nombreux cailloux de quartz roulés ou émoussés, témoins granulométriques d'une meilleure aération du sol grâce à laquelle a pu s'effectuer la précipitation des suspensions ou pseudo-solution d'hydroxydes de fer.

Le concrétionnement

C'est certainement pour la région qui nous intéresse, le processus pédogénétique fondamental et presque absolument général. Seules sont dépourvues de concrétions quelques zones de colluvions fines, bien structurées homogènes, le plus souvent riches en argile dans lesquelles les phénomènes de redistribution des oxydes de fer sont extrêmement gênés par la rapidité du drainage.

Dans tous les autres sols, les alternances d'engorgement temporaires et de dessiccation permettent, à partir de la libération des hydroxydes de fer dans les zones d'altération, le développement d'horizons très fortement concrétionnés.

Ceux-ci débutent en général entre 10 et 50 cm, les profondeurs les plus importantes (de 100 à 150 cm) pouvant être notées pour les sols peu profondément lessivés en fer. Ces horizons apparaissent brusquement, leur passage à l'horizon C ou à l'horizon d'argile d'altération s'effectuant par ailleurs plus progressivement. La cause de cette brusque apparition pour leur sommet réside le plus généralement par le tri qu'exerce sur le sol, les divers remaniements superficiels.

Le pourcentage du volume du sol occupé par les concrétions est, dans la très grande majorité des cas, supérieur à 60%, atteignant assez fréquemment 80%. La présence de cet horizon concrétionné constitue donc ~~une~~ gène

très importante pour la végétation de toute plante, un tant soit peu exigeante par la réduction du volume utile offert à l'exploration racinaire.

La taille de ces concrétions est, en général très variable, quoique relativement limitée (à un maximum de 2 à 3 cm). Dans les horizons les plus argileux, en particulier, au sommet des zones d'altération elles sont généralement plus petites: 0,5 à 1,5 cm. Leur forme est le plus souvent ovoïde mamelonnée, assez peu contournée, sauf pour certains horizons hydromorphes, en particulier les plus sableux. Toutefois, les sols dérivés des grès feldspathiques du Buem, présentent des concrétions constituées d'un important noyau de roche-mère altérée et ferruginisée, entouré d'un cortex respectant les formes des fragments découpés selon le litage de la roche-mère: nous avons donc ici, en réalité, des pseudo-concrétions, dont la dureté, par ailleurs est beaucoup plus faible que celle des éléments indurés de néoformation totale.

Assez souvent, ces horizons concrétionnés passent à des carapaces, dont la fréquence ne semble pas pouvoir être reliée à des positions topographiques particulières. Ces carapaces présentent généralement des noyaux de terre fine, en partie expurgée de ses hydroxydes de fer. Elles n'offrent, fréquemment; qu'une résistance modérée à leur fragmentation mécanique, et, les grosses racines peuvent facilement les pénétrer quand leur épaisseur est réduite à quelques 15 ou 20 cm. En dehors de ces derniers cas, seules, les fines racines peuvent les explorer, profitant des solutions de continuité représentées par les petits canalicules se développant entre les points laissés libres de toute cimentation des concrétions les unes aux autres.

Elles n'en constituent pas moins un milieu, moins perméable, pouvant accentuer l'hydromorphie temporaire qui est assez souvent la cause de leur apparition.

G)- L'hydromorphie

Elle est absolument générale si l'on considère les profils de leur surface à la roche-mère. En ce sens, il faudrait rattacher tous les sols à la plaine à la classe des sols hydromorphes.

Ce serait cependant tronquer sérieusement le problème de la classification pédogénétique, étant donné que l'évolution repose le plus souvent sur une quantité de processus plus fondamentaux ou, du moins, mieux caractérisés: ferruginisation, lessivage, induration ...etc. Ceci étant, cette hydromorphie apparaît presque toujours à moins de 2 mètres. Toutefois, il existe toute une série de sols dans lesquels, elle intéresse des horizons bien plus superficiels et dont l'évolution se repercute sur l'enracinement des plantes, ce qui est dans le cadre de ce rapport, l'un des aspects primordiaux.

Nous devons distinguer, parmi tous les cas de son apparition, deux causes, l'une relative à la finesse de la granulométrie du sol, et l'autre relative à la position topographique que celui occupé. Nous aurons donc à classer les différents profils présentant ce phénomène soit dans la classe hydromorphe, dans laquelle, l'engorgement temporaire (ou permanent) est à la base de l'évolution du sol, soit dans le sous-groupe des sols ferrugineux hydromorphes, dans lequel, l'hydromorphie prend le relais d'autres processus pédogénétiques ou bien les accentue. Tous les sols développés dans les dépressions, ou bas-fonds seront rattachés à la classe hydromorphe, l'engorgement des profils y étant général. Au sous-groupe ferrugineux à pseudo-gley seront joints les sols ferrugineux dont l'hydromorphie découle des caractéristiques texturales acquises: ce sont en particulier une

assez grande partie des sols, développés sur le Bucm, dont la granulométrie à dominance de limon ou de sable très fin abaisse très fortement la perméabilité: le sommet de l'horizon hydromorphe, se situe, dans ces derniers le plus souvent entre 40 et 70 cm de profondeur.

Remaniements superficiels

Si l'on envisage l'évolution actuelle, telle qu'elle se traduit par la morphologie des différents profils, on peut noter que les mouvements n'affectent qu'une partie très superficielle des sols. Ceux-ci se limitent dans la très grande généralité des cas à une érosion en nappe modérée, du moins sous le couvert végétal naturel, amenant des particules sableuses ou limoneuses des horizons lessivés, à progresser lentement vers les parties déprimées de la topographie. Sauf, évidemment, pour certaines parties des cônes d'éboulis du pied de la falaise, et pour celle-ci elle-même, l'érosion en rigoles, est un phénomène pratiquement inconnu pour l'ensemble de la pénéplaine. Toutefois est à signaler la présence, sur certaines zones essentiellement localisées aux abords des bas-fonds de sols présentant tous les caractères de la sous-classe ferrugineuse: haute mobilité du fer, lessivage intense des horizons supérieurs... etc., mais très peu profonds, généralement inférieur à 1 mètre. Dans la généralité des cas l'horizon lessivé et l'horizon à concrétions sont réduits à quelques dizaines de centimètres, passant en dessous soit à un horizon d'argile d'altération, (conservant de nombreux caractères de la roche-mère) soit à la roche-mère altérée elle-même. Nous sommes là en présence d'un faciès de rajeunissement dû à une érosion certainement assez récente, mais dont l'action semble très fortement ralentie de nos jours.

La présence de cailloux de quartz roulés ou émoussés est cantonnée principalement à la zone du piedmont s'étendant sur tout un ensemble certainement très puissant de colluvions issues des Monts Fazao.

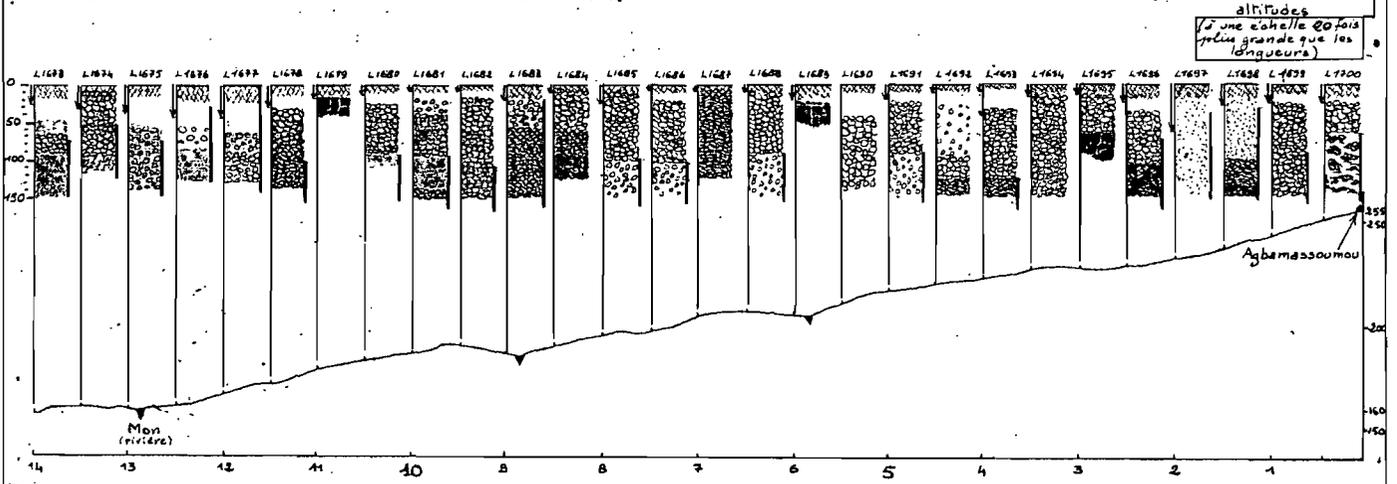
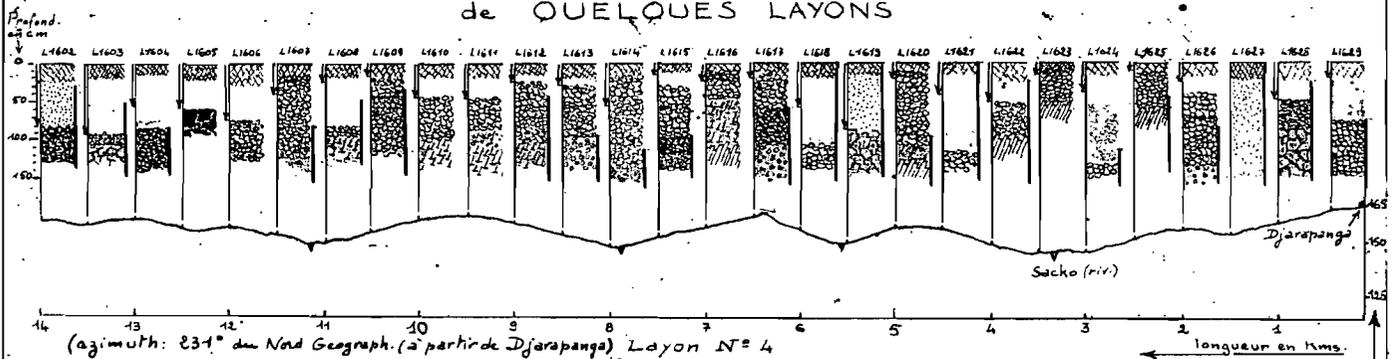
En dehors de cette région, nous n'en retrouvons que le long des plus puissants marigots ou autres cours d'eau, à faible distance de ceux-ci. Ils font totalement défaut sur les grès feldspathiques du Bucm, (duquel sont d'ailleurs absent tout filon de quartz) ce qui tend à faire penser que les transports sur de longues distances sont, depuis un temps fort long, cantonnés au tracé du réseau hydrographique. Une période d'érosion sévère a très certainement présidé au façonnement du modelé actuel, ayant entièrement déblayé toutes les formations meubles. Seuls ont résisté quelques zones très cuirassées que nous retrouvons maintenant sous forme de petits plateaux isolés (dans lesquels ces niveaux de cailloux roulés sont par ailleurs très fréquents).

Toposéquences et chaînes de sols

Le tableau de la page suivante, illustrant les variations de quelques processus pédogénétiques suivant des profils topographiques en long de plusieurs layons ouverts dans la plaine, ne nous permet guère de dégager de lois valables pour l'ensemble de cette région, les caractéristiques principales des sols dérivant surtout, ici, de celles de la roche-mère. Les transports à une distance sensible de tout élément ou matériau semble toujours très restreinte et les pentes ne semblent pas être assez fortes pour introduire dans la pédogénèse d'une situation topographique donnée, une différenciation sensible.

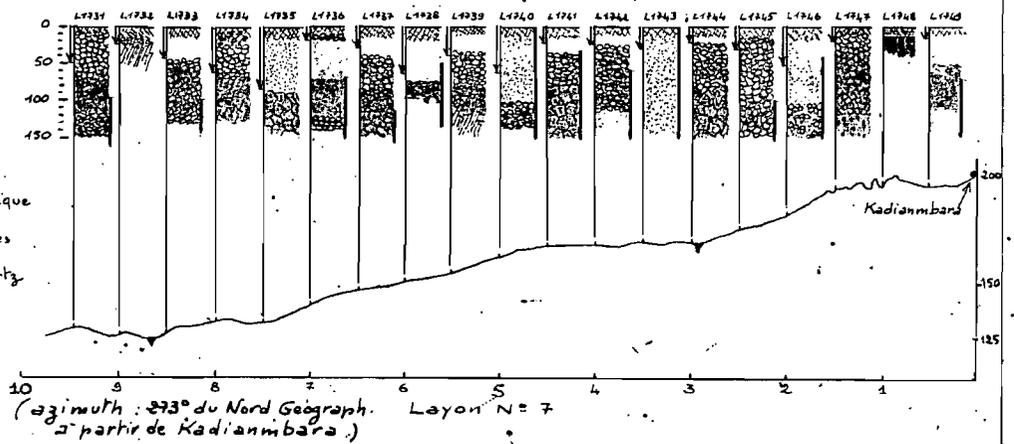
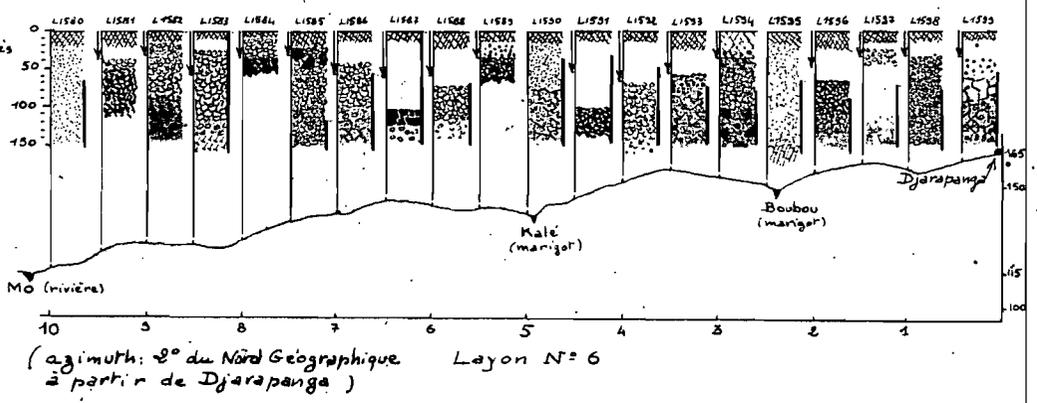
Les cas de cuirassement actuel sont certes le plus souvent localisés dans la moitié inférieure des pentes, mais il n'est pas rare d'en relever en positions topographiques dominantes. Le concrétionnement s'effectue à n'importe quel niveau des interfluves, mais est très généralement absent des sols hydromorphes développés sur les alluvions ou colluvions des bas-fonds.

PROFILS en LONG TOPOGRAPHIQUE et PEDOLOGIQUE de QUELQUES LAYONS



altitudes
à une échelle 20 fois
plus grande que les
longueurs

- : horizons très fortement lessivés
- : hydromorphie temporaire
- : horizon humifère
- : concrétionnement faible
- : concrétionnement moyen
- : concrétionnement intense
- : carapace
- : cuirasse
- : texture sable argileuse et argilo-sableuse
- : texture argilo-sableuse
- : texture argileuse
- : horizon C argileux de caractère plus ou moins vertical
- : colluvions ou alluvions sableuses
- : accumulation relative de quartz grossier
- : Roche-Mère en voie d'altération
- : Roche-Mère saine ou à peine altérée



Si nous ajoutons à ce fait que ces derniers sols présentent presque toujours une structure sableuse, très lessivée latéralement de l'argile sur une grande partie du profil, ce sera la seule toposéquence dont le schéma soit valable pour l'ensemble de la plaine.

La profondeur d'apparition, ainsi que l'épaisseur des différents horizons ne semblent d'autre part subir aucune variation logique générale. L'épaisseur de l'horizon lessivé non concrétionné en particulier, faisant souvent penser de par sa séparation nette avec les horizons sous-jacents à un matériau transporté plus ou moins lentement par érosion en nappe, ne présente aucune variation générale dans un sens ou l'autre selon la pente. La granulométrie des sables des divers horizons d'un même profil ne révèle d'ailleurs d'une position topographique à une autre, aucun tri. Si donc il y a transport, celui-ci est limité en intensité et amplitude.

LES TYPES DE SOLS

A) - Classe des sols minéraux bruts et des sols peu évolués

La carte jointe à ce rapport, dont l'échelle est de 1/200.000, ne permet pas de distinguer, pour la falaise surplombant la plaine et les cônes d'éboulis qui la flanquent, les contours des deux principaux types de sols couvrant cet ensemble: les sols minéraux bruts d'érosion, qui ne sont en réalité que les bancs de quartzites affleurant sur la pente de la falaise, très largement supérieure à 60°, et les sols peu évolués d'érosion ou d'apport colluvial quartzitique. Nous ne retiendrons les premiers que pour mémoire, ne présentant aucune valeur agricole et même forestière quelconque. Les seconds seraient toutefois plus intéressants du point de vue d'une reforestation (en Anacardium surtout) pour les zones des cônes d'éboulis présentant les pentes les moins fortes. Ils présentent tous à peu près le même profil, celui-ci n'offrant de variation d'un point à un autre que dans la puissance du recouvrement sableux lessivé, des blocs et cailloux de quartz et quartzites emballés dans un arène de décomposition sableuse plus ou moins riche en muscovite, occupant les quelques espaces libres entre les éléments grossiers. L'épaisseur de l'horizon superficiel lessivé ne dépasse pas le plus généralement, 25 cm. Le seul avantage que présente ce type de sol réside dans son drainage excellent. Les inconvénients sont cependant très nombreux: susceptibilité à l'érosion, grande pauvreté chimique, bilan hydrique très restreint, accusant une extrême sécheresse pendant la plus grande partie de l'année.

Beaucoup plus intéressants, toujours du point de vue agronomique, sont deux autres types de sols, se rattachant, eux, à la classe peu évoluée: il s'agit des sols peu évolués, d'origine non climatique, d'apport fluvial sableux, que nous retrouvons de part et d'autre de la rivière Niô sur sa terrasse actuelle ainsi que, de loin en loin, le long du cours inférieur des plus grands marigots s'y jetant, d'une part, et d'autre part des sols peu évolués, d'origine non climatique toujours, sur apport colluviaux plus ou moins finement sableux recouvrant certaines zones cuirassées dans les parties inférieures de certaines pentes.

Citons le profil L 1580 relevé à 100 mètres de la rive gauche du Mô, à 10 kilomètres environ au nord de Djarakpanga.

Nous observons:

0 - 20 cm: de brun noirâtre passe à gris brun (10 YR 4/1 sur sol sec) - très finement sableux à finement sablo-limoneux - aucun élément grossier - structure grumleuse faible - très nombreuses racines - passage progressif.
20 - 40: brun légèrement rougeâtre soutenu à brun beige (10 YR 4/2 sur sol sec) - même texture que précédemment, - particulière - racines nettement moins nombreuses - meuble - passage progressif.
40 - 130 et en dessous: ocre roux assez peu soutenu (7,5 YR 4/4 sur sol sec) passe progressivement en profondeur à ocre grisâtre avec quelques mouchetures blanchâtres ou ocre brun sale (couleur générale sur sol sec: 7,5 YR - 10 YR 6/4) - la texture est identique à celle des horizons supérieurs, de même que la structure - toujours meuble - on peut voir quelques racines jusqu'à 130 au moins.

PROFIL N° L 1580

Echantillon	Profondeur (en cm)	Éléments grossiers % (>2mm)	Argile %	Limons		Limon total %	Sables		Matière Organique (C x 1,72)	H ₂ O hygroscop (105°C)
				fin %	grossier %		fin %	grossier %		
L 1580 A	0-12	0	7,48	5,61	20,72	26,33	49,50	15,65	2,17	1,29
" B	20-35	"	9,31	6,03	26,42	28,51	49,35	13,75	1,01	0,99
" C	68-80	"	7,03	6,57	22,75	23,32	50,05	13,70	0,34	0,70
" D	113-125	"	8,04	5,42	21,05	26,47	50,70	15,40	0,22	0,60

Caractéristiques physiques

Echantillon	Stabilité Structurale		Porosité totale %	Porosité matière %	Macroporos %	H ₂ O du sol au prélèvement	PF			Eau utile %
	log 10 x I _s	log 10 x K					2,5	3	4,2	
L 1580 A	0,772	1,737								
" B										
" C										
" D										

Attaque triacide

Echantillon	Fraction granulométr. analysée	Perte au feu à 1000°	Quartz Résidu	Quartz Résidu	Si O ₂ comb	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Ti O ₂	MnO	P ₂ O ₅	Bases				Total	Rapport mol	
											CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O		SiO ₂ / Al ₂ O ₃	SiO ₂ / R ₂ O ₃

Echantillon	Bases échang. en m. eq. %				S m. eq. %	T m. eq. %	V %	sur pH sol. sur trace sol. sec. eau	C %	N %	C/N	acides humiq. %	acides fulviq. %	P ₂ O ₅ Truog mg %	
	Ca	Mg	K	Na											
L 1580 A	0,96	0,85	0,05	0,02	1,88	6,26	30,0	5,4	4,4	1,26	0,067	10,8	0,400	0,250	13,1
" B	0,35	0,07	0,04	0,03	0,49	4,23	11,6	5,1	4,2	0,59	0,233	15,1	0,200	0,450	0,8
" C	0,05	1,05	0,02	0,02	1,14	2,50	45,6	5,4	4,4	0,20	0,049	10,5	0,075	0,075	0,4
" D	0,50	0,24	0,36	0,02	1,12	2,11	53,1	5,8	4,8	0,13	0,015	6,8			0

Echantillon	attaque nitrique				
	P ₂ O ₅ mmg %	Bases en m. eq. %			
		Ca	Mg	K	Na
L 1580 A	77,2	1,66	1,44	1,63	0,42
" B	41,2	0,90	3,32	1,32	0,35
" C	32,3				
" D	27,4				

Echantillon	Fe ₂ O ₃		
	libre HCl	libre total	libre HCl %
L 1580 A			
" B	0,35	1,25	54,3
" C			
" D	1,03	1,40	73,6

Malgré un début d'hydromorphie se développant dès une profondeur de 100 cm, ce profil présente des propriétés physiques, dans leur ensemble, assez bonnes: porosité élevée, faible cohérence, grand volume explorable par les racines, bilan hydrique moins défavorable que ne pourrait le donner à penser l'observation de la seule texture sur le terrain: nous avons un pourcentage de limon et de sables fins suffisante pour assurer une rétention d'eau permettant aux plantes de résister à la saison sèche: de fait au mois de décembre, longtemps après le début de la saison sèche, ce sol garde une fraîcheur relativement importante. Il faut d'autre part noter que le point de flétrissement est certainement très bas, le pourcentage d'argile étant très faible, ce qui permet un pourcentage d'eau utile comparé à d'autres sols plus argileux, relativement élevé.

Du point de vue de la fertilité chimique, ce sol n'est pas aussi pauvre que le donnerait à penser son origine: il contient en effet, dans son horizon humifère, une somme de bases échangeables guère plus faible que celle de nombreux sols ferrugineux par exemple, : 1,88 m.éq%, le calcium représentant par ailleurs la moitié de celle-ci. Le taux de saturation ne dépasse cependant pas 30% pour les 30 premiers centimètres où la présence de matière organique assez déséquilibrée. C/N : de 18,8 à 15,1) en relativement fort pourcentage par rapport au reste du profil, fait croître une capacité d'échange que les maigres réserves du sol ne permettent pas de saturer.

Enfin notons que les taux les plus forts de P205 assimilable et total se concentrent dans l'horizon humifère. Bien que ce type de sol ne s'étende que sur une surface de 1500 hectares environ, il n'en est pas moins intéressant de par la diversification des cultures qu'il pourrait permettre pour les villages qui seraient implantés tout le long du M6: cultures fruitières et maraichères en particulier.

Passons maintenant, avec la description du profil L 1563 à un autre type de sols peu évolués, que l'on rencontre assez souvent en bas de pente: les sols peu évolués sur colluvions sableuses sur cuirasse. Nous voyons:

0 - 30 cm: gris beige légèrement rosé - assez grossièrement sableux - quelques petits gravillons de quartz faiblement émoussés et rares petites concrétions tendres. Structure faiblement grumeleuse passant à particulaire à la base de l'horizon - très meuble - passage assez net .

30 - 47 : Très nombreuses concrétions petites et moyennes avec quelques moyennement nombreux cailloux de quartz pouvant atteindre 5 cm, émoussés ou anguleux - très faible pourcentage du volume occupé par une terre fine sableuse de couleur beige ocre - particulaire .

en dessous de 47 : cuirasse assez tendre, et continue.

Nous voyons ici un sol dont l'évolution est également très ralentie, mais assez différent du précédent par ses propriétés physiques: la granulométrie du sol est plus grossière ne permettant d'emmagasiner qu'un volume très restreint d'eau. Le volume explorable par les racines est d'autre part très restreint, la présence de la cuirasse ne permettant qu'un enracinement très superficiel. En l'absence d'analyses nous pouvons estimer la fertilité chimique vraisemblablement très basse de même que la capacité d'échange. Ce sol ne conviendrait donc qu'à des plantes les moins exigeantes et pourrait donner lieu à un pâturage plus ou moins extensif.

Dans certains des sols de ce type, les plus profonds il serait possible d'envisager la mise en valeur par la culture de l'arachide.

En tout état de cause, ce dernier type de sol ne couvre qu'une étendue très faible: à peine quelques pour cent de la superficie totale de la plaine et n'oppose donc que des désavantages limités au développement économique de cette région.

B)- Classe des sols à sesquioxydes

C'est celle-ci la plus largement représentée dans la plaine. On peut cependant retenir ici, de par les caractères génétiques et morphologiques des sols étudiés, que la sous-classe des sols ferrugineux tropicaux représentée par le seul groupe des sols lessivés en fer. Ce dernier processus s'accompagne en effet de toute une série de caractères différents selon l'intensité qu'il prend. C'est pour cette raison que la classification des sols de la plaine a été basée en premier lieu sur la profondeur atteinte par le lessivage intense de ces hydroxydes.

1°) Sols lessivés en fer sur une faible profondeur

Ils se sont développés soit sur les formations Atacoriennes de piedmont ou leurs colluvions, soit sur une partie des grès feldspathiques du Buem, et semblent correspondre à des niveaux topographiques qui les ont préservés du rajeunissement récent dont les traces sont visibles partout ailleurs dès que nous nous rapprochons du niveau de base que constitue, à l'échelle de la plaine, le cours de la rivière Mô. Ce n'est en effet que dans une bande de quelques kilomètres de largeur parallèle à celle-ci que nous pouvons observer la présence de quelques petits lambeaux de terrasses alluviales anciennes soulignées par des niveaux de cailloux roulés. Dès que nous nous rapprochons de la falaise, ils disparaissent rapidement. Tous ces sols auraient donc une origine beaucoup plus ancienne que dans les régions proches du Mô, dans lesquelles il n'est pas rare par ailleurs de noter la présence de faciès rajeunis par l'érosion, peu profonds.

a)- Sols plus ou moins lessivés en argile - non ou peu concrétionnés

Prenons comme exemple, le profil L 1561 observé à 1 kilomètre environ de Souroukou, sur le chemin qui conduit à Djarapanga. La pente est de 3 à 4% en direction de l'ouest et la végétation est représentée par une savane arbustive très claire - la roche-mère est constituée de colluvions fines des formations Atacoriennes.

0 - 12: gris beige (10 YR 5/2 sur sol sec) avec quelques mouchetures plus grises et d'autres beige clair - sableux à sable-limoneux avec un très faible pourcentage d'argile - pas d'élément grossier - structure particulière massive à faiblement grumelleuse - légèrement cohérent - passage assez progressif.

12 - 23 : beige rosé (10 YR 5/3 sur sol sec) - la texture est sensiblement la même que précédemment - toujours sans élément grossier - structure particulière massive - assez cohérent - les racines sont beaucoup moins nombreuses que dans l'horizon précédent - passage assez progressif.

23 - 220 et en dessous: rapidement ocre rouge (2,5 YR - 5,0 YR 5/6 sur sol sec) - la texture, de sablo-limono-argileuse, passe assez rapidement à argileuse avec un pourcentage notable de sables et de limon - quelques rares graviers de quartz anguleux ou subémoussés ainsi que quelques petites concrétions sont à signaler aux environs de 40 cm - structure massive à débit polyédrique assez fin - la microstructure est composée de très fins agrégats de forme grumelleuse, composés de quelques particules de sable réunies par l'argile riche en hydroxydes de fer - Cet horizon devient rapidement très meuble en profondeur et présente une porosité ainsi qu'un drainage excellents - de fines racines sont à signaler jusqu'à 150 cm.

PROFIL N° L-1561

Echantillon	Profondeur (en cm)	Éléments grossiers (% >2mm)	Argile %	Limons		Limon total %	Sables		Matière Organique (C x 1,72)	H ₂ O hygroscop (105°C)
				fin %	grossier %		fin %	grossier %		
L-1561 A	0-10	5,14	11,78	14,16	20,32	35,08	26,00	28,27	2,52	1,69
" B	15-21	0,37	12,55	12,45	20,10	32,65	25,60	31,45	1,00	1,42
" C	36-46	10,73	25,72	10,08	15,60	25,68	19,40	23,60	0,83	2,16
" D	82-90	0,42	44,42	11,37	17,65	23,02	12,80	13,20	0,47	3,18
" E	170-180	5,44	32,18	10,24	17,05	27,23	16,40	25,80		2,48

Caractéristiques physiques

Echantillon	Stabilité log 10 x I _s	Structurale log 10 x K	Porosité totale %	Porosité matière %	Macroporos %	H ₂ O du sol % au prélèvement	PF			Eau utile %
							2,5	3	4,2	
L-1561 A	0,653	1,534					11,32	4,16	7,16	
" B										
" C	1,141	1,667					12,85	8,92	3,93	
" D							21,73	15,72	6,01	

Attaque triacide

Echantillon	Fraction granulométr. analysée	Parte au feu à 1000°	Quartz Résidu	Quartz Si O ₂ Residu comb	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Ti O ₂	MnO	P ₂ O ₅	Bases				Total	Rapport mol SiO ₂ / Al ₂ O ₃ SiO ₂ / R ₂ O ₃
										CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O		
L-1561 B	0-2000µ	0,26	#86,37	6,64	3,81	2,10	0,02	2,91	0,32	0,05	0,08	0,03	0,11	2,35	
" E	"	4,23	#66,80	14,00	7,78	5,40	0,22	4,01	0,09	0,07	0,09	0,39	0,12	2,78	

Echantillon	Bases échang en m. eq %				S	T	V	sur PH sol sur eau	C %	N %	C/N	acides humiq %	acides fulv %	P ₂ O ₅ Truog mg %	
	Ca	Mg	K	Na											
L-1561 A	1,86	1,48	0,05	0,03	3,42	7,36	46,5	6,3	5,7	1,46	0,07	19,8	0,100	0,100	1,3
" B	0,80	0,16	0,03	0,02	1,01	4,03	25,7	5,4	4,1	0,58	0,040	14,5	0,200	0,150	0,3
" C	0,20	0,53	0,03	0,02	0,78	5,53	44,0	5,3	4,1	0,48	0,042	11,5	0,100	0,050	1,2
" D	0,51	0,45	0,01	0,03	1,00	7,33	13,5	5,5	4,3	0,276	0,043	6,4			0,4
" E								5,2	4,1						

Echantillon	P ₂ O ₅ mmg %	attaque nitrique Bases en m. eq %			
		Ca	Mg	K	Na
L-1561 A	55,1				
" B	38,6				
" C	41,6				
" D	56,1				
" E					

Echantillon	Fe ₂ O ₃		
	libre HCl	libre total	libre HCl %
L-1561 A			
" B	1,78		74,2
" C			
" D	3,84	5,60	68,6
" E	3,29		60,9

Le profil granulométrique dressé à partir de l'analyse courante permet d'observer que l'horizon lessivé est, ici, assez profond, le maximum d'argile se situant, en effet, entre 80 et 90 cm de profondeur. Toutefois ceci ne correspond guère à l'impression que nous pouvons retirer sur le terrain, et il est probable que nous ayons à faire à la formation de pseudo-sables par fine agrégation très solide des particules élémentaires. L'indice de lessivage est assez fort: 3,37; c'est une caractéristique que nous retrouverons assez fréquemment pour l'ensemble de la plaine, surtout pour les sols développés sur la formation Atacorienne. Il faut cependant noter que la profondeur atteinte par ce lessivage est en général nettement plus faible pour ces derniers.

Un certain engorgement temporaire est à souligner pour l'horizon humifère, bien que les chiffres de l'analyse de la stabilité structurale et de la perméabilité ne reflètent pas ce défaut: nous avons en effet: $\log 10 \times I_s = 0,653$ et $\log 10 \times K = 1,584$, ce qui place ce sol dans une classe de bonne structure. Cette légère hydromorphie superficielle est très fréquente pour les sols de la plaine, mais ne semble pas avoir de répercussions sérieuses sur le rendement des cultures de coton, ou de plantes vivrières pratiquées par les habitants.

La capacité de rétention pour l'eau (à $pF = 3,0$) est très moyenne jusqu'à une assez grande profondeur (inférieure à 13) sur près de 50 cm, mais le volume de terre explorable par les racines compense largement ce défaut.

Les propriétés chimiques ne sont pas très bonnes: le maximum de bases échangeables se situe à 3,42 dans l'horizon humifère, et devient, rapidement en profondeur, voisin de 1, et bien que la capacité d'échange soit relativement faible, les taux de saturation sont eux-mêmes peu élevés: 46,5% en surface, maximum reflété par celui du pH qui y est de 6,3 et voisins ou inférieurs à 25% dès 15 à 20 cm, le pH oscillant alors entre 5,2 et 5,4. Nous avons là des caractéristiques faisant penser à un sol ferrallitique ou, pour le moins, faiblement ferrallitique, bien que le K_i soit nettement supérieur à 2 : 2,95 en surface, 2,18 en profondeur. Le degré d'évolution, peu poussée, de la matière organique (C/N de 19,8 en surface, de 14,5 à 20 cm) rattacherait également ce sol à la sous-classe ferrugineuse. Nous avons à faire ici, très vraisemblablement à un sol ferrugineux se développant à partir d'un ancien sol ferrallitique, après, en particulier, recombinaison de l'alumine libre avec la silice.

Enfin notons que les taux de phosphore assimilable sont pratiquement nuls (maximum de 1,3 mmg% en surface), les réserves de cet élément n'étant, par ailleurs, que très fortement limitées (de 38 à 55 mmg%).

La mise en valeur de ce type de sol nécessite donc de grande précaution antiérosive, afin de garder intact le stock de matière organique, grâce auquel peut se maintenir en surface, une certaine quantité de bases échangeables. Moyennant un apport d'engrais, il permettrait, grâce à ses propriétés physiques bonnes dans l'ensemble, la culture du coton ou de tout autre plante à enracinement relativement profond.

Nous ne retrouvons ces sols que sur de faibles surfaces en général, à proximité des reliefs.

b) - Sols plus ou moins lessivés en argile - concrétionnés

Avec ce sous-groupe nous passons au type de sol le plus largement représenté sur toutes les formations Atacoriennes ainsi qu'une partie de la formation grès-feldspathique du Buem. Ils correspondent, nous l'avons noté antérieurement à un niveau épargné par un rajeunissement récent d'une partie de la plaine et présentent les profils les plus profonds, et en général les mieux drainés.

Nous devons, ici, distinguer deux familles: celle à accumulation plus ou moins importante de quartz grossier, et correspondant à un apport de colluvions tirant leur origine uniquement des formations Atacoriennes, et celle sur schiste (plus ou moins gréseux) de l'Atacorien toujours, ou bien sur grès feldspathique du Buem. Cette distinction correspond sur le terrain à une granulométrie plus fine des sables et limons pour la seconde famille, ainsi qu'à une richesse générale en fer plus importante, permettant le développement de meilleures propriétés physiques dans l'ensemble.

Citons comme exemple, le profil L 1713 observé à 4 kilomètres 500, au sud-ouest d'Aghamassoumou, rattaché à la famille à accumulation de quartz. La topographie est à peu près plane, correspondant au sommet d'un interfluve. La végétation est constituée d'une savane arborée dense, passant, par endroits, à des îlots forestiers relictés.

0 - 15: brun gris rougeâtre (5- 7,5 YR 4/2) - sableux à sablo-argileux - concrétions petites et peu nombreuses - faiblement grumoleux - assez meuble.

15 - 140: de rouge légèrement brun passe à rouge (2,5 YR 4/6 à 4/8 sur sol sec) - Horizon très fortement concrétionné, laissant peu de place pour la terre fine qui passe assez rapidement à nettement argileuse. Les concrétions sont généralement de taille petite à moyenne (de 1/2 à 2 cm) et sont ovoïdes à mamelonnées. Leur débit est assez peu croûlant - elles sont associées dans les 20 premiers centimètres de l'horizon à d'assez nombreux cailloux anguleux ou subémoussés de quartz, et de place en place à quelques petits blocs cuirassés d'origine résiduelle - les racines explorent assez complètement le sol jusqu'à une profondeur de 70 cm, puis ne sont plus représentées que par les plus fines d'entre elles - la perméabilité semble excellente.

en dessous de 140: taches moyennes bien délimitées : rouge sombre (2,5 YR 4/6) jaunes et blanches - argileux à argilo-sableux - les concrétions disparaissent très rapidement - structure massive à particulaire massive.

Bien que ce sol présente une hydromorphie temporaire assez accusée, la profondeur à laquelle elle se développe (en dessous de 140 cm) ne permet pas de rattacher ce type de sol, au sous-groupe à pseudo-gley, étant donné que l'évolution de la partie du profil la plus importante s'effectue en milieu bien drainé. Cette hydromorphie n'entraîne pas d'autre part de phénomènes secondaires bien caractérisés. Une des particularités de ce type de sol est son faible rapport SiO_2/Al_2O_3 du sol global, en surface tout du moins: 1,38 à 20 - 30 cm de profondeur. Il faut noter cependant que le même calcul, établi pour la fraction fine de 0 à 20 microns s'élève au-dessus de 2 (2,06). Si nous notons d'autre part que les taux de saturation du complexe d'échange, dépassent le plus souvent 50%, avec des pH généralement voisins de 6, nous pouvons situer incontestablement ce sol dans le domaine ferrugineux, comme d'ailleurs nous le permettent les différentes caractéristiques morphologiques ainsi que les diverses valeurs du C/N pour les horizons les plus riches en matière organique: 18,9 en surface; 14,8 à 25 cm.

PROFIL N° L 1713

Echantillon	Profondeur (en cm)	Éléments grossiers % (>2mm)	Argile %	Limons		Limon total %	Sables		Matière Organique (Cx 1/2)	H ₂ O hygroscop (105°C)
				fin %	grossier %		fin %	grossier %		
L 1713 A	0-7	4,12	14,23	9,48	19,10	28,58	32,45	23,70	3,51	2,19
" B	20-28	53,47	16,32	7,75	13,50	21,25	29,75	39,50	1,38	2,32
" C	52-59	72,25	49,58	7,05	7,72	14,77	7,40	26,22	1,17	3,79
" D	90-98	62,49	59,06	4,96	7,07	12,03	7,35	18,57	0,57	4,51
" E	140-155	5,16	36,93	11,64	14,90	26,54	19,25	15,50		3,56

Caractéristiques physiques

Echantillon	Stabilité Structurale		Porosité totale %	Porosité matière %	Macroporos %	H ₂ O du sol % au prélèvement	PF			Eau utile %
	log 10 x I _s	log 10 x K					2,5	3	4,2	
L 1713 A	0,468	1,653		37,0						
B										
C										
D										
E				37,4						

Attaque triacide

Echantillon	Fraction granulométr. analysée	Perte au feu à 1000°	Quartz Résidu	SiO ₂ Résidu	SiO ₂ comb	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	P ₂ O ₅	Bases				Total	Rapports mol		
											CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O		SiO ₂	SiO ₂	Al ₂ O ₃
L 1713 B	0-2000µ	5,06		57,6	9,84	12,06	14,70	0,15	0,01	0,15	0,15	0,09	0,06	0,13	1,38			
" "	0-20µ	15,62		27,27	21,66	17,86	12,80	0,37	0,01	0,20	0,08	0,07	0,21	0,22	2,06			

Echantillon	Bases échang. en m.éq. %				S m.éq. %	T m.éq. %	V %	sur pH		C %	N %	C/N	acides humiq. %	acides fulv. %	P ₂ O ₅ truoq mmg. %
	Ca	Mg	K	Na				sol / eau	sol / sec						
L 1713 A	7,66	2,10	0,24	0,01	10,00	11,05	30,5	6,4	5,5	2,04	0,108	18,9	0,610	0,400	4,0
" B	2,33	0,75	0,16	0,01	3,24	6,07	53,4	6,4	4,8	0,80	0,054	14,8	0,250	0,200	0
" C	2,05	0,64	0,20	0,02	2,31	10,14	28,7	5,5	4,1	0,68	0,063	9,9	0,200	0,150	1,2
" D	4,21	0,96	0,10	0,03	5,36	10,37	51,7	5,7	4,7	0,33	0,049	6,7			0,6
" E	2,97	0,91	0,07	0,06	4,01	7,70	52,1	5,8	5,0						

Echantillon	attaque nitrique				
	P ₂ O ₅ mmg. %	Bases en m.éq. %			
		Ca	Mg	K	Na
L 1713 A	102,5				
" B	88,5				
" C	58,0				
" D	81,5				
" E					

Echantillon	Fe ₂ O ₃		
	libre	attaque HCl	libre, % total
L 1713 A	4,75	8,00	59,9
" B	5,50		37,4

Il est vraisemblable que nous avons à faire ici, dans la fraction sable à des éléments résiduels originaires de sols ferrallitiques et incorporés au sol par le colluvionnement.

Les propriétés physiques sont dans l'ensemble bonnes, malgré que le volume du sol explorable par les racines soit très réduit par le concrétionnement dès une faible profondeur: de 50 à 70% environ du volume total, occupé par les concrétions et autres éléments grossiers. L'absence d'hydromorphie sur une grande profondeur permet à l'enracinement de palier à cet inconvénient - la stabilité de la structure, ainsi que la perméabilité paraissent très suffisantes.

Assez intéressant du point de vue agronomique, par ses propriétés physiques, ce sol l'est encore plus par ses propriétés chimiques si nous envisageons le pourcentage de bases échangeables: 10 m.équ en surface, avec un taux de saturation de 50% environ pour une capacité d'échange de 11,05 m.équ%, et des pourcentages oscillant entre 3 et plus de 5 en profondeur, le calcium étant l'élément dominant. Le phosphore assimilable est malgré tout très faible avec un maximum de 4 mmg.%, en surface. Les réserves de cet élément, pourraient cependant être susceptibles de tempérer cette pauvreté, se situant en général aux environs de 100 mmg.%. Le lessivage de l'argile est toujours intense (indice de 4,15) mais n'intéresse cependant qu'une relativement faible profondeur, le maximum se situant dès 50 cm environ.

Ce type de sol serait donc intéressant pour toutes sortes de cultures aussi bien industrielles que vivrières. Le coton en particulier y serait particulièrement bien adapté. Il ne serait cependant pas interdit d'envisager le développement du palmier à huile, en réalisant un micro-climat par des bandes forestières protectrices contre l'harmattan, en particulier. Les citrus devraient également être envisagés.

Notons d'autre part que ces sols couvrent une surface relativement importante (près de 15% de la plaine, c'est-à-dire environ 15 000 hectares) et que leur situation près des points d'eau du pied de la falaise est un élément appréciable dans une optique d'installation de nouveaux paysannats.

Avec le profil L 1630 observé à 10 kilomètres environ à l'ouest de Djarapanga, nous passons à la famille sur grès feldspathiques du Buem, se signalant par l'absence totale d'accumulation quartzeuse grossière. La topographie est sensiblement plane et la végétation constituée d'une savane arbustive assez dense.

Nous observons:

0 - 16: rouge brun foncé (10 R 4/2 - 3/2 sur sol sec)- finement sableux à sablo-argileux - quelques très rares concrétions - structure faiblement grumoleuse - meuble - nombreuses racines.

16 - 150 et en dessous: rouge violacé assez sombre - passe progressivement à argileux - les concrétions deviennent assez rapidement très nombreuses et sont constituées de fragments (de 1 à 3 cm) de roche-mère très ferruginisée et entourée d'un cortex d'hydroxydes de fer assez épais par place - la structure est très finement agrégée, la porosité est importante et cet horizon est très peu cohérent - les racines explorent le profil sur une grande profondeur: jusqu'à 1,50 m , tout en se raréfiant progressivement.

PROFIL N° L-1630

Echantillon	Profondeur (en cm)	Éléments grossiers (>2mm)	Argile %	Limon		Limon total	Sables		Matière Organique (C x 1,72)	H ₂ O hygroscop. (105°C)
				fin %	grossier %		fin %	grossier %		
L 1630 A	0-11	0,43	15,31	20,47	17,85	38,32	27,95	19,10	2,13	1,02
" B	25-35	17,17	28,05	14,08	12,05	26,13	21,70	29,95	0,91	1,12
" C	65-72	70,92	33,50	17,66	13,17	30,83	15,35	20,57	0,93	1,23
" D	100-108	54,91	37,82	17,88	12,31	30,19	11,90	21,49		1,72

Caractéristiques physiques

Echantillon	Stabilité Structurale		Porosité totale %	Porosité moutière %	Macroporos %	H ₂ O du sol % au prélèvement	PF			Eau utile %
	log 10 x I _s	log 10 x K					2,5	3	4,2	
L 1630 A	0,982	1,223								
" B	1,120	1,111								
" C	1,129	1,459								
" D										

Attaque triacide

Echantillon	Fraction granulométr. analysée	Perte au feu à 1000°	Quartz Résidu	SiO ₂ Résidu	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	P ₂ O ₅	Bases				Total	Rapport mol		
										CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O		SiO ₂ / Al ₂ O ₃	SiO ₂ / R ₂ O ₃	
L 1630 B	0-2000µ	3,02		76,9	9,10	9,20	14,20	0,114	0,03	0,12	0,04	0,22	0,22	0,10		1,68	

Echantillon	Bases échang. en m.éq. %				S m.éq. %	T m.éq. %	V %	sur sol sur eau	PH sur sol sec	C %	N %	C/N	acides humiq. %	acides Fulv. %	P ₂ O ₅ Fuog mmq. %
	Ca	Mg	K	Na											
L 1630 A	2,98	0,72	0,20	Tr.	3,30	6,36	56,0	6,5	5,6	4,24	0,047	36,4	0,400	0,380	2,6
" B	0,56	0,44	0,10	0,01	1,11	4,86	22,8	5,3	4,2	0,53	0,043	12,3	0,610	0,530	0,5
" C	0,70	0,43	0,17	Tr.	1,30	6,12	21,2	5,2	4,3	0,54	0,046	14,7			3,3
" D	1,40	0,70	0,18	0	2,28	6,34	36,0	5,5	4,3						0,9

Echantillon	attaque nitrique				
	P ₂ O ₅ mmq. %	Bases en m.éq. %			
		Ca	Mg	K	Na
L 1630 A	70,6				
" B	67,9				
" C	78,0				
" D	75,5				

Echantillon	Fe ₂ O ₃		
	libre	attaque HCl	libre % total
L 1630 A			
" B	8,12		57,2
" C			
" D	8,71	21,10	41,3

Signalons ici, également la faible valeur du rapport $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ du sol, total: 1,68 à 30 cm. Bien qu'aucune analyse n'ait été effectuée sur la fraction 0-20 microns, il est cependant permis, par analogie avec les autres profils de penser que nous avons également à faire à un sol évoluant dans la sous-classe ferrugineuse. Le pourcentage de saturation du complexe d'échange: de 56% en surface, le pH de 6,5 et le C/N de 26,4 confirment ce point de vue. Soulignons également les forts pourcentages de limon, supérieurs pour la plus grande partie du profil à 30%. Les pourcentages de bases échangeables sont nettement plus faibles que pour le profil précédent: 3,90 en surface, puis 1,11 à 2,28 dans les horizons plus profonds. Il faut voir certainement dans ce fait, la conséquence non de l'évolution du sol, mais plus certainement de la plus grande pauvreté, que les matériaux colluviaux précédents, du grès du Buem en éléments basiques. Les taux de P205 sont toujours très faibles 2,6 mmg.% pour le P205 Truog en surface (maximum de 3,3 mmg.% à 70 cm environ de profondeur).

Les propriétés physiques de ce sol sont nettement plus intéressantes que ses caractéristiques chimiques comme le prouve la grande profondeur de pénétration du système racinaire grâce à une aération du profil excellente, l'horizon concrétionné ne semblant pas lui opposer d'obstacle sensible.

Notons également ici, le relativement faible lessivage de l'argile avec un indice de 2,47. C'est une des valeurs les plus basses enregistrées pour l'ensemble de la plaine.

Les variations autour de ce type décrit, se cantonnent très généralement dans le domaine de la granulométrie, qui est souvent plus argileuse dès une profondeur restreinte.

c) - Sols plus ou moins lessivés en argile, à concrétions et cuirasse ou carapace

Sur l'une ou l'autre des diverses familles de sols lessivés en fer peu profondément, se développent assez fréquemment, dans la majorité des cas en position topographiques déclives, des horizons carapacés ou cuirassés évoluant à partir de la cimentation de concrétions par les oxydes de fer lessivés obliquement du haut des pentes.

Citons le profil L 1701, observé au tiers inférieur environ d'une pente de 2% sur grès feldspathique du Buem, sous une savane arborée et arbustive assez dense.

De nombreuses termitières sont à signaler.

0 - 13: beige gris très légèrement rose-ocre (10 YR 4/1 - 5/1) finement sableux - très petites et très rares concrétions assez arrondies - structure fondue. légèrement lamellaire en surface - assez meuble - nombreuses racines.

13 - 48: ocre rose, plus soutenu en profondeur (5 YR 5/6 sur sol sec) - la texture reste finement sableuse quoique s'enrichissant légèrement en argile en profondeur - quelques petites concrétions arrondies présentent fréquemment un cortex noir - structure particulière massive. Les racines sont encore nombreuses et bien réparties - meuble.

48 - 150 et en dessous : carapace consolidant un horizon très fortement concrétionné (petites et moyennes concrétions assez arrondies ou mamelonées) présentant très souvent un cortex noir - quelques petites zones, non indurée, de terre fine de couleur ocre à ocre rose de texture nettement argileuse, et explorées par des très rares et fines racines - aucun signe d'hydromorphie n'est visible, du moins jusqu'à 150 cm.

PROFIL N° L 1701

Echantillon	Profondeur (en cm)	Éléments grossiers (>2mm) %	Argile %	Limons		Limon total %	Sables		Matière Organique (C x 1,72) %	H ₂ O hygrosop (105°C) %
				fin %	grossier %		fin %	grossier %		
L 1701 A	0-8	0,33	8,92	7,77	18,40	26,17	45,35	19,75	1,63	1,42
" B	17-23	5,63	8,97	6,24	16,45	22,69	44,75	24,65	0,74	0,62
" C	40-48	7,86	16,75	8,11	16,75	24,86	35,90	23,60	0,57	1,36
" D	68-80	78,62	43,73	8,04	12,30	20,34	15,85	20,50		3,76

Echantillon	Caractéristiques physiques						2,5	PF			Eau utile %
	Stabilité structurale $\log_{10} \times I_s$	Porosité totale %	Porosité mottière %	Macroporos %	H ₂ O du sol au prélèvement %	3		4,2			
L 1701 A	0,921	1,523					3,13	3,83		4,30	
" B							6,03	3,13		2,90	
" C	1,283	1,616					10,03	5,70		4,33	
" D							18,28	13,35		4,33	

Echantillon	Fraction granulométr. analysée	Perte au feu à 1000°	Attaque triacide										Rapports mol SiO ₂ / Al ₂ O ₃ / SiO ₂ / R ₂ O ₃		
			Quartz Résidu	Quartz Résidu comb.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	P ₂ O ₅	Bases CaO MgO K ₂ O Na ₂ O				Total
L 1701 C	0-2000 µ	1,97		83,53	7,45	5,31	3,05	0,11	0,03	0,11	0,06	0,12	0,08	0,15	2,38
" "	0-20 µ	14,88		35,00	24,03	16,38	5,30	0,42	0,01	0,19	0,08	0,23	0,28	0,16	2,49

Echantillon	Bases échang en m.éq. %				S m.éq. %	T m.éq. %	V %	sur sol eau	PH sur sol sec	C %	N %	C/N	acides humiq %	acides fulviq %	P ₂ O ₅ Truog mmq %
	Ca	Mg	K	Na											
L 1701 A	3,73	1,09	0,20	Tr.	5,02	3,54	90,6	6,6	5,8	0,95	0,056	17,0	0,400	0,350	2,3
" B						3,04		6,0	5,2	0,43	0,031	13,5			1,0
" C	1,55	1,03	0,07	Tr.	2,71	3,34	68,8	5,4	4,1	0,33	0,031	10,6			0,6
" D						3,84		5,2	4,1						0,6

Echantillon	attaque nitrique				
	P ₂ O ₅ mmq %	Bases en m.éq. %			
		Ca	Mg	K	Na
L 1701 A	38,5				
" B	24,7	1,51	1,27	0,30	0,33
" C	33,1				
" D	53,2				

Echantillon	Fe ₂ O ₃		
	libre	attaque HCl	libre % total
L 1701 A	0,91	1,45	62,8
" B			
" C	2,42		79,3
" D			

Les valeurs du rapport $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ en surface, respectivement de 2,38 et de 2,49 pour la fraction 0-2000 microns et 0-20 microns confirment d'emblée le caractère ferrugineux de l'évolution. Des pourcentages de saturation de 90,6 et de 68,8 respectivement en surface et à 45 cm de profondeur viennent à l'appui de ce point de vue. Le pH baisse cependant sensiblement en profondeur, où il n'est que de 5,2 à 5,4 contre des valeurs égales ou supérieures à 6,0 dans les horizons superficiels. En dehors de taux de phosphore assimilable et total, très faibles (respectivement de 2,3 et 38,5 mmg% en surface), le bilan de la fertilité chimique n'est cependant pas aussi faible que ne le donnerait à penser l'intensité assez forte du lessivage en argile (indice de 4,84): la somme des bases échangeables atteint en effet 5,02 en surface et se maintient au voisinage de 3 en profondeur. Ceci pourrait peut-être compenser le faible volume de sol explorable par les racines, très rapidement limité à faible profondeur par la carapace, les propriétés physiques des horizons superficiels, étant par ailleurs assez bonnes: le drainage et la porosité totale, en particulier, y sont excellents.

Il serait donc possible, vraisemblablement, d'envisager sur les différents types de ce sol des cultures vivrières et même du coton pour ceux d'entre eux où l'horizon cuirassé ou cuirassé se situe à une profondeur plus importante: en dessous de 70 à 80 cm.

d) - Association de sols squelettiques sur cuirasse et de sols à concrétions érodés

Les premiers sont réduits à 1,2 ou 3 décimètres d'un horizon humifère très riche en concrétions et généralement sableux ou sablo-argileux. Les seconds montrent un profil très uniforme de couleur rouge sombre extrêmement riche en concrétions dès la surface noyant d'autre part quelques blocs de cuirasse résiduels. Le très peu de terre fine est le plus souvent argileuse dès 10 à 20 cm et présente une grande perméabilité. Ils se répartissent par taches de peu d'étendue, sur les plateaux cuirassés ou bien sur leurs flancs. Ces témoins d'une ancienne surface d'érosion sont couverts le plus souvent d'une forêt claire plus ou moins xérophyle et leur utilisation agronomique ne semble devoir se résumer qu'à la protection du couvert végétal existant.

2°) Sols lessivés en fer sur une partie importante du profil

Ils sont localisés sur les grès feldspathiques du Buem, dont la richesse en fer semble être très réduite. Leur principale caractéristique morphologique sont leur couleur beige clair, leur richesse en limon, résultant de la granulométrie de la roche-mère qui présente un grain très uniformément fin, et leur facilité d'engorgement due à la finesse de la composition texturale. Ils se signalent également par la présence très fréquente d'un horizon C argileux très compact de tendance verticale et très cohérent en saison sèche. Ils se rapprochent beaucoup plus du type ferrugineux classique que l'ensemble des sols développés sur les formations Atacorienes ou les colluvions de celles-ci, ainsi que ceux dérivés du grès feldspathique du Buem des zones non atteintes par le rajonissement récent.

a) - Lessivés en argile, à concrétions et taches

Citons comme exemple le profil L 1583 observé à 8,500 kilomètres au nord du village de Djarapaaga au tiers inférieur d'une pente de 2% sous une savane arbustive claire.

0 - 12: beige gris (10 YR 5/1 - 5/2), avec quelques rares petites mouchetures ocre pâle et gris légèrement bleuté - limono-finement sableux - sans élément grossier - structure particulière à lamellaire à débit faiblement grumeleux - meuble dans les premiers centimètres, acquiert ensuite une certaine cohérence.

PROFIL N° L-1583

Echantillon	Profondeur (en cm)	Éléments grossiers (>2mm) %	Argile %	Limon		Limon total %	Sables		Matière Organique (C x 1,72) %	H ₂ O hygroscof (105°C) %
				fin %	grossier %		fin %	grossier %		
L-1583 A	0-11	0	11,49	17,43	27,45	44,94	36,50	8,80	1,82	1,42
" B	23-30	7,14	14,68	16,20	24,25	40,45	33,10	12,40	0,95	0,71
" C	37-47	36,95	17,30	16,68	23,22	39,90	23,45	14,65	0,81	1,05
" D	70-85	75,00	28,48	28,30	13,25	47,95	16,20	3,80	0,62	1,25
" E	105-114	63,01	27,07	23,68	16,45	46,13	14,00	15,00	0,34	1,39
" F	125-136	35,98	34,58	33,86	10,75	44,61	8,00	13,15		2,28
" G	155-160	15,28	24,98	31,53	9,35	40,88	9,30	22,20		2,66

Caractéristiques physiques

Echantillon	Stabilité Structurale		Porosité totale %	Porosité matière %	Macroporos %	H ₂ O du sol % au prélèvement	PF			Eau utile %
	log 10 x I _s	log 10 x K					2,5	3	4,2	
L-1583 A	1,149	1,225					12,95	4,50	8,45	
" B	1,216	1,283					12,51	5,25	7,26	
" C							13,46	6,32	7,14	
" D							18,62	8,52	10,10	
" E										
" F							25,71	15,44	10,27	

Attaque triacide

Echantillon	Fraction granulométr. analysée	Parte au feu à 1000°	Quartz Résidu	Quartz Résidu	Si O ₂ comb.	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	P ₂ O ₅	Bases				Total	Rapports mol	
											CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O		SiO ₂ / Al ₂ O ₃	SiO ₂ / Fe ₂ O ₃
L-1583 B	0-2000µ	2,68		# 83,6	6,05	3,09	3,80	0,11	0,04	0,11	0,08	0,13	0,15	0,10		3,32	
" D	"	3,59		# 67,9	13,96	7,65	6,65	0,22	0,02	0,13	0,08	0,39	0,32	0,11		3,11	
" F	"	4,96		# 50,9	23,65	11,47	6,35	0,22	0,08	0,11	0,16	1,22	0,78	0,08		3,49	

Echantillon	Bases échang. en m.éq. %				S m.éq. %	T m.éq. %	V %	sur sol sur eau	pH sur sec	C %	N %	C/N	acides humiq. %	acides fulviq. %	P ₂ O ₅ Truog mmg %
	Ca	Mg	K	Na											
L-1583 A	1,87	1,31	0,14	0,02	3,34	6,71	49,8	6,1	5,6	1,06	0,060	17,7	0,35	0,40	3,0
" B	0,96	1,02	0,08	0,03	2,09	5,29	39,5	5,5	4,6	0,55	0,045	12,2	0,53	0,38	0,8
" C	0,50	0,31	0,10	0,03	1,54	5,35	28,8	6,5	4,5	0,47	0,045	10,4			1,6
" D	1,49	1,69	0,13	0,03	3,34	6,40	52,2	5,6	4,5	0,36	0,046	7,8			0,9
" E	1,34	2,44	0,08	0,03	3,83	6,38	61,0	6,3	4,6	0,20	0,040	5,0			0,8
" F						13,44		6,0	4,1						
" G						18,67		6,2	2,6						

Echantillon	attaque nitrique				
	P ₂ O ₅ mmg %	Bases en m.éq. %			
		Ca	Mg	K	Na
L-1583 A	45,5				
" B	41,3	1,82	5,13	2,31	0,35
" C	41,4				
" D	38,9				
" E	31,8				
" G		7,00	47,31	11,55	0,94

Echantillon	Fe ₂ O ₃		
	libre	attaque HCl	libre total
L-1583 B	1,27		33,4
" C	2,53	5,45	46,4
" D	2,49		44,1
" E	4,20	7,10	59,15
" F	3,17	5,00	49,30

12 - 26: beige assez clair (10 YR 6/2 sur sol sec) avec d'assez nombreuses mouchetures blanchâtres à beige et quelques unes rouille clair - la texture est toujours limono-finement sableuse, mais apparaissent quelques concrétions petites, mamelonnées à arrondies - structure particulière massive - assez cohérent - racines moyennement nombreuses.

26 - 120: horizon rapidement très fortement concrétionné - les concrétions sont jusqu'à 60, assez petites et plutôt arrondies à mamelonnées, puis de toutes les tailles entre $\frac{1}{2}$ et 3,5 cm et dérivant assez souvent de fragments de roche-mère très ferruginisés et recouvert d'un enduit ferrugineux rouille à rouge sombre - ces dernières concrétions sont très fréquemment assez tendres - certaines présentent un noyau, noirâtre, vraisemblablement riche en oxyde de manganèse. Elles réalisent un ensemble assez solide, résistant passablement aux coups de piochon, surtout en dessous de 60 cm. Le très peu de terre fine emballant ces éléments grossiers (totalement dépourvus de graviers ou de cailloux de quartz) présente une couleur beige jaunâtre clair avec des mouchetures ocre, jusqu'à 60, puis beige pâle avec quelques petites zones vaguement délimitées toujours ocre - la texture est limono-finement sablo-argileuse - les racines décroissent en nombre et taille progressivement jusqu'à 100 cm, profondeur à partir de laquelle, elles sont pratiquement absentes.

120 - 160 et en dessous: horizon C d'altération - argilo limoneux au sommet puis limono-argileux de couleur gris verdâtre clair avec de petites taches moyennement nombreuses, noires, ocre, ocre rouge - les pseudo-concrétions encore assez nombreuses au sommet de cet horizon disparaissent assez rapidement faisant place à quelques fragments de roche-mère plus ou moins altérés - structure largement polyédrique - avec quelques sclickensides apparaissant à la naissance des fentes de retrait - très cohérent - aucune racine.

Nous voyons que le drainage de ce sol s'effectue mal, caractéristique générale de tous ceux, très profondément et fortement lessivés en fer, développés sur le grès feldspathiques du Bucm. Les pourcentages de limon, caractéristique héritée de la Roche-Mère, sont très importants, généralement supérieurs à 40. Liée à des pourcentages d'argile, de fer ou de matière organique insuffisants pour développer son agrégation en particules structurales plus grandes, cette dominance du limon se traduit en définitive par le ralentissement des mouvements de l'eau, d'où engorgement du profil, sans qu'il soit nécessaire ici de faire intervenir la présence d'un horizon moins perméable que les autres.

Le lessivage de l'argile, quoique facilité par sa dispersion entraînée par l'engorgement rapide des horizons supérieurs, n'est pas très intense, il intéresse toutefois, une plus grande profondeur que pour la moyenne des sols peu profondément lessivés en fer: 80 cm environ. Les taux de matières organiques sont, d'autre part, faibles: 1,82% en surface, 0,81% à 40 cm... etc., et ne peuvent se répercuter notablement sur les différentes propriétés chimiques ou physiques des sols.

Toute cette région proche de la rivière Mô, plus riche en gibier que l'ensemble de la plaine, est soumise en effet, à des feux de brousse répétés, préalables aux battues organisées par les différents villages qui s'y groupent. L'évolution de la matière organique, d'autre part, avec des C/N passant de 17,7 en surface à environ 10 dès 40 cm n'est pas très différente, malgré l'engorgement du profil de celle que nous avons pu noter pour d'autres sols.

Sur le plan "fertilité chimique", observons que les sommes de bases échangeables sont assez basses (3,34 m.éq.% en surface, minimum de 1,54 à 40 cm dans l'horizon lessivé et relèvement à 3,89 dès le sommet de l'horizon B) mais eu égard à la richesse de la Roche-Mère ainsi qu'au type d'évolution de ce sol, ce sont là des valeurs qui se situent dans la moyenne de ce que nous pouvons observer dans cette région.

Signalons la variabilité des pourcentages de saturation: 49,8% en surface, minimum de 28,8% dans l'horizon lessivé, puis relèvement jusqu'à 61,0% dans l'horizon B et certainement plus dans l'horizon C. Les valeurs de pH aussi bien ceux déterminés à l'eau que ceux mesurés en solution de KCl ne reflètent que de très loin cette variabilité: nous voyons par exemple que le pH eau est (avec 6,5) maximum, au minimum de saturation (28,8%).

Les taux de phosphore assimilable sont toujours très médiocres: maximum de 3 mmg.% en surface, correspondant vraisemblablement à la présence de matière organique.

Du point de vue des caractéristiques physiques, la présence de forts pourcentages de limon, se traduit par rapport à ce que nous avons pu noter pour les types de sols précédents, par un abaissement notable de la perméabilité (mesurée en laboratoire) et un accroissement de l'indice d'instabilité structurale.

Enfin, les rapports SiO_2/Al_2O_3 (du sol total) montrent que la dégradation des minéraux primaires de la roche-mère est peu poussée: 3,32 en surface, 3,11 dans l'horizon lessivé et 3,49 dans l'horizon C: l'argile est donc vraisemblablement constituée, d'un pourcentage relativement élevé de minéraux phylliteux à réseau te-oc-te. Des pourcentages en MgO et K_2O respectivement de 1,22 et 0,78 dans l'horizon C, font penser que la synthèse argileuse peut tout aussi bien s'effectuer en direction de la montmorillonite que de l'illite. Il est vraisemblable, cependant, que ces deux derniers minéraux argileux se dégradent au fur et à mesure de l'évolution du sol quoique le rapport SiO_2/Al_2O_3 ne s'abaisse que peu: nous avons en effet une capacité d'échange de 18,67 m.éq.% en contact de la roche-mère pour un taux d'argile de 24,98%, alors qu'elle n'est plus que de 6,38 m.éq.% pour 27,07% d'argile, dans l'horizon B. Notons toutefois, que si dégradation du réseau argileux il y a, celle-ci n'est cependant pas poussée à l'extrême: ces 6,38 m.éq.% pour 27,07% d'argile, correspondent à une capacité d'échange de 23,6 m.éq. par 100 gr. d'argile (cette valeur se rapproche donc de celle de l'illite).

b)- Lessivés en argile à concrétions et cuirasse ou carapace

Le développement d'une cuirasse, au niveau de l'horizon à concrétions ne se traduit pas, le plus souvent, par des caractéristiques chimiques ou physiques différentes dans les horizons supérieurs. L'incidence la plus remarquable de cet horizon induré réside essentiellement dans la limitation qu'il impose au développement racinaire, ainsi qu'à l'accentuation de l'hydromorphie à son contact, ce qui réduit encore plus le volume utilisable par des plantes exigeant une bonne aération du profil.

Citons le profil L 1587 observé à 7 km au nord de Djarapanga entre le marigot Kalé et la rivière Mô. La roche-mère est toujours le grès feldspathique du Buem, la végétation est représentée par une savane arbustive très claire. Nous sommes presque à la ligne de crête d'un interfluve très surbaissé (la pente est de 2% vers le sud) nous observons:

0 - 10: gris beige avec quelques mouchetures ocre et gris bleu - finement sableux, sans élément grossier - particulaire massif à faiblement grumeleux passant souvent à une tendance feuilletée - assez nombreuses racines.

10 - 20: Horizon à peu près identique, mais de couleur générale plus claire, et la structure est d'autre part purement particulaire massive - assez cohérent - les racines deviennent moins nombreuses.

20 - 40: beige rosé, avec quelques rares mouchetures ocre - finement sableux - sans élément grossier - assez cohérent - structure identique à celle de l'horizon précédent - racines assez rares.

40 - 105: beige clair, à jaunâtre, passant progressivement à gris blanchâtre vers la base de l'horizon - moucheture ocre et rouge passant à des taches de taille moyenne plus ou moins indurées en concrétions dès 90 cm de profondeur - finement sableux jusqu'à 60, passant ensuite à finement sablo-argileux - structure massive, à tendance polyédrique dès 70 - cohérent - racines très peu nombreuses.

105 - 125: cuirasse concrétionnaire, pratiquement continue.

125 - 145: gris clair à gris bleu avec assez nombreuses taches moyennes ocre et rouge assez bien délimitées - finement sablo-argileux à argilo finement sableux - quelques concrétions tendres, constituées en partie de fragments de roche-mère ferruginisées - massif à polyédrique.

en-dessous de 145: passe progressivement à un horizon d'argile, limoneux et finement sableux d'altération, très cohérent, de couleur verdâtre tachetée d'ocre.

L'engorgement du profil est ici nettement plus prononcé dès une plus faible profondeur, se traduisant en particulier par une retribution plus poussée des hydroxydes de fer se concrétionnant par ailleurs plus ou moins, dans l'horizon sus-jacent à la cuirasse. Celle-ci se comporte en effet, en niveau d'arrêt pour les eaux d'infiltration d'où accentuation des phénomènes d'hydromorphie ayant présidé à sa formation. Cet engorgement du profil entraîne d'autre part une dispersion poussée de l'argile en saison pluvieuse d'où le lessivage intense des horizons supérieurs. L'évolution ultérieure d'un tel sol conduira, si celui-ci n'est pas protégé efficacement, à un déblayage total des fractions granulométriques les plus fines avec développement des phénomènes d'érosion en nappe et finalement nous arriverons à un sol très peu profond de colluvions sableuses sur cuirasse.

Ce type de sol cuirassé (ou carapacé) est relativement peu représenté sur les grès feldspathiques du Buem, l'induration des hydroxydes de fer, se limitant sur cette formation, le plus souvent à un concrétionnement, qui est par ailleurs intense. Il ne semble pas que, sous les conditions actuelles, le cuirassement puisse se développer sans apport massif, par lessivage oblique à partir des termes supérieurs d'une chaîne de sol, de quantités importantes de fer. Le cuirassement des sols est plus fréquent dans les parties de la pénélaine, dont le modelé est beaucoup plus ancien: c'est-à-dire à mesure que l'on se rapproche de la falaise des Monts Fazaou: nous trouvons, alors, de plus grandes étendues planes où la présence d'une nappe, jusqu'à une époque certainement récente a induit le développement du cuirassement sur une échelle beaucoup plus importante.

c) - Sols à pseudo-gley de profondeur

Nous venons de voir par ces deux exemples de profils que l'hydromorphie est un phénomène qui semble se développer rapidement sur ces formations de grès feldspathique du Buem: il se traduit en particulier par l'apparition dès la surface de mouchetures ocre et gris bleu, indiquant une certaine

redistribution des hydroxydes de fer. En ce sens il est très difficile de marquer la limite entre les sols ferrugineux qui sont hydromorphes et ceux qui ne le sont pas, d'autant plus que cet engorgement ne se traduit pratiquement jamais par d'autres phénomènes pédogénétiques particuliers que ceux qui apparaissent normalement dans l'évolution d'un sol ferrugineux sensu stricto. En ce sens nous pourrions estimer que l'hydromorphie est un des aspects naturels auxquels conduit le développement d'un sol ferrugineux. Tout n'est alors qu'une question d'échelle cartographique, d'intensité ainsi que de profondeur, quand il s'agit de fixer les limites des sols ferrugineux à pseudo-gley.

Citons cependant le profil L 1649, type de sol que nous retrouvons souvent soit au sommet des interfluves sur la formation du Buem, ou en bordure des sols peu profondément lessivés en fer développés soit sur les formations Atacorienes ou leurs colluvions soit sur une partie des grès du Buem dans la zone la plus proche des Monts Fazao. Ce profil L 1649 a été observé à 500 mètres à l'ouest de Djarapanga, sur une pente de 3° et sous une savane arbustive claire (la roche-mère est le grès du Buem). Nous voyons :

0 - 16: beige à beige gris légèrement rosé (10 YR 6/2 sur sol sec) - finement sablo-limoneux - sans élément grossier - particulaire massif à légèrement feuilleté - moyennement meuble - nombreuses racines.

16 - 45: de beige ocre passe à ocre rose pâle (7,5 - 10 YR 6/4 sur sol sec) la texture s'enrichit progressivement en argile mais reste essentiellement finement sablo-limoneuse dans tout l'horizon - sans élément grossier - particulaire massif - racines relativement peu nombreuses.

45 - 62: nombreuses fines mouchetures ocre rose, beige rosé, ocre et blanchâtres - finement sablo-limono-argileux. Très rares petites concrétions assez arrondies de quelques mm à 1,5 cm - particulaire massif - assez cohérent.

62 - 145: horizon très fortement concrétionné, les éléments indurés se soudant plus ou moins en carapace très discontinue - petites zones de terre fine beige blanchâtre finement sablo-argileuse - assez cohérent - racines pratiquement absentes.

en dessous de 145: petites taches ocre rose et beige blanchâtre - argilo-finement sableux - concrétions assez nombreuses au sommet de l'horizon, mais disparaissant rapidement en profondeur - massif - assez meuble.

La caractéristique principale de ce sol est la situation de l'horizon concrétionné, cantonné à la partie supérieure des horizons intéressés par l'hydromorphie temporaire. Nous ne pouvons voir là que la conséquence de la concentration, en cours de la saison sèche, des hydroxydes de fer mobilisés dans ces horizons engorgés temporairement. Cette redistribution se traduit en outre, par l'apparition de zones carapacées par meilleure diffusion des ciments ferrugineux.

L'évolution ultérieure d'un tel sol conduirait vraisemblablement à l'accentuation du phénomène de carapacement.

Le rapport $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ de 1,47 pour le sol total en surface conduit à penser que l'évolution des minéraux argileux est caractérisée par leur dégradation, tout en retenant cependant le fait que, de par sa position en contre-bas du plateau cuirassé de Djarapanga, des colluvions tirant leur origine de sols ferrallitiques anciens recouvrant celui-ci pourraient expliquer cet abaissement du Ki. De fait en profondeur, ce rapport est toujours supérieur à 2: 2,65 dans l'horizon concrétionné; et 3,33 à la base de l'horizon B.

PROFIL N° L 1649

Echantillon	Profondeur (en cm)	Éléments grossiers (% >2mm)	Argile %	Limons		Limon total	Sables		Matière Organique (C x 1,72)	H ₂ O hygrosop (105°C)
				fin %	grossier %		fin %	grossier %		
L 1649 A	0-11	0	8,59	9,16	26,75	35,91	46,65	8,60	1,67	1,14
" B	25-35	"	13,75	11,23	27,15	38,38	42,35	6,90	0,62	1,06
" C	51-61	1,52	16,82	13,89	22,20	36,03	35,50	12,20	0,38	1,29
" D	88-98	56,68	22,58	17,76	21,55	39,31	26,40	13,40	0,33	1,90
" E	118-127	48,91	30,50	17,92	19,70	37,62	21,85	110,50		2,77
" F	157-163	29,94	35,76	18,79	19,60	38,39	21,55	5,25		2,76
" G	195-205	0	44,66	15,31	14,65	29,96	20,85	3,40		3,92

Caractéristiques physiques

Echantillon	Stabilité Structurale		Porosité totale %	Porosité matière %	Macroporos %	H ₂ O du sol au prélèvement %	p.F.			Eau utile %
	log 10 x I _s	log 10 x K					2,5	3	4,2	
L 1649 A	0,834	1,408		39,91				8,67	3,53	5,14
" B	1,524	1,185		33,0				9,69	4,46	5,23
" C	1,626	1,053		34,7				11,56	5,26	6,30

Attaque triacide

Echantillon	Fraction granulométr. analysée	Perte au feu à 1000°	Quartz Résidu	Quartz Résidu	Si O ₂ comb.	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	P ₂ O ₅	Bases				Total	Rapports mol	
											CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O		SiO ₂ / Al ₂ O ₃	SiO ₂ / Fe ₂ O ₃
L 1649 B	0-2000µ	1,96		# 83,2	5,46	6,35	2,35	0,10	0,01	0,12	0,05	0,25	0,10	0,08		1,47	
" "	0-20µ	18,07		50,27	14,87	8,82	4,45	0,22	0,01	0,08	0,08	0,29	0,35	0,16		2,86	
" E	0-2000µ	3,61		# 70,0	12,13	7,77	5,60	0,22	0,02	0,07	0,05	0,35	0,20	0,20		2,65	
" G	0-2000µ	5,48		# 55,0	21,23	19,80	5,95	0,22	0,02	0,11	0,09	0,53	0,42	0,12		3,93	

Echantillon	Bases échang. en m.éq. %				S m.éq. %	T m.éq. %	V %	sur sal. eau	sur sec. KCl	C %	N %	C/N	acides humiq. %	acides fulviq. %	P ₂ O ₅ Truog mmq %
	Ca	Mg	K	Na											
L 1649 A	0,85	1,01	0,21	Tr.	2,07	4,53	45,7	6,2	5,3	0,97	0,056	17,3	0,327	0,350	1,14
" B	0,62	0,32	0,09	Tr.	1,05	3,12	33,7	5,4	4,2	0,36	0,031	4,6	0,28	0,35	1,9
" C	0,47	0,25	0,10	Tr.	0,82	3,23	25,4	5,5	4,3	0,22	0,031	7,1	0,075	0,150	0,9
" D	0,22	0,59	0,18	Tr.	1,49	4,54	32,8	5,7	4,4	0,19	0,017	11,2	0,076	0,127	0
" E	1,01	1,00	0,18	0,09	2,28	5,68	40,1	5,6	4,3						0
" F	0,71	1,33	0,20	0,05	2,29	10,27	22,3	5,7							0
" G						6,16		5,7							

Echantillon	attaque nitrique				
	P ₂ O ₅ mmq %	Bases en m.éq. %			
		Ca	Mg	K	Na
L 1649 A	35,7				
" B	27,5		1,35	4,63	0,35
" C	24,8				
" D	27,6				
" E	26,3				
" F	25,0				
" G					

Echantillon	Fe ₂ O ₃			
	libre	attaque HCl	libre/total	libre/total HCl
L 1649 A	0,99	1,30		76,2
" B	1,86			75,1
" C				
" D	3,24	5,70		63,9
" E	3,13			55,9
" F				
" G	2,93			49,2

Le lessivage de l'argile semble s'effectuer sur une très grande profondeur comme en témoigne la progression régulière jusqu'à 200 cm au moins, des pourcentages de cette fraction granulométrique. Notons le fort indice d'entraînement de l'argile: 1/5,2.

Il semble donc, ici, que l'hydromorphie se traduise par une accentuation de ce phénomène. Le fer total avec des pourcentages respectifs de 2,35 et de 5,95 pour la surface et la base de l'horizon B semble beaucoup moins mobile.

Quant à l'évolution de la matière organique, nous pouvons voir qu'elle n'est guère différente de ce que nous avons pu voir jusqu'à maintenant: C/N de 17,3 en surface de 7,1 dans l'horizon lessivé à 55 cm de profondeur, de 11,2 au sommet de l'horizon à concrétions.

Du point de vue de la fertilité chimique, les propriétés de ce sol ne sont guère plus différentes: abaissement de S dans l'horizon lessivé à partir d'une valeur très moyenne en surface (2,07 m.ég), puis relèvement progressif en profondeur, sans toutefois atteindre les valeurs que nous avons pu noter pour les sols mieux drainés. Le taux de saturation, d'autre part, est en moyenne peu élevé: 45,7% pour le maximum, situé dans l'horizon humifère, avec un pH de 5,4 à 5,7 sauf en surface où il est de 6,2. Les taux de phosphore sont, enfin, toujours très faibles: 1,4 et 1,9 mmg% respectivement pour le sommet et la base de l'horizon humifère, passant à des valeurs nulles, plus en profondeur. Les pourcentages de phosphore total sont en outre très faibles: maximum de 35,7 mmg% en surface. Cet abaissement est semble-t-il caractéristique des sols subissant un engorgement temporaire: plus grande mobilité, ainsi qu'exportation en dehors du profil des phosphates.

Enfin, les caractéristiques physiques, se signalent principalement par un accroissement notable de l'indice d'instabilité, ainsi que par la baisse assez rapide de la perméabilité en profondeur, si bien que de tous les sols étudiés dans la plaine, c'est pour ce profil que nous pouvons relever la plus mauvaise structuration: log 10 Is passant de 0,934 en surface à 1,626 à 55 cm, log 10 K baissant de 1,408 à 1,053 sur la même tranche du profil.

d)- Sols ferrugineux peu profonds

Tout un ensemble de sols présentant toutes les caractéristiques de ceux de la sous-classe ferrugineuse se caractérisent par leur faible profondeur, généralement inférieure à 1 mètre, l'horizon C constitué soit par la roche-mère altérée, soit par l'argile d'altération conservant de nombreux caractères de la roche-mère, débutant assez brusquement en dessous de l'horizon à concrétions.

Nous trouvons ces sols, dans la majorité des cas, développés en bas de pentes, à proximité des bas-fonds, uniquement sur les grès feldspathiques du Buem, et à une altitude peu supérieure au niveau de base représenté par la rivière Iô. En ce sens, nous pouvons les considérer comme un faciès de rajeunissement par érosion. Ils sont analogues aux sols ferrugineux à pseudo-gley de faible profondeur que nous trouvons, plus ou moins recouverts de colluvions sableuses, en même positions topographiques, développés sur argile d'altération à partir de diverses formations du socle granito-gneissique sur lequel ils présentent très souvent toute une série d'intergrades vers les vertisols. De même dans cette plaine de Mô-Fazao, quand l'argile d'altération du grès feldspathique du Buem apparaît en profondeur dans ces sols, celle-ci montre le plus souvent des caractères vertiques: structure prismatique à polyédrique accusée en saison sèche, avec présence assez fréquente de faces de glissement, ainsi que fortes cohérence et compacité.

Enfin, sur ces sols, peu profonds, rapidement limités en profondeur pour leur drainage interne, l'hydromorphie temporaire se développe dans la majorité des cas.

Citons le profil L1751 observé à 5 km à l'ouest de Folo, dans le nord de la plaine, à 200 mètres du marigot Kaniangbara sur une pente de 2°. La végétation est une savane arbustive claire. La roche-mère est le grès du Buem.

Nous voyons :

0 - 16: beige gris clair (10 YR 6/2 sur sol sec) - finement sablo-limoneux - sans élément grossier - particulière massif à tendance feuilletée en surface, faiblement nuciforme en profondeur - assez meuble - nombreuses racines.

16 - 68: beige légèrement jaunâtre avec des nombreuses mouchetures blanchâtres et ocre clair - finement sablo-limono-argileux - les concrétions très rares jusqu'à 30, apparaissent, alors, brusquement, intéressant ensuite tout l'horizon. Ces éléments grossiers présentent toutes les tailles entre 0,5 et 3 cm, se tenant assez bien. La terre fine présente une structure particulière - quelques racines.

68 - 95: horizon toujours très fortement concrétionné, mais les concrétions présentent un débit croûlant. La très faible quantité de terre fine, de couleur blanchâtre s'enrichit d'autre part en argile mais reste dans une classe texturale finement sablo-limono-argileuse - racines pratiquement absentes.

95 - 110 et en dessous: blanchâtre à gris verdâtre (2,5 - 5 YR 6/2) avec de petites zones grises ou ocre assez mal délimitées - argilo-finement sableux à finement sablo-argileux - les concrétions disparaissent très rapidement pour laisser la place à d'assez petits fragments de roche-mère, peu nombreux, ferruginisés et tendres. Structure massive à tendance polyédrique.

L'hydromorphie temporaire est, ici, nettement visible dès 16 cm mais les autres caractères: lessivage, concrétionnement ...etc., sont suffisamment nets pour faire rattacher ce type de sol à la sous-classe ferrugineuse, d'autant plus que la présence de ce pseudo-gley n'entraîne pas d'autre processus pédogénétique particulier. Une des conséquences de cet engorgement se traduit par un certain déblayage par ruissellement interne au niveau de la base de l'horizon concrétionné, celui-ci présentant alors un débit croûlant.

L'horizon C, ici, se caractérise pour ce type de sol par un taux d'argile relativement faible. Il semble, bien, à l'examen des sables, que l'argilification des minéraux primaires de la roche-mère soit assez restreinte, vraisemblablement par manque de pénétration des eaux d'infiltration dans l'horizon d'altération. Nous avons, en effet, diagnostiqué un ruissellement assez intense à la base de l'horizon sus-jacent.

Ce ralentissement dans la formation de l'argile, se traduit par un indice de lessivage relativement peu prononcé: 3,1, bien que l'horizon superficiel soit essentiellement sablo-limoneux (8,54% d'argile seulement). L'analyse totale nous donne des rapports SiO_2/Al_2O_3 dépassant 2 pour l'ensemble des fractions granulométriques inférieures à 2mm: 2,26 en surface, 2,34 à la base de l'horizon concrétionné. L'altération est donc relativement limitée. Le calcul du même rapport pour les fractions granulométriques inférieures à 20 microns nous donne d'autre part une valeur de 3,29, ce qui confirme le dernier point de vue.

PROFIL N° L-1751

Echantillon	Profondeur (en cm)	Éléments grossiers (>2mm) %	Argile %	Limens		Limon total %	Sables		Matière Organique (C x 1,72) %	H ₂ O hygrosop (105°C) %
				fin %	grossier %		fin %	grossier %		
L 1751 A	0-7	0	8,54	13,82	27,47	41,29	40,90	10,10	1,53	1,50
" B	22-30	2,22	18,41	6,00	20,35	26,35	38,80	11,65	0,71	1,67
" C	37-48	82,09	18,33	15,48	16,20	31,68	23,90	12,50	0,91	2,48
" D	64-74	76,30	23,45	22,17	13,47	35,64	21,82	12,65	0,77	2,16
" E	103-113	1,17	26,85	13,53	11,17	24,70	26,12	20,80		3,96

Caractéristiques physiques

Echantillon	Stabilité Structurale		Porosité totale %	Porosité mottière %	Macroporos %	H ₂ O du sol au prélèvement %	PF			Eau utile %
	log 10 x I _s	log 10 x K					2,5	3	4,2	
L 1751 A	1,030	1,384		37,7				11,36	3,56	7,80
" B	1,123	1,427		38,3				10,52	3,72	6,80
" C								13,86	6,20	7,66
" D								17,94	6,21	11,73
" E	1,212	0,524		23,80				18,64	10,06	8,58

Attaque triacide

Echantillon	Fraction granulométr. analysée	Parte au feu à 1000°	Quartz Résidu	Quartz Résidu	Si O ₂ comb.	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	P ₂ O ₅	Bases				Total	Rapport molaire	
											CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O		SiO ₂ / Al ₂ O ₃	SiO ₂ / Fe ₂ O ₃
L 1751 B	0-2000 µ	1,92		86,9	5,37	4,03	1,00	0,12	<0,01	0,10	0,06	0,10	0,10	0,76		2,26	
" "	0-20 µ	6,04		64,16	15,22	7,84	3,55		0,34	0,24	0,08	0,24	0,32	0,21		3,29	
" D	0-2000 µ	2,77		75,9	9,37	6,80	4,05	0,22	0,01	0,20	0,04	0,30	0,19	0,13		2,34	

Echantillon	Bases échang. en m.éq. %				S m.éq. %	T m.éq. %	V %	sur sol / sur eau	PH / sur sol sec / KCl	C %	N %	C/N	acides humiq. %	acides fulv. %	P ₂ O ₅ Truog mmg %
	Ca	Mg	K	Na											
L 1751 A	2,16	0,85	0,14	0,02	3,17	4,43	71,6	6,4	5,4	0,83	0,056	15,9	0,550	0,400	2,0
" B	0,20	0,38	0,15	0,01	0,74	3,53	21,0	5,2	4,1	0,41	0,045	9,1	0,200	0,176	6,0
" C	0,21	0,36	0,15	0,04	1,36	5,16	26,4	5,3	4,1	0,53	0,033	13,6	0,209	0,150	1,2
" D	1,11	1,07	0,17	0,02	2,37	5,37	44,1	5,7	4,1	0,45	0,038				0,6
" E	1,59	3,28	0,19	0,29	5,35	12,23	43,7	5,9	3,5						2,0

Echantillon	attaque nitrique				
	P ₂ O ₅ mmg %	Bases en m.éq. %			
		Ca	Mg	K	Na
L 1751 A	24,8				
" B	27,5				
" C	31,8				
" D	38,7				
" E	33,7				

Echantillon	Fe ₂ O ₃			
	libre	attaque HCl	libre total	libre HCl
L 1751 A				
" B	1,26			
" C				
" D	3,24		52,8	
" E	2,65		46,1	

Sur le plan de la fertilité chimique, cependant, ce type de sol ne semble pas devoir être mieux doté que tous ceux que nous avons pu étudier sur la formation du Buem: le maximum de la somme des bases échangeables, pour les horizons supérieurs à la zone d'altération est de 3,17 m.éq% (dans l'horizon humifère), le minimum se situant avec 0,74 m.éq% au niveau de l'horizon lessivé, à 20 - 30 cm de profondeur. Nous assistons ensuite à un relèvement progressif en profondeur, s'accroissant dès l'horizon d'altération où la somme des bases échangeables est de 5,35. Il ne faut cependant pas perdre de vue qu'à ce niveau, le magnésium domine (avec 3,28 m.éq%) largement sur le calcium (1,59 m.éq%). Les taux de saturation sont inférieurs à 50% sauf pour l'horizon humifère où nous pouvons noter une valeur de 71,6%, correspondant par ailleurs au maximum du pH: 6,4 unique valeur supérieure à 6 de tout le profil.

Notons encore, les faibles taux de phosphore assimilable aussi bien que total: maximum de 6 mmg% pour le premier à 20 - 30 cm de profondeur, de 38,7 mmg% pour le second à la base de l'horizon concrétionné.

Les rapports C/N de la matière organique, enfin, avec 15,9 en surface et 9,1 au sommet de l'horizon lessivé, laissent entrevoir, par rapport aux autres types de sol précédemment cités, une minéralisation de l'azote un peu plus rapide, mais les faibles pourcentages intéressés ne laissent pas d'être sceptique sur les disponibilités de cet élément.

Les propriétés physiques sont par ailleurs assez défavorables: manque de profondeur, abaissement du volume utilisable de sol par le concrétionnement, et surtout par l'hydromorphie, faible capacité de réserve en eau (le pourcentage d'eau utile se situant entre 7 et 11%) porosité mottière très moyenne, même pour les horizons supérieurs (38% environ pour l'horizon humifère)...etc.

Ce type de sol présente donc de nombreux désavantages du point de vue agronomique. Il faut cependant remarquer qu'il n'occupe qu'un pourcentage très restreint de la superficie totale de la plaine: environ 1 à 2%.

C)- Classe des sols hydromorphes

Ceux-ci se cantonnent uniquement dans les bas-fonds dans lesquels ils se développent sur un complexe alluvio-colluvial, assez finement sableux dans l'ensemble, mais dont l'épaisseur semble partout se réduire très rapidement dès que l'on quitte les axes du réseau de drainage: apparaît alors très fréquemment, à une plus ou moins faible profondeur, l'horizon d'argile d'altération soit du grès du Buem, soit des différents schistes et quartzites de la série Atacorienne. La forte évaporation de saison sèche d'une part, la rapidité suffisante de drainage externe d'autre part (il n'existe aucun bassin fermé ou parfaitement plat) permet l'oxydation poussée d'une partie du fer, et restreint très fortement l'accumulation de la matière organique: nous avons donc uniquement à faire à la sous-classe des sols hydromorphes minéraux, représentée, ici dans la très grande majorité des cas par le groupe des sols à pseudo-gley. Ce n'est toutefois le plus souvent, que sous un faciès non induré que nous pouvons le reconnaître, l'accumulation des hydroxydes de fer ne semblant intéresser, pour la plaine, que les bas des pentes, en situation relativement bien drainée.

Le groupe des sols à gley (sous-groupe à gley de faible profondeur) ne peut être signalé qu'en un seul point: avant le débouché dans la plaine, de la vallée de la Kpaza resserrée au pied des Monts Fazao par des épandages colluviaux. Il s'agit de sols essentiellement composés d'alluvions presque purement quartzes, tirant leur origine de l'érosion de la zone montagneuse quartzitique. Leur intérêt du point de vue agricole est donc très restreint, et nous ne les citerons ici que pour mémoire, d'autant plus que leur extension est des plus faibles: à peine 150 hectares. Ils sont, enfin, en saison des pluies, totalement inondés sous une lame d'eau pouvant atteindre plusieurs dizaines de centimètres.

Le pourcentage de la superficie couverte par les sols à pseudo-gley est beaucoup plus important et nous pouvons l'estimer sur la carte au 1/200.000 à près de 8%. Remarquons qu'à une échelle plus fine, la part qu'ils représenteraient serait beaucoup plus forte, vraisemblablement de l'ordre de 15 à 20 %.

Citons le seul profil ayant pu faire l'objet d'une analyse: le L 1707, observé à 7,500 Km au Sud-Ouest d'Agbamassoumou dans un bas-fond, affluent de la rivière Kpaza. La végétation est une savane arbustive basse, très claire. Nous voyons:

0 - 6: gris clair avec quelques vagues petites mouchetures ocre jaune à ocre - limono-finement sableux - sans élément grossier - particulaire à particulaire massif - meuble - assez nombreuses racines.

6 - 56: gris pâle, avec mouchetures identiques à celles de l'horizon précédent, mais moins nombreuses et passant, en profondeur, à des taches mieux individualisées - limono-finement sablo-argileux - toujours sans élément grossier - la structure est particulaire massive - le sol est assez meuble - les racines se raréfient.

56 - 73: identique dans l'ensemble à l'horizon précédent, mais les taches deviennent plus nombreuses et des zones blanchâtres apparaissent.

73 - 140 et en dessous: gris clair, avec de nombreuses taches brun - rouille, ocre, noires et blanchâtres, assez petites, mais bien délimitées - finement sablo-limono-argileux - sans élément grossier - structure massive à nette tendance polyédrique large - cohérent - racines totalement absentes.

A partir de ce type se différencient des sols souvent plus sableux, ou plus lessivés sur une grande profondeur, l'indice d'entraînement de l'argile n'étant ici que de 1,73, c'est-à-dire assez limité.

L'absence d'induration, caractérisant ce profil cité en exemple, est cependant la règle très générale, l'expurgation du fer pouvant même, très fréquemment, être assez intense pour blanchir la plus grande partie du profil, les taches du pseudo-gley n'apparaissant alors qu'à grande profondeur. Il existe, certes quelques sols hydromorphes pouvant présenter un horizon induré en carapace ou cuirasse, mais leur présence reste cantonnée au contact des sols sur pente, mieux drainés, à la limite des bas-fonds: nous avons à faire là, très généralement à des sols complexes, dont les horizons supérieurs sableux hydromorphes recouvrant la cuirasse ou carapace tirent leur origine d'un colluvionnement postérieur au développement de l'horizon induré.

L'analyse de ce sol nous donne des pourcentages de saturation faibles, compris entre 22 et 35% pour des taux en bases échangeables également très peu élevés: 1,35 m.éq% en surface et 2,93 m.éq% seulement à 90 cm de profondeur. Les pH sont normalement acides: 5,2 jusqu'à 75 cm, puis 5,8 dans l'horizon d'accumulation d'argile.

PROFIL N° L1707

Echantillon	Profondeur (en cm)	Eléments grossiers % (>2mm)	Argile %	Limens		Limon total %	Sables		Matière Organique (C x 1,72) %	H ₂ O hygrosco. (105°C) %
				fin %	grossier %		fin %	grossier %		
L 1707 A	0-5	0,12	14,47	25,34	19,92	45,86	26,07	11,00	1,05	1,00
" B	30-40	0,76	17,16	23,37	21,45	44,82	26,40	10,40	0,41	1,37
" C	55-65	1,72	20,85	19,17	25,25	44,42	26,75	5,10	0,36	2,18
" D	84-92	1,87	25,87	12,67	16,60	23,27	27,50	15,00	0,29	2,02

Caractéristiques physiques

Echantillon	Stabilité Structurale		Porosité totale %	Porosité matière %	Macroporos %	H ₂ O du sol au prélèvement %	PF			Eau utile %
	log 10 x I _s	log 10 x K					2,5	3	4,2	
			+							

Attaque triacide

Echantillon	Fraction granulométr. analysée	Perte au feu à 1000°	Quartz Résidu	Quartz Résidu	Si O ₂ comb.	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Ti O ₂	MnO	P ₂ O ₅	Bases				Total	Rapports mol	
											CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O		SiO ₂ / Al ₂ O ₃	SiO ₂ / R ₂ O ₃

Echantillon	Bases échang. en m.éq. %				S m.éq. %	T m.éq. %	V %	sur sol sec à 100°C	PH sur sol sec à 100°C	C %	N %	C/N	acides humiq. %	acides fulviq. %	P ₂ O ₅ Truog mmg %
	Ca	Mg	K	Na											
L 1707 A	0,10	1,10	0,11	0,04	1,35	4,03	33,5	5,2	4,0	0,61	0,056	10,9	0,200	0,150	0,6
" B	0,35	0,64	0,08	0,10	1,17	3,63	32,2	5,2	3,8	0,24	0,036	6,7	0,150	0,126	0
" C	0,35	0,87	0,07	0,08	1,38	6,27	22,0	5,2	3,9	0,21	0,035	6,0	0,150	0,126	0,6
" D	1,12	1,56	0,12	0,13	2,93	8,29	35,3	5,8	3,7	0,17	0,036	4,7			0

Echantillon	P ₂ O ₅ mmg %	attaque nitrique Bases en m.éq. %			
		Ca	Mg	K	Na
L 1707 A	24,8				
" B	23,4				
" C	20,7				
" D	22,4				

Echantillon	Fe ₂ O ₃		
	libre HCl	attaque HCl	libre HCl %
L 1707 A			
" B	0,71	1,45	49,0
" C	0,91	1,60	56,3
" D	1,30	2,10	61,3

Notons les très faibles taux de matières organiques dont le maximum se situe à 1,05% dans les premiers centimètres du profil, pour décroître très rapidement ensuite, en dessous de 0,50%. L'engorgement du profil assez prolongé ne se traduit donc pas, ce qui semble par ailleurs la majorité des cas, par une accumulation quelconque de matière organique. Soulignons à ce propos, que les rapports C/N de celle-ci, avec un maximum de 10,9 en surface, montrent que son évolution n'est pas du tout freinée et qu'elle est même plus rapide que pour des sols présentant un drainage d'ensemble meilleur.

Enfin, remarquons que le taux de phosphore tant assimilable que total sont pratiquement négligeables: maximum de 0,6 mmg% pour le premier en surface, maximum de 24,8 mmg%, également en surface pour le second.

Il ne semble pas que l'on puisse s'attendre à tirer grand profit de la mise en valeur de ces sols, et si nous pouvions à l'occasion, envisager quelques cultures de riz, il faut noter qu'il serait certainement plus indiqué de pratiquer une riziculture pluviale sur les sols plus accessibles en saison des pluies, que ceux des bas-fonds. La principale ressource de ce type de sol proviendrait certainement de l'amélioration des pâturages naturels représentés par la savane couvrant ces dépressions.

CONCLUSION ET APERCUS AGRONOMIQUES

De toutes les analyses effectuées sur les échantillons prélevés dans différents types de sol reconnus dans la plaine, on ne peut dégager de tendances très nettes, pour l'un ou l'autre de ces derniers, à présenter une fertilité chimique supérieure à la moyenne observée. La somme des bases échangeables en particulier peut atteindre 10 m.éq%, mais ceci très localement. Toutefois c'est parmi les sols développés sur les formations Atacoriennes ou leurs colluvions que l'on peut relever les plus grandes valeurs, c'est-à-dire sur les sols peu profondément lessivés en fer et plus ou moins lessivés en argile.

Dans la plus grande généralité des cas, le maximum des bases échangeables oscille entre 2 et 4 m.éq%, cantonné par ailleurs presque toujours dans l'horizon humifère.

La dominance du calcium sur le magnésium est très fréquente, sauf pour certains sols ne présentant en commun que la caractéristique d'un mauvais drainage; encore faut-il noter que leur horizon humifère échappe, le plus souvent, à la dominance générale pour leur profil, du magnésium sur le calcium.

Le potassium présente, de son côté des valeurs, en cations échangeables toujours, très régulièrement inférieures à 0,20 m.éq%, donc essentiellement très faibles. On assiste quelquefois à leur relèvement à 0,40 ou 0,50 m.éq% au sein de l'horizon C, mais la mise à la disposition des plantes, à partir de cette situation au sein des profils, suppose une remontée par capillarité dépendant de la finesse de la granulométrie.

Signalons que si les plus forts pourcentages en potassium échangeable ont pu être relevés dans les sols dérivant des formations atacoriennes (riches en muscovite ou séricite) ils ne présentent cependant pas, en général, des valeurs bien significativement différentes de celles obtenues pour la formation grès-feldspathique: la moyenne, qui est de 0,14 m.éq% pour l'ensemble des sols de la plaine se relève à 0,25 m.éq% pour les premiers.

Les réserves, dosées par l'attaque nitrique et notifiées comme bases totales sont d'autre part assez peu élevées: les moyennes pour le Calcium, Magnésium et Potassium, sont respectivement de 1,36; 2,97 et 1,76 m.éq%, sans, d'autre part, présenter, en dehors des horizons C, de grandes variations d'un type de sol à l'autre.

Par rapport aux bases totales, les cations échangeables représentent une moyenne respective de 57, 24 et 4% du calcium, magnésium et potassium totaux. Nous voyons par ces chiffres que le calcium est toujours plus disponible que les autres cations, le potassium, tirant son origine principalement de la muscovite ou de la séricite, étant libéré beaucoup plus lentement. Nous ne devons donc pas nous attendre à voir compenser la plus ou moins grande carence en bases échangeables par un renouvellement très rapide ou abondant à partir des réserves.

Les taux de saturation de la capacité d'échange sont de leur côté, très généralement faibles: souvent inférieurs à 40% au niveau de l'horizon lessivé, entre un premier maximum (très variable) dans l'horizon humifère et un relèvement au niveau de l'horizon C. Nous aboutissons ainsi à des sols très souvent acides (pH inférieurs à 6) dans lesquels, en outre, la carence en bases échangeables freine l'évolution de la matière organique.

Quant aux autres caractéristiques chimiques, nous retirons des différentes analyses, qu'elles présentent en général des valeurs ne permettant pas de considérer ces sols comme particulièrement riches: taux extrêmement faibles de la matière organique ainsi que du phosphore.

Les premiers oscillent, en effet, en surface des sols, le plus généralement, entre 1 et 2% présentant d'autre part des rapports C/N relativement élevés: entre 15 et 20, d'où ralentissement de la minéralisation, freinant la disponibilité en azote.

Les pourcentages de phosphore assimilable sont d'autre part pratiquement négligeables: de l'ordre de quelques mmg.% pour le premier maximum situé dans l'horizon humifère, un second maximum se révélant assez souvent dans l'horizon C, avec des valeurs semblables, au premier. Le niveau des réserves en phosphore, dosées par attaque nitrique est, en outre, relativement faible: le plus souvent inférieur à 50 mmg.%. Remarquons cependant que c'est dans les sols dérivant des formations Atacorienes qu'il présente les chiffres les plus élevés: quelquefois supérieurs à 100 mmg.%.

Les critères de fertilité générale des sols de la plaine devront donc être essentiellement basés sur leurs caractéristiques physiques. Si celles-ci ne présentent guère de compensation notable à la pauvreté chimique pour les sols très profondément lessivés en fer développés sur le grès feldspathique du Buem, nous avons pu voir dans l'exposé des différents types de sol qu'elles sont de loin bien meilleures pour tous ceux, peu profondément lessivés en fer, qu'ils soient développés sur la série de l'Atacora, ou bien sur la série du Buem. Nous avons noté en particulier leur plus grande profondeur, leur bien meilleur drainage, leur porosité, leur aération, suffisantes, toutes caractéristiques permettant aux plantes d'explorer un volume de sol présentant en définitive pour celles-ci la possibilité d'assimilation d'une plus grande quantité d'éléments minéraux.

L'étude des caractéristiques hydriques ne révèle guère de différences fondamentales, dans le bilan en eau utile entre sols peu profondément et profondément lessivés en fer, mais pour les premiers, le volume de terre explorable, beaucoup plus important permet de nous attendre également à leur voir assurer une meilleure alimentation en eau.

Nous devons évidemment émettre au sujet de la fertilité générale des sols cuirassés, les plus expresses réserves. Toutefois, à condition d'un ressuyage rapide après chaque averse, les plus profonds d'entre eux (profondeur d'apparition de la cuirasse, supérieure à 70 - 80 cm), mériteraient certainement quelque attention dans l'optique d'un développement intensif localisé (en fonction d'autres facteurs) à certaines zones sur lesquelles leur pourcentage est notable.

C'est donc en définitive sur les sols peu profondément lessivés en fer, caractère que nous avons pu voir accompagné des meilleures propriétés physiques, que devrait se porter le principal effort de mise en valeur de cette plaine: le coton, diverses plantes vivrières comme le maïs et le manioc seraient autant de productions (assez exigeantes par ailleurs), susceptibles d'y être menées avec succès.

Quelques possibilités, au contact des bas-fonds à l'emplacement de galeries forestières où d'îlots forestiers relict, pourraient être également offertes au développement de la culture du palmier à huile mais nous attirons l'attention, à ce propos, sur la nécessité de prévoir des aménagements de haies arborées destinées à maintenir un microclimat suffisamment humide et peu sensible à l'harmattan. Toujours sur cette zone, des cultures fruitières, les citrus en particulier, pourraient être envisagées, quoique les débouchés existants soient assez restreints. Enfin, les sols les plus

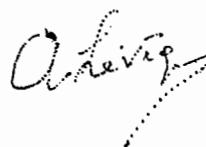
sableux, les plus lessivés en argile, comme ceux développés sur les colluvions recouvrant les cuirasses, devront être réservés à l'arachide, avec toutefois une jachère assez prolongée pour permettre une reconstitution suffisante du stock d'éléments minéraux destinés à être remontés en surface par la végétation naturelle.

Tous les sols beiges, profondément lessivés en fer, ne pourront supporter, le plus souvent, que des cultures de plantes vivrières traditionnelles telles que l'igname, selon des façons culturales permettant le meilleur ressuyage possible du terrain: en ce sens le façonnage de buttes est, ici, encore le meilleur procédé, tout en prenant garde cependant qu'une jachère exempte de feu de brousse, permette le recouvrement rapide du sol après la récolte, ces buttes présentant une sensibilité accrue aux phénomènes de lessivage lors des premières averses. Le riz pluvial serait certainement la culture la mieux adaptée à ces sols. Quelques cultures de coton, de manioc et d'arachides pourraient être envisagées sur les situations topographiques les mieux drainantes: parties supérieures des pentes les plus accusées, tout en réservant les plus grands soins aux pratiques anti-érosives: billons selon les courbes de niveau, haies herbacées ou arbustives alignées selon ces dernières également, couverture permanente du sol, interdiction des feux de brousse...etc. Ce sont d'ailleurs là, des pratiques obligatoires pour tous les sols de la plaine, mais plus particulièrement pour ces sols très profondément lessivés en fer.

Enfin, toujours pour ces sols profondément lessivés en fer, et ce dans le cadre d'une agriculture plus élaborée, l'établissement de ranchs serait certainement une des méthodes de tirer meilleur parti des grandes surfaces n'autorisant aucune culture ou que de productions végétales cultivées médiocres. Une amélioration des paturages naturels, dans le sens de l'intensification pourrait être axée sur la pratique du gyrobroyage qui élimine progressivement les plus mauvaises plantes herbacées, mais ceci nécessiterait évidemment la mise au point de structures paysannes toutes nouvelles.

En résumé, le potentiel agricole de cette plaine est relativement élevé permettant d'autre part une assez grande diversification des productions.

LOME, le 11 juin 1965



A. LEVEQUE

CARTE PEDOLOGIQUE de la PLAINE du MÔ-FAZAO au 1/200.000

LEGENDE

CLASSES des SOLS MINÉRAUX BRUTS et des SOLS peu ÉVOLUÉS

- 1  Association de sols minéraux bruts d'érosion, de sols peu évolués d'érosion et d'apport colluvial (sur quartzites)
- 2  Sols peu évolués d'origine non climatique, d'apport, sur alluvions fluviales sableuses
- 3  Sols peu évolués d'origine non climatique, d'apport, sur colluvions recouvrant une cuirasse

CLASSE des SOLS à SESQUIOXYDES

-SOUS-CLASSE des SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX

1°/SOLS LESSIVÉS en FER SUR UNE FAIBLE PROFONDEUR

- 4  : plus ou moins lessivés en argile non ou peu concrétionnés
- 5  plus ou moins lessivés en argile - à concrétions et taches - famille sur colluvions à accumulation de quartz grossier
- 6  plus ou moins lessivés en argile - à concrétions et taches - famille sur schistes (et grès feldspathique du BUEM)
- 7  plus ou moins lessivés en argile - à concrétions et cuirasse ou carapace
- 8  Association de sols squelettiques sur cuirasse et de sols à concrétions érodés
- 9  Association des unités 5 et 6 avec intensification du lessivage en argile pour les 2 unités de l'intensification de l'accumulation de quartz grossier ainsi qu'apparition fréquente de pseudo gley pour l'unité 4. GHANA
- 10  Association des unités 5 et 11

2°/SOLS LESSIVÉS EN FER SUR UNE GRANDE PROFONDEUR (sur grès du BUEM)

- 11  lessivés en argile - à concrétions et taches
- 12  lessivés en argile - à concrétions et cuirasse ou carapace
- 13  à pseudo-gley de profondeur
- 14  peu profonds - lessivés et concrétionnés, à pseudo-gley de faible profondeur - sur argile d'altération ou roche-mère avant 1m. de profondeur

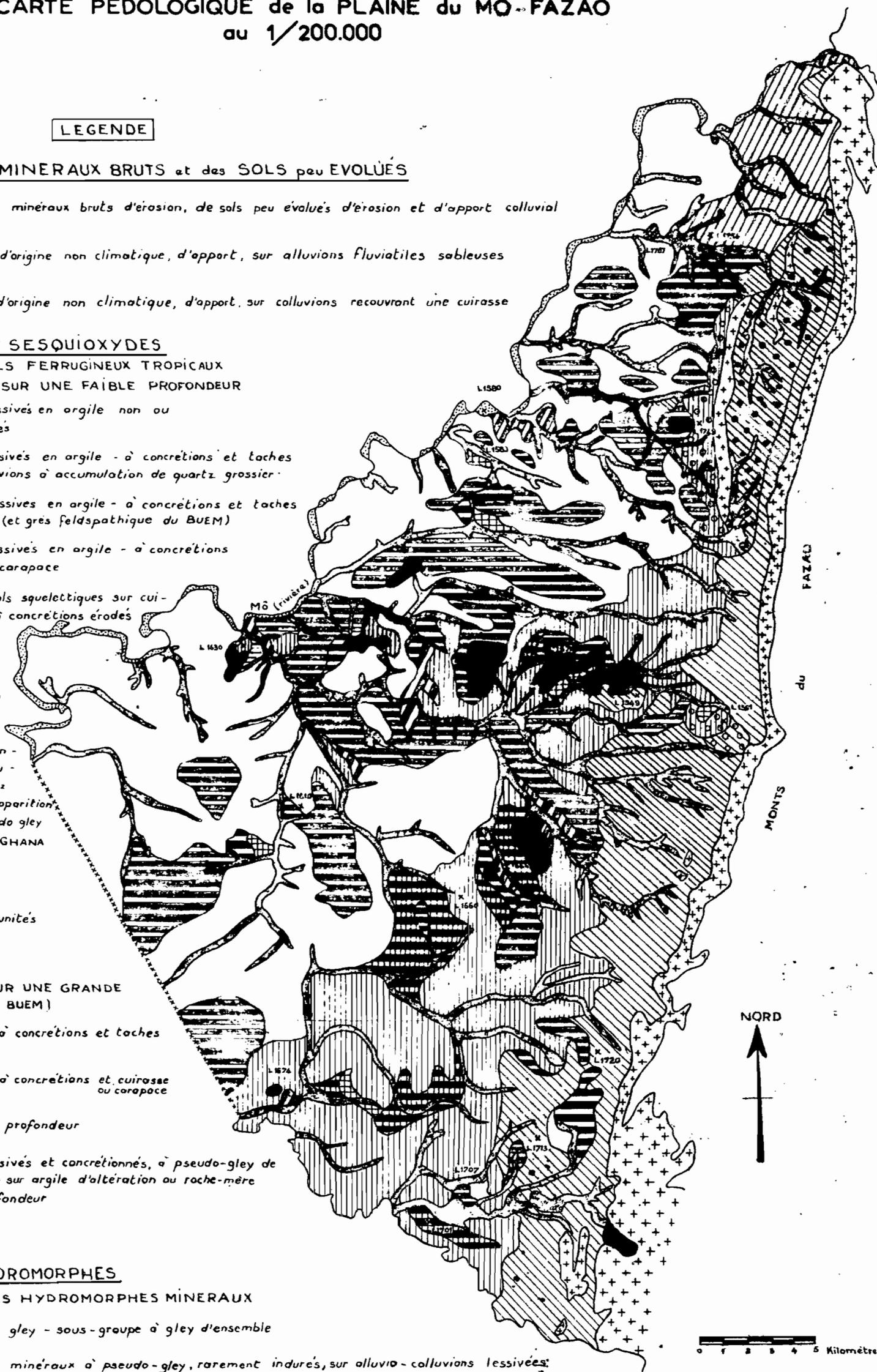
CLASSE des SOLS HYDROMORPHES

-SOUS-CLASSE des SOLS HYDROMORPHES MINÉRAUX

- 15  Groupe des sols à gley - sous-groupe à gley d'ensemble
- 16  Sols hydromorphes minéraux à pseudo-gley, rarement indurés, sur alluvio-colluvions lessivées fortement sur moins de 1mètre, ou reposant sur argile d'altération à moins de 1mètre

x 1/1000 : Profil analysé.

dressée par A. LÉVÉQUE - pédologue - CENTRE ORSTOM de LOMÉ (Mai 1965)



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

Direction générale :
24, rue Bayard, PARIS-8^e

Service Central de Documentation :
70-74, route d'Aulnay, BONDY (Seine)

Centre O. R. S. T. O. M. de Lomé :
B. P. 375 LOME (Togo)
