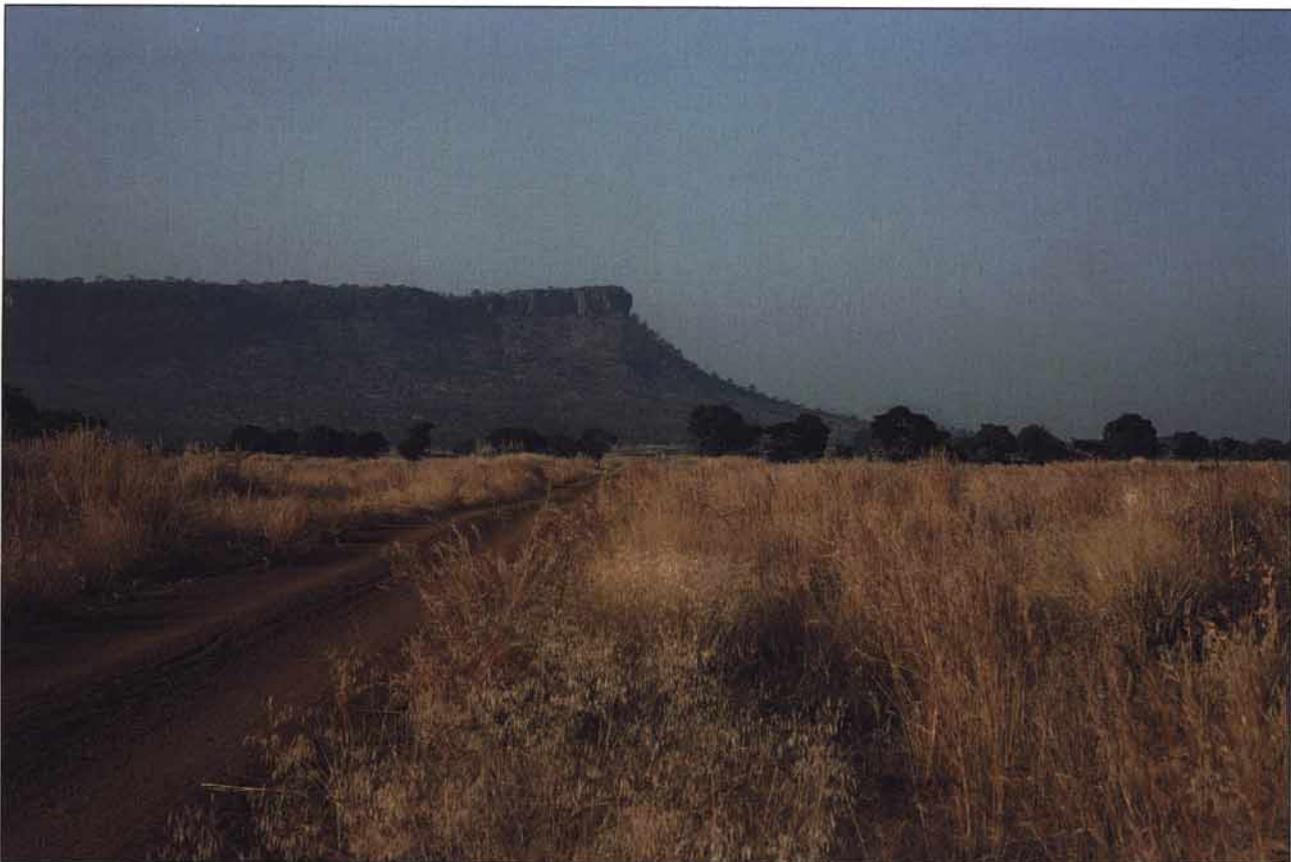


Étude morphopédologique du nord du Togo

à 1/500 000

Roland POSS



Étude morphopédologique du nord du Togo à 1/500 000

Roland POSS
Pédologue Orstom

Éditions de l'Orstom
INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION

Collection notice explicative n°109
Paris 1996

Fabrication - coordination : Elisabeth LORNE

Maquette de couverture : Michèle SAINT-LÉGER

Photo de couverture : Roland POSS. Plaine de la Fosse aux Lions en contrebas des grès de Bombouaka.

La loi du 1^{er} juillet 1992 (code de la propriété intellectuelle, première partie) n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article L. 122-5, d'une part, que les " copies ou reproductions strictement réservées à l'usage du copiste et non destinées à une utilisation collective " et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans le but d'exemple et d'illustration, " toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite " (alinéa 1^{er} de l'article L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon passible des peines prévues au titre III de la loi précitée.

© Orstom éditions, 1996

ISBN : 2-7099-1178-7

INTRODUCTION

Cette étude morpho-pédologique du nord du Togo comble un vide dans le vaste travail de cartographie pédologique à moyenne échelle réalisé par l'Orstom depuis 1960. La zone étudiée couvre la partie du territoire togolais située au nord du 10^e parallèle et à l'ouest des reliefs atacoriciens (fig. 1). Elle est limitée à l'ouest par le Ghana, au nord par le Burkina-Faso et à l'est par le Bénin. Elle rejoint au sud la carte à 1/100 000 de Bassar (LE COCQ, 1986), à l'est les cartes de la région de la Kara à 1/50 000 (FAURE, 1985) et de Natitingou à 1/200 000 (FAURE, 1977), et au nord la carte du sud du Burkina Faso à 1/500 000 (BOULET et LEPRUN, 1969).

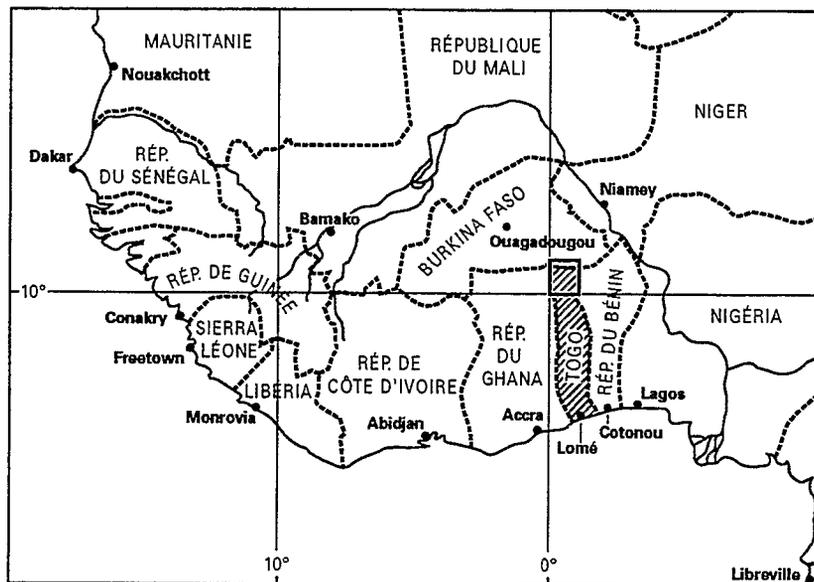


FIGURE 1
Carte de situation

Le travail de cartographie pédologique s'est appuyé sur la carte de synthèse du Togo à 1/1 000 000 (LAMOUREUX, 1969) et sur des travaux à plus grande échelle couvrant des secteurs limités de la zone étudiée :

- carte à 1/50 000 d'une partie de la plaine de l'Oti (MILLETTE et VIEILLEFON, 1965) ;
- cartes à 1/50 000 de bassins versants situés sur le socle éburnéen (LE COCQ, 1970 ; OUEDRAOGO, 1976) ;

- carte à 1/50 000 de la région de Gando-Namoni (MOUTSINGA, 1983);
- cartes de reconnaissance (LAMOUREUX, 1958, 1959 et 1961 ; LE COCQ, 1968 ; LEMOINE et FAYE, 1969 ; LEMOINE *et al.*, 1968 ; JANEAU, 1986).

Le fond cartographique utilisé est constitué des cartes topographiques IGN à 1/200 000 de Sansanné-Mango (référence NC 31 XIII), Tenkodogo (référence NC 30 XXIV), Pama (référence NC 31 XIX) et Natitingou (référence NC 31 XIV). Le travail de terrain et le tracé des limites ont été réalisés à l'aide des photographies de l'IGN à 1/30 000 de 1976-1977 (mission TOG 31/300).

Le travail de terrain a été réalisé avec l'aide d'Albert FORGET. Les analyses de laboratoire ont été effectuées par le laboratoire de l'Orstom de Lomé sous la direction de Jean LARVY-DELARIVIERE.

CHAPITRE 1

LE MILIEU NATUREL

Le cadre géologique

Le cadre général de l'organisation géologique du nord du Togo et du Bénin a été défini par AICARD (1953). AFFATON (1975) puis SIMPARA (1978) en ont donné ensuite une interprétation d'ensemble. Ces travaux ont été complétés, en ce qui concerne les formations sédimentaires du voltaïen au Togo, par les études de DROUET (1986; 1987; 1989; 1990) et de DROUET *et al.* (1984; 1988). Seuls seront développés ici les aspects de la géologie en relation avec l'organisation des paysages morpho-pédologiques.

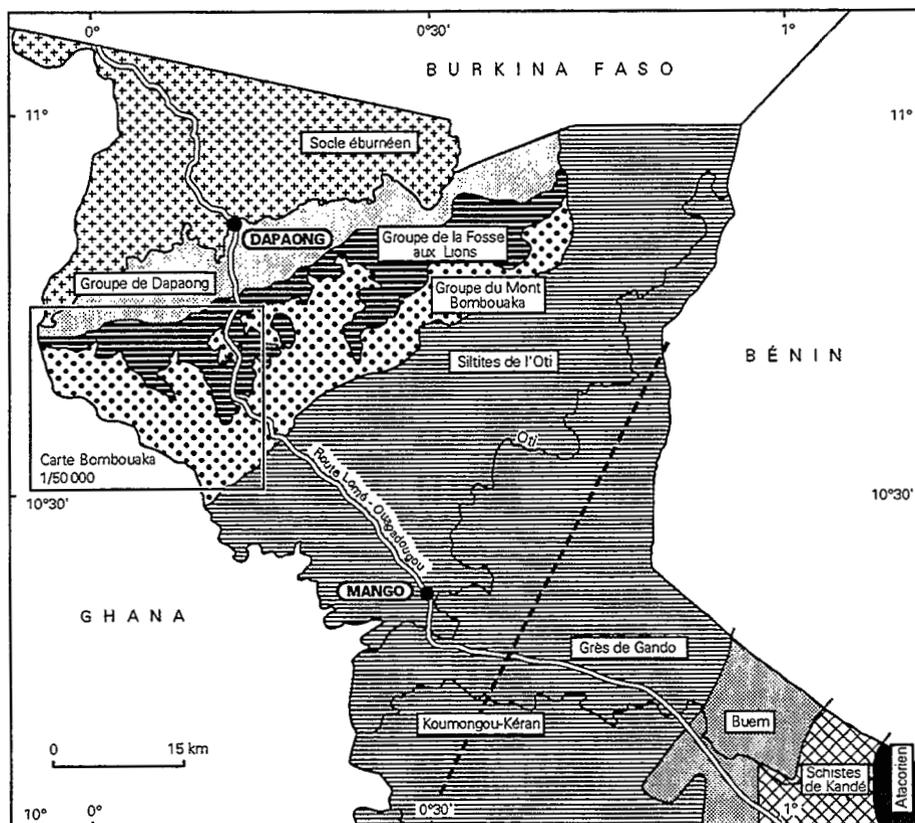


FIGURE 2
Esquisse géologique du nord du Togo (d'après DROUET *et al.*, 1988)

LE SOCLE ÉBURNÉEN

Le socle éburnéen (aussi appelé socle birrimien) est situé à l'affleurement dans le nord-ouest de la région (fig. 2). Il s'agit d'un socle très ancien qui s'étend sur une grande partie de l'Afrique occidentale jusqu'en Guinée (dorsale de Léo) dont seule la bordure est située en territoire togolais. Ce socle est principalement constitué de roches leucocrates ou mésocrates de type granite ou gneiss très hétérogènes même à une échelle métrique. Il comprend également des roches mélanocrates (amphibolites, amphibolo-pyroxénites) qui affleurent sous forme d'auréoles ou de bandes de quelques hectares. Ces roches représentent environ 25 % de l'ensemble des roches du socle dans le nord Togo.

LE BASSIN SÉDIMENTAIRE DE L'OTI (OU BASSIN DE LA PENDJARI OU VOLTAÏEN SELON LES AUTEURS)

Le bassin sédimentaire de l'Oti couvre la plus grande partie de la zone étudiée (de Dapaong à la région de Naboulgou). Il est composé de deux groupes de formations, séparés par une discordance de ravinement glaciaire.

Le groupe de Dapaong et du Mont Bombouaka

Ce groupe est divisé en trois formations qui ont déterminé la morphologie des paysages morpho-pédologiques dans cette zone. **La formation de Dapaong** débute les formations sédimentaires par un ensemble qui comprend surtout des grès quartzites massifs résistant à l'altération et à l'érosion reposant en discordance sur le socle (fig. 3). La formation de la Fosse aux Lions est un ensemble de roches tendres principalement composé d'argilites et de siltites qui repose sur la précédente. Cette formation comporte également une couche de quelques dizaines de mètres de grès dur (sur laquelle est construit le village de Bombouaka) qui apparaît nettement dans le paysage car elle bloque l'érosion régressive. Le groupe de Dapaong et du Mont Bombouaka s'achève par un nouvel ensemble de roches massives (grès quartzite et grès feldspathique) de plusieurs centaines de mètres d'épaisseur, la formation du Mont Bombouaka. Cette formation détermine les plus hauts reliefs de tout le nord du Togo et du nord du Ghana.

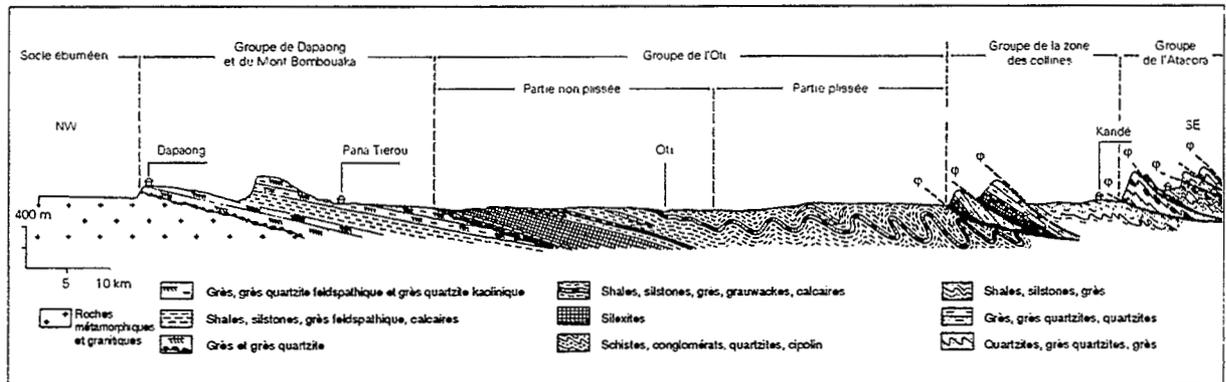


FIGURE 3
Coupe géologique synthétique du nord du Togo
(d'après AFFATON, 1975)

Le groupe de l'Oti (ou groupe de la Pendjari au Bénin, ou série de l'Oti)

Ce groupe repose en discordance sur le précédent. La discordance correspond à un ravinement important : le groupe de Dapaong et du Mont Bombouaka a été entièrement érodé à certains endroits (nord-est de Koundjoaré pour la partie togolaise), mettant au contact le socle et la formation de l'Oti.

Il débute par une formation caractéristique comprenant des silixites qui constituent un niveau-repère dans le paysage par les affleurements rocheux qu'elles déterminent (Barkoissi, sud de Borgou).

Il se poursuit par une formation très épaisse (2 500 à 4 000 mètres) de couleur verdâtre dans laquelle les argillites et les siltites sont majoritaires. Cette formation comprend également quelques niveaux gréseux sur lesquels bute l'érosion régressive.

Le groupe est monoclinal à l'ouest, avec un pendage des roches très faible et une faible fracturation. Le groupe de l'Oti correspond donc à une région dans laquelle l'eau ne peut pas pénétrer en profondeur : les sols sont fréquemment engorgés et les ressources en eau profondes inexistantes.

Un plissement apparaît progressivement vers l'est, à partir d'une ligne sud-sud-est nord-nord-est passant vers le village de Mogou, en même temps que la roche devient plus gréseuse (grès de Gando). Ce plissement est un contrecoup de la surrection de la chaîne dahomeyenne (Atacora). Le drainage interne des sols s'améliore et des nappes profondes apparaissent.

Le groupe de la zone des collines (ou collines du Buem et schistes de Kandé, ou unité structurale de Bassar)

Il s'agit d'une unité complexe composée d'écaillés formées lors de la surrection de la chaîne dahomeyenne. Ces écaillés chevauchent le groupe de l'Oti et forment une série de petites collines orientées parallèlement à l'Atacora.

Sur sa partie occidentale (**formations du Buem**), les roches qui composent ce groupe sont complexes. Le sommet des collines est souvent composé de roches silico-ferrugineuses (jaspes ou hématite) ou de grès quartzite ferrifère, en raison de leur résistance à l'érosion et à l'altération, mais les versants comprennent une juxtaposition de grès, d'argillites et de siltites. La limite entre le groupe des collines et le groupe de l'Oti est nette sur le terrain car le groupe des collines est parcouru de petits filons de quartz dont les éléments se retrouvent dans les sols, alors que le groupe de l'Oti est dépourvu de tout élément grossier.

La partie orientale de la zone des collines est composée de schistes (**schistes de Kandé**), localement associés à des serpentinites. Ces schistes ont un pendage subvertical, qui a favorisé une altération profonde, et ils sont parcourus par de nombreux petits filons de quartz.

La zone des collines est limitée brutalement à l'est par les puissantes barres de grès quartzite de l'Atacorien qui la chevauchent.

Le cadre géomorphologique

Les grands traits de l'évolution géomorphologique du nord du Togo ont été définis par POSS et ROSSI (1987). La géomorphologie joue un rôle particulièrement important sur la répartition et l'organisation des sols de la région. LE COCQ (1986) conclue sa monographie des sols de la région de Bassar sur «l'effet prépondérant des morphogénèses [...] dans la différenciation des types de sols». Seuls seront mentionnés ici les aspects de la géomorphologie en relation avec les sols.

LA SURFACE D'APLANISSEMENT DU MIOCÈNE

Les plus anciens témoins régionaux de l'évolution du relief sont constitués par des lambeaux d'une paléo-topographie aplanie qui recoupe, autour de 500 m, les grès du Mont Bombouaka. Ces replats sont conservés sur des grès feldspathiques très durs, parfois recristallisés en grès-quartzites. Ils sont parfois recouverts par les restes d'une formation cuirassée détritique composée de kaolinite, de goëthite et d'hématite, et de traces de gibbsite. Ces lambeaux aplanis et cuirassés correspondent à la surface de l'Atacora qui, à la même altitude, tranche l'ensemble des structures de l'arc atacorien au Togo et au Bénin. L'élaboration de cette surface d'aplanissement peut être datée du début du Miocène, sans qu'il soit possible de mieux préciser son âge en raison du caractère azoïque des dépôts corrélatifs.

LA SURFACE D'APLANISSEMENT FINI-TERTIAIRE

Cette surface a été profondément entaillée au cours du tertiaire (incision de l'ordre de 200 m) par suite d'une élévation de la bordure du continent africain en relation avec l'ouverture de l'océan Atlantique. Cette intense période d'érosion a abouti fin tertiaire à la réalisation d'une surface d'aplanissement très élaborée qui devait se présenter comme une succession de longs versants à pente faible (1 à 2 %) se terminant dans de larges vallées. L'érosion n'a épargné que les barres de quartzites de l'arc atacorien et les grès du Mont Bombouaka.

Lors de l'élaboration de cette surface d'aplanissement, des éléments grossiers ont été transportés sur de grandes distances. Des cailloux de quartz sur les grès de Dapaong témoignent qu'à cette époque le drainage était dirigé vers le sud (alors qu'il est est-ouest actuellement) et des petits graviers de quartz roulés apparaissant sur les sommets du bassin-versant de la Kéran-Koumongou démontrent des apports lointains, les roches-mères étant dépourvues de filons de quartz.

Cette topographie est scellée par une épaisse cuirasse, quelle que soit la formation géologique, qui repose sur des altérations ferrallitiques d'autant plus épaisses que la roche est plus altérable. Les profondeurs d'altération étaient particulièrement importantes sur les schistes à schistosité subverticale de la série de Kandé et sur les grès de Gando, alors qu'elles étaient faibles sur les argillites et siltites imperméables de la série de l'Oti.

LES REPRISES D'ÉROSION QUATERNAIRES

Les reprises d'érosion quaternaires, responsables d'une incision qui est généralement d'une vingtaine de mètres (maximum 60 m), ont inversé le relief en mettant en position dominante dans le paysage les niveaux cuirassés fini-tertiaires. Dans le nord du Togo, les altérites ferrallitiques situées à la base de la cuirasse fini-tertiaire ont été déblayées le plus souvent lors de l'élaboration des versants. C'est le cas sur les argillites, les siltites et, bien que plus partiellement, sur le socle. Les altérations ferrallitiques se sont mieux maintenues, en raison de leur profondeur, sur les grès de Gando, les formations du Buem et les schistes de Kandé.

La succession des faits morfo-climatiques du quaternaire n'apparaît guère dans la région. Il semble que les derniers épisodes aient fait disparaître les héritages plus anciens. Lorsque les reprises d'érosion quaternaires ont été peu importantes, les versants sont des longs glacis de pente faible (1 à 2 %). Lorsque les reprises d'érosion ont été plus marquées, des versants à pente plus courte et plus forte (2 à 4 %) ont été élaborés (grès de Dapaong et du Mont Bombouaka, grès de Gando, formations du Buem et schistes de Kandé).

L'évolution des formes de relief n'est pas uniquement le résultat de processus externes au sol. Les sols de cette région sont en effet soumis à un processus d'appauvrissement interne lié à la circulation de l'eau à l'intérieur du sol. De nombreux sols présentent en effet un horizon peu perméable à une profondeur comprise entre 50 cm et 1,5 m. Il se forme une nappe perchée circulant au contact de cet horizon au cours de la saison des pluies qui produit un intense appauvrissement interne des sols. Ce phénomène, décrit en détail par LE COCQ (1986), exporte tous les éléments fins et, dans le cas des argillites et des siltites, ne laisse sur place que les gravillons ferrugineux. L'ablation qui en résulte peut être évaluée, avec les charges mesurées dans les nappes, à 0,2 mm par an. Cet appauvrissement interne est à l'origine de dépressions fermées d'une centaine de mètres de diamètre assez fréquentes sur les versants. L'évolution des formes de relief de cette région est donc sous la double dépendance des phénomènes d'érosion externe et des phénomènes d'appauvrissement interne.

Au cours du quaternaire récent, deux phénomènes ont marqué le paysage : le dépôt d'alluvions anciennes à proximité de l'Oti et un colluvionnement à partir des grès du Mont Bombouaka.

Tout le long de l'Oti apparaissent des pastilles d'alluvions anciennes de 3 à 4 km de diamètre qui reposent par l'intermédiaire d'un mince niveau de quartz roulé sur les argillites et les siltites. Ces terrasses, qui ne dépassent que de quelques mètres le niveau de la plaine d'inondation, sont composées d'un matériau ferrallitique homogène provenant probablement du déblaiement des anciens sols ferrallitiques du socle éburnéen. Elles donnent naissance à un paysage morpho-pédologique particulier (MILLETTE et VIEILLEFON, 1965).

Les vallées des cours d'eau qui rejoignent l'Oti à partir du massif gréseux en traversant les argillites et les siltites sont recouvertes par un matériau sableux fin provenant des grès. Ce colluvionnement s'étend jusqu'à 14 km en aval de la limite géologique. Il s'agit là d'un des rares exemples où la réalité des transports latéraux sur de longues distances peut être prouvée.

LES REPRISES D'ÉROSION ACTUELLES

Les reprises d'érosion actuelles ne sont en général que de quelques mètres. Elles sont cependant d'une grande importance quantitative car les phénomènes qui leur sont liés affectent de grandes étendues, surtout sur le socle éburnéen et à proximité de l'Oti.

La plaine de l'Oti est une forme très élaborée dans laquelle les pentes sont extrêmement faibles. Le lit majeur s'étend parfois sur une dizaine de kilomètres, déterminant des plaines dans lesquelles une submersion subsiste pendant la saison des pluies. Il ne s'agit pas d'un débordement du fleuve, mais de l'accumulation des eaux de ruissellement des versants qui ne s'écoulent que lentement vers le fleuve. Ce mécanisme explique que les dépôts alluviaux sont rares.

LA MÉTHODOLOGIE

Les volumes pédologiques et leurs limites

Le découpage cartographique de la région est fondé sur la reconnaissance de paysages morpho-pédologiques caractérisés par une morphologie semblable et une organisation des sols sur les versants analogue. Contrairement à ce qui a été observé dans des zones plus humides, la nature de la roche joue un rôle primordial dans l'évolution des versants et la mise en place des sols dans le nord du Togo. En effet, c'est une région où les anciennes altérations ferrallitiques, qui gommement les différences lithologiques, ont été presque intégralement déblayées. C'est pourquoi les limites des paysages morpho-pédologiques sont pour la plupart en accord avec les limites géologiques.

Comme dans toute la zone intertropicale, les sols présentent une organisation toposéquentielle marquée. À la suite des travaux de terrain, des unités morpho-pédologiques ont été définies en fonction de caractères géomorphologiques (position dans le paysage, pente...) et de caractères pédologiques généraux. Dans une unité morpho-pédologique donnée, les sols peuvent cependant varier considérablement : selon leur position sur le versant ou des caractères locaux comme la présence d'affleurements de roche, des segments pédologiques peuvent souvent être distingués. Ce découpage en unités morpho-pédologiques et en segments pédologiques a constitué la base pour définir les unités cartographiques (UC). Une unité cartographique correspond à la plus petite unité identifiable sur les photographies aériennes à 1/30 000. Elle correspond donc, selon les cas, à une unité morpho-pédologique ou à un segment pédologique. Les unités cartographiques ont été représentées sur les schémas des toposéquences types de chaque paysage, et elles constituent la clé qui permet de passer de 1/200 000 à une échelle plus grande.

Le contenu-sol des segments pédologiques n'est pas constant, car les sols sont souvent affectés d'un gradient toposéquentiel et d'une forte variabilité spatiale, en particulier des horizons de surface. C'est pourquoi la description des sols a été effectuée à l'aide de données statistiques plutôt que par référence à un orthotype.

Au niveau cartographique, seul le paysage a été représenté. La description qui en est donnée doit permettre de reconnaître, sur le terrain comme sur les photographies aériennes, les différentes unités morpho-pédologiques qui le composent.

Le contenu pédologique

LA MÉTHODE DE TRAITEMENT DE L'INFORMATION

Le contenu pédologique des paysages est exprimé à différents niveaux de synthèse, qui correspondent à des stades successifs de condensation de l'information.

L'information a été acquise sur le terrain par l'observation de fosses de 2 mètres de profondeur réparties en toposéquences le long des versants (103 toposéquences de 6 fosses en moyenne). Leur description a été réalisée à l'aide de fiches normalisées identiques à celles qui ont été utilisées pour la cartographie du nord de la Côte d'Ivoire.

La définition des différents types de sols a été effectuée en regroupant les profils présentant le même type d'organisation (succession des horizons et caractères morphologiques). Afin d'assurer l'homogénéité avec les travaux antérieurs, chaque type de sol a fait l'objet d'un classement dans le système français (CPCS, 1967). Plusieurs profils représentatifs de chaque type de sol ont ensuite été prélevés pour effectuer des analyses de laboratoire (413 échantillons analysés).

Le traitement de l'information pédologique a été effectuée par type de sol dans un premier temps, en regroupant tous les profils observés dans un type de sol donné. Ce traitement a été effectué à partir d'une base de données contenant tous les profils observés et les résultats analytiques.

Pour pouvoir effectuer un traitement statistique sur des caractères pédologiques de profils différents, il est nécessaire de définir des horizons analogues. Quel que soit le nombre d'horizons observés sur le terrain, la description des profils a été synthétisée par au plus six horizons ou groupes d'horizons :

- un horizon A0, horizon de surface sans éléments grossiers d'origine biologique, qui disparaît dès la mise en culture (cet horizon n'apparaît que dans les sols de la plaine de l'Oti) ;
- un horizon A1, horizon organique de surface ;
- un horizon A2, horizon organique situé sous l'horizon A1 ;
- un horizon B, horizon pédoturbé qui présente le plus fort taux d'éléments grossiers ou le taux d'argile le plus élevé ;
- un horizon C, horizon d'argile d'altération ;
- les horizons situés à la base du profil.

Cette nomenclature se rapproche de la nomenclature traditionnelle, sauf en ce qui concerne les horizons A0, appelés habituellement A11, et les horizons A2, qui correspondent à des horizons A3 ou AB de la nomenclature traditionnelle et ne font pas référence ici à des phénomènes d'éluviation. Dans les sols du nord Togo existent des phénomènes spectaculaires d'éluviation, mais ils se développent au sein des horizons B. Tous les profils présentent un horizon A1, mais selon le type de sol les horizons A2 ou B peuvent être absents.

Le détail des sols est exprimé par unité cartographique, en donnant une description de chaque type de sol constitutif sous forme d'un tableau de caractères morphologiques et d'un tableau de résultats d'analyses.

Les caractères généraux des sols de chaque segment pédologique ont été ensuite définis en fonction des types de sol observés. C'est cette condensation de l'information qui a permis d'élaborer les données au niveau des paysages. Un tableau par paysage permet une vision synthétique de l'organisation du paysage et de son contenu-sol.

LES DONNÉES DESCRIPTIVES

La profondeur de la base de l'horizon (Prof. base)

Il s'agit de la profondeur moyenne, minimale et maximale de la base de l'horizon par rapport à la surface du sol, calculées à partir des observations de terrain.

La couleur

La couleur a été déterminée à l'état humide pour chaque horizon à l'aide du code Munsell sur des échantillons non perturbés. Les valeurs données sont les fourchettes des couleurs les plus fréquemment observées dans le type de sol considéré. L'expression des couleurs en français est la traduction littérale des termes anglais.

Le taux d'argile

Les taux d'argile des tableaux de description morphologique de chaque type de sol sont les taux estimés sur le terrain (toujours le même observateur). Ce taux diffère souvent du taux d'argile qui figure dans le tableau analytique. Les résultats analytiques ne sont en effet que la moyenne de quelques échantillons, alors que le taux d'argile des tableaux de description morphologique a été déterminé à partir d'une évaluation sur tous les profils observés. D'autre part si l'évaluation de terrain est correcte lorsque le taux de limons est faible (bonne correspondance des moyennes dans le tableau de description morphologique et dans le tableau analytique pour les types de sols où les déterminations analytiques ont été nombreuses), le taux d'argile a été surestimé (de 8 à 15 %) dans les sols limoneux.

Le taux d'éléments grossiers

Tous les éléments dont la taille dépasse 2 mm ont été considérés comme éléments grossiers. Les taux qui figurent dans le tableau de description morphologique (moyenne, minimum et maximum) sont des taux volumiques estimés visuellement sur le terrain. Le volume des éléments grossiers est exprimé par rapport au volume de l'ensemble de l'horizon : du fait de la porosité d'assemblage des éléments grossiers, un horizon sans terre fine a une teneur volumique en éléments grossiers qui dépasse rarement 80 %. Dans le tableau analytique, les teneurs en éléments grossiers sont exprimées en pourcentage de poids. Du fait de la densité des éléments grossiers, plus élevée que celle de la terre fine, les teneurs pondérales sont plus élevées que les teneurs volumiques. Il existe donc une différence systématique entre teneur volumique et teneur pondérale qui s'accroît avec les teneurs.

La structure

Les structures ont été décrites selon la terminologie du glossaire de pédologie (Glossaire, 1969) :

- massive : correspond à un assemblage continu et cohérent sans faces de dissociation marquées, la fragmentation ne pouvant être obtenue qu'artificiellement ;
- grumeleuse (grumel) : les agrégats présentent un ensemble complexe de faces courbes dominantes et de faces planes à surface irrégulière mamelonnée sans orientation préférentielle ;
- polyédrique (polyédri) : chaque agrégat présente des faces nombreuses et planes ; leurs arêtes sont anguleuses ; il n'y a généralement pas d'orientation préférentielle ;
- polyédrique subanguleuse (poly sub) : structure polyédrique à arêtes émoussées ;
- prismatique (prismati) : les faces sont planes ; les arêtes sont anguleuses ; l'orientation préférentielle est verticale ;
- particulaire (par) : résulte de l'absence totale de cohésion entre les particules élémentaires constituant le matériau, les éléments du squelette n'étant pas associés entre eux ;
- lamellaire : les faces sont planes ; les arêtes sont anguleuses ; il existe une orientation préférentielle selon un plan horizontal.

La plupart des sols non hydromorphes de la région étant des sols ferrugineux tropicaux, la structure massive est la plus fréquente. Elle présente fréquemment une tendance particulaire dans le cas des textures sableuses, et une tendance lamellaire (croûte de décantation) lorsque le sol est cultivé en

billons. Lorsqu'il existe ainsi des tendances ou des juxtapositions de structures différentes au sein d'un horizon, la structure principale ou dominante a été prise comme structure de l'horizon et les autres considérées comme sous-structure.

Le tableau des résultats morphologiques donne la fréquence de chaque type de structure, exprimée par rapport à l'ensemble des profils observés pour le type de sol considéré.

La porosité

Il s'agit d'une appréciation synthétique globale de la porosité. Quatre classes de porosité ont été distinguées :

- très très poreux (TTP) : sols dans lesquels les éléments grossiers au contact déterminent une porosité d'assemblage très grossière très faiblement occupée par de la terre fine ;
- très poreux (TP) : sols dans lesquels une importante macroporosité est visible ;
- poreux (P) : sols dans lesquels les pores sont nombreux, mais qui ne présentent pas une macroporosité large ;
- peu poreux (PP) : sols compacts dans lesquels les pores visibles sont rares et la circulation de l'eau fortement ralentie.

Dans le tableau des résultats morphologiques, la fréquence de chaque classe de porosité est indiquée.

La cohésion

La cohésion a été estimée sur motte à l'état sec ou frais. Quatre classes ont été distinguées :

- très meuble (TM) : le sol se réduit en éléments structuraux ou en grains élémentaires sous une légère pression ;
- meuble (M) : le sol se brise entre le pouce et l'index ;
- peu meuble (PM) : le sol se brise dans la main, mais l'horizon est difficile à attaquer au piochon ;
- assez cohérent (AC) : le sol se brise difficilement dans la main, et l'horizon est difficile à creuser à la pioche (carapace).

L'interprétation de la cohésion d'un sol est délicate, car elle varie considérablement selon l'état d'humectation. En général, le sol est plus meuble à l'état humide. C'est pourquoi, lorsque les horizons de surface ne sont pas meubles, il est précisé s'ils deviennent meubles après humectation.

Dans le tableau des résultats morphologiques, la fréquence de chaque classe de cohésion est indiquée.

La classe de drainage

La classe de drainage est destinée à estimer le drainage interne du sol. Comme les observations ont été réalisées en saison sèche, le drainage interne du sol a été estimé par la couleur du sol, la présence de couleurs pâles ou de taches étant interprétée comme un signe d'engorgement temporaire. Les classes suivantes ont été distinguées :

- classe 1 : horizon de couleur vive (généralement rouge) uniforme ;
- classe 2 : horizon de couleur terne, sans tache ;
- classe 3 : horizon présentant des taches diffuses peu abondantes ;
- classe 4 : horizon présentant des taches nettes ou des ségrégations de couleurs différentes ;
- classe 5 : horizon présentant de nombreuses taches ou de fortes ségrégations ;
- classe 6 : horizon présentant des couleurs grisâtres ou bleuâtres.

Il ne s'agit que d'une estimation de terrain du drainage interne du sol. L'observation de l'état d'engorgement a été réalisé sur un certain nombre de profils au cours de deux saisons des pluies. Les classes

1 et 2 correspondent à des horizons qui ne sont jamais engorgés et les classes 5 et 6 à des sols dans lesquels l'engorgement dure pendant une bonne partie de la saison des pluies. En revanche le régime hydrique réel des sols ne correspond pas toujours à la coloration observée pour les classes 3 et 4, car selon la nature du matériau, sa teneur en fer et probablement les paléo-climats, les taches apparaissent plus ou moins. En particulier le matériau sablo-argileux issu des grès de Dapaong et du Mont Bombouaka semble comporter souvent des taches sans rapport avec le régime hydrique actuel.

Dans le tableau des résultats morphologiques, la moyenne et les extrêmes des classes de drainage observées est indiquée.

La pente

La pente indiquée est la pente de la surface du sol à une échelle de quelques dizaines de mètres, relevée au clysimètre.

La profondeur accessible aux racines

La profondeur accessible aux racines est une appréciation de terrain de la profondeur que des racines de plantes comme le mil, le sorgho ou le maïs pourraient atteindre. Cette appréciation tient compte des obstacles à la pénétration, du taux d'éléments grossiers, de la texture, de la cohésion, de l'enracinement observé sur le profil et de la classe de drainage. Dans le cas de sols hydromorphes, la plante de référence est le riz. Les profondeurs que des racines de cultures arborées pourraient atteindre sont parfois plus grandes. Dans les cas où ces cultures pourraient se justifier, ces profondeurs sont indiquées.

L'épaisseur des horizons avec moins de 30 % d'éléments grossiers

Cette observation est fournie pour estimer la profondeur à partir de laquelle le système racinaire des plantes peut rencontrer des difficultés en raison du taux d'éléments grossiers. Il s'agit de la moyenne de tous les profils qui présentent un horizon dans lequel le taux d'éléments grossiers dépasse 30 %.

L'épaisseur des horizons avec plus de 30 % d'éléments grossiers

Cette donnée (moyenne de tous les profils) permet de connaître d'une part l'épaisseur du niveau gravillonnaire, et d'autre part (par addition avec l'épaisseur avec moins de 30 % d'éléments grossiers) la profondeur de la base des niveaux gravillonnaires, qui correspond le plus souvent au début des niveaux altéritiques.

Cette épaisseur n'a pas été notée lorsque la base du profil était une carapace ou une cuirasse, car ces niveaux sont le plus souvent en continuité avec les niveaux gravillonnaires, dont ils ne sont qu'une forme indurée.

LES DONNÉES ANALYTIQUES

Pour chaque donnée analytique, la moyenne, le minimum et le maximum des valeurs ont été déterminés par type de sol lorsque le nombre d'échantillons était au moins égal à trois. Lorsque les résultats ne portaient que sur deux échantillons, seuls le minimum et le maximum ont été indiqués. Dans le cas d'un seul échantillon, la valeur obtenue est fournie. Bien que le nombre de déterminations par type de sol soit limité en raison du coût des analyses, les valeurs obtenues permettent d'obtenir un ordre de grandeur fiable des propriétés chimiques des sols car les échantillons analysés ont été prélevés sur des profils proches des profils moyens.

Le taux de matière organique

Le taux de matière organique a été déterminé par la méthode de Walkley et Black : oxydation au bichromate de potassium et dosage de l'extrait de bichromate par le sulfate ferreux ammoniacal (sel de Mohr).

La teneur en azote

La teneur en azote est la teneur en azote total déterminée à l'aide de la méthode Kjeldahl (minéralisation de l'azote par voie humide par oxydation et dosage par acidimétrie).

Le taux d'éléments grossiers

Le taux d'éléments grossiers a été déterminé pondéralement après tamisage à 2 mm.

La texture

La texture a été déterminée par sédimentation (méthode de la pipette Robinson) après destruction de la matière organique à l'eau oxygénée et dispersion par agitation mécanique en présence d'hexamé-taphosphate.

Les bases échangeables

Les bases échangeables ont été déterminées après déplacement sur entonnoir par l'acétate d'ammonium. Le calcium et le magnésium ont été dosés par absorption atomique en milieu acide avec un tampon de 1 % de lanthane, le potassium et le sodium par émission de flamme.

La capacité d'échange

La capacité d'échange a été déterminée par saturation du complexe par le chlorure de calcium, puis déplacement des ions calcium par du nitrate de potassium et dosage du calcium par absorption atomique.

Les bases totales

Les bases totales ont été extraites par attaque à l'acide nitrique bouillant. Les dosages ont été effectués comme pour les bases échangeables.

Le phosphore total

Le phosphore a été déterminé par colorimétrie après attaque à l'acide nitrique bouillant.

Le pH eau

Le pH a été déterminé au pH-mètre sur une suspension de rapport sol/solution de 1/2,5.

LES PAYSAGES MORPHO-PÉDOLOGIQUES SUR LE SOCLE ÉBURNÉEN

Ces paysages s'étendent sur 1 276 km², soit 13,4 % de la région cartographiée. Le relief sur le socle éburnéen s'apparente à celui des surfaces d'aplanissement décrites et étudiées au Burkina Faso (BOULET, 1970) : longs glacis-versants (jusqu'à 3 km de longueur) entre 200 et 250 mètres d'altitude, en pentes faibles vers les axes de drainage faiblement incisés, dominés çà et là par des buttes tabulaires cuirassées.

Les témoins cuirassés correspondent à la surface d'aplanissement fini-tertiaire : tous les plateaux cuirassés ont une altitude voisine et leurs pentes sont toujours faibles. Ayant subi toutes les alternances climatiques du quaternaire, l'altération de la base des sols est toujours ferrallitique.

Cette ancienne surface a été entaillée par l'érosion au cours du quaternaire. Le résultat de cette longue évolution a été l'élaboration des glacis-versants à faibles pentes (0 à 3 %) et une disparition presque complète des altérations ferrallitiques sur les versants. Les sols sont caractérisés par la présence à moyenne profondeur d'une nappe détritique de composition complexe (débris de cuirasse, graviers de quartz, concrétions ferrugineuses) plus ou moins indurée reposant brutalement vers un mètre de profondeur sur la roche altérée partiellement argilifiée.

Plus récemment, les glacis-versants ont été entaillés par une reprise d'érosion de faible amplitude (quelques mètres) qui les a disséqués en lanières. Les niveaux gravillonnaires ont été déblayés et l'altérite a été rapprochée de la surface du sol. Aussi, à l'inverse des autres sols sur le socle, la nature de la roche mère détermine l'organisation des profils. Sur les roches leucocrates à mésocrates (granite et gneiss au sens large) la néosynthèse de minéraux argileux est très limitée et les sols sont des sols peu évolués. Sur les roches mélanocrates (amphibolites au sens large), l'altération a produit une quantité importante d'argiles gonflantes et la pédogenèse a été orientée vers les sols vertiques, voire de véritables vertisols. En raison de l'hétérogénéité spatiale importante des roches sur le socle, tous ces sols sont souvent juxtaposés à une échelle de quelques mètres.

Les différents paysages morphopédologiques sur le socle sont représentés sur la figure 4. À proximité de la ligne de partage des eaux entre le bassin des Voltas à l'ouest et le bassin de l'Oti à l'est, les glacis-versants sont dominés par les plateaux cuirassés de la surface fini-tertiaire et l'entaille d'érosion est faible (A). Cette organisation du versant, qui peut être considérée comme celle dont dérivent toutes les autres, disparaît rapidement dès que l'on s'éloigne de la ligne de partage des eaux.

Les différents paysages correspondent à une augmentation des phénomènes d'érosion à mesure que l'on se rapproche des axes de drainage principaux. Lorsque les témoins cuirassés ont été déblayés, les glacis-versants remontent jusqu'au sommet de l'interfluve (B). Ensuite la nappe détritique est déblayée du sommet (il apparaît des affleurements de roche et des sols peu profonds), les glacis-versants restent inchangés (C). Dans un dernier stade, à proximité des axes de drainage principaux, les glacis-versants ont été déblayés et l'altérite apparaît à faible profondeur sur tout l'interfluve (D).

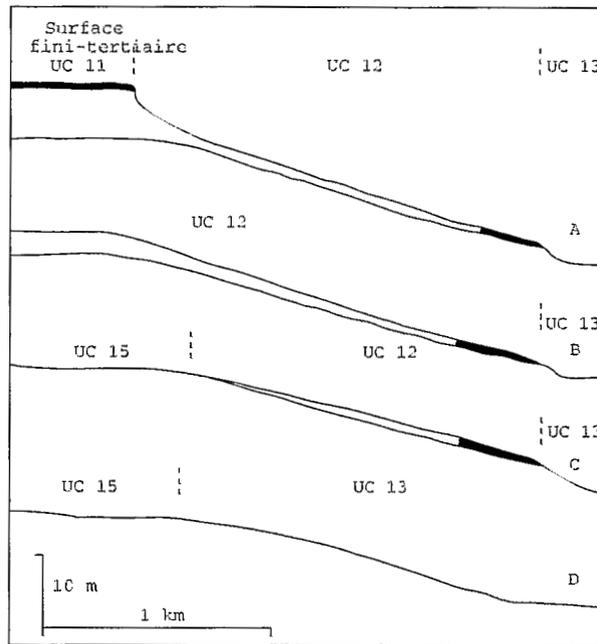


FIGURE 4

Les paysages morpho-pédologiques sur le socle éburnéen

L'évolution récente a été différente selon les grands bassins-versants. Sur celui des Voltas, la reprise d'érosion n'est pas très prononcée, probablement en raison de la stabilité du seuil rocheux situé dans les grès à la frontière du Ghana qui commande l'érosion régressive en amont. Sur celui de l'Oti, la reprise d'érosion est plus active (environ 10 mètres), probablement par suite d'un abaissement récent du seuil de Borgou.

Unité cartographique 11 **Plateaux cuirassés partiellement démantelés** **et versants de raccord**

Cette unité représente moins de 1 % sur le socle du nord du Togo. Elle correspond aux témoins cuirassés de la surface fini-tertiaire. Il s'agit de plateaux dont la surface est comprise entre quelques hectares et quelques centaines d'hectares. Les pentes faibles (0 à 1,5 %) des plateaux sont conformes au réseau de drainage actuel, démontrant que les grandes lignes du réseau hydrographique étaient déjà en place à la fin du tertiaire. Ces plateaux se raccordent aux glacis polygéniques (UC 12) ou aux entailles d'érosion (UC 13) situés en contrebas par des versants de raccord concaves de quelques dizaines de mètres dont les pentes sont comprises entre 10 et 30 %.

Elle est toujours en position dominante dans le paysage. Elle est surtout fréquente au nord de la ville de Dapaong sur la ligne de partage des eaux entre le bassin des Voltas à l'ouest de le bassin de l'Oti à l'est, en particulier à proximité de la frontière du Burkina-Faso.

COMPARTIMENTS VERTICAUX DES PAYSAGES MORPHO-PÉDOLOGIQUES SUR LE SOCLE ÉBURNÉEN

Unité morpho-pédologique	Segment pédologique	Extension (% sur le socle)	Modelé	Pente (%) moy. extrê		Caractères généraux des sols	Profondeur moyenne (cm)	Éléments grossiers (% volume)	Drainage interne des horizons A
Plateaux cuirassés et versants de raccord UC 11	Plateau	10 à 100 ha (< 1%)	Plan	0,3	0	Sols gravillonnaires rouges indurés à faible profondeur	23	65	Très rapide
	Versant	50 à 100 m (< 1%)	Concave	17	10	Sols ferrallitiques rajeunis	73	40	Très rapide
Glacis UC 12	-	100 à 1000 ha (40%)	Plan	1,2	0	Sols sableux en surface, gravillonnaires en profondeur (60% des cas)	37	62	Engorgement à la base
						Sols sableux en surface, indurés en profondeur (30% des cas)	47	28	Engorgement à la base
						Planosols sur roches mélanocrates (10% des cas)	31	35	Engorgement proche surface
Entailles d'érosion UC 13	Amont	100 à 300 m (40%)	Rectiligne à concave	2,4	2	Sols peu évolués sur roches leucocrates à mésocrates (75% des cas)	20	40	Engorgement à la base
	Aval	0 à 100 m (10%)	Concave à rectiligne	1,1	0	Sols peu évolués vertiques, sols bruns eutrophes, vertisols et planosols sur roches mélanocrates (25% des cas) Affleurements de roche (< 1%)	Variable (souvent 30 à 40)	Variable	Variable
				1,1	0	Sols sableux colluviaux généralement hydromorphes	47	< 5	Engorgement proche surface
Sommets d'interfluve à affleurements rocheux abondants (UC 15)	-	10 à 100 ha (10%)	Convexe à plan-convexe	0,5	0	Sols identiques à ceux de l'amont des entailles (UC 13) + quelques sols sableux gravillonnaires ou indurés en profondeur (idem UC 12)	Variable	Variable	Engorgement généralement proche de la surface

LES PLATEAUX CUIRASSÉS PARTIELLEMENT DÉMANTELÉS

Les sols des plateaux sont toujours constitués d'horizons gravillonnaires de profondeur variable (23 cm en moyenne, mais les affleurements de cuirasse sont fréquents) surmontant une cuirasse dans laquelle des résidus altéritiques sont fréquents (filons de quartz en place). Il n'existe pas sur ces plateaux de sols gravillonnaires profonds comme plus au sud dans la région sur les grès de Gando. La cuirasse surmonte des altérations ferrallitiques dont la profondeur peut atteindre plusieurs dizaines de mètres.

La surface du sol est généralement recouverte d'un pavage de gravillons ferrugineux avec de nombreux cailloux et blocs de cuirasse.

Type de sol : sol ferrugineux tropical induré faciès tronqué sur altération ferrallitique
(sol ferrugineux tropical lessivé ou appauvri, induré, à concrétions, non hydromorphe,
sur altération ferrallitique sur le socle éburnéen 43211)

5 profils décrits

	Type horiz.	Prof. base (cm)	Couleur	Taux argile (%)	Taux EG (%)	Structure (fréquence %)	Sous structure (idem)	Porosité (idem)	Cohésion (idem)	Classe drainage
Moyenne	A1	13	5 YR 3/2 à 3/3	16	60	Massive 50	Par 0	TTP 50	TM 25	1,5
Minimum		8	brun rougeâtre foncé	10	50	Grumel 50	Gru 25	TP 50	M 75	1
Maximum		20		20	70	Poly sub 0 Polyédri 0	Pol 0	P 0 PP 0	M0 AC 0	2
Moyenne	A2	28	5 YR 3/3 à 4/6	22	63	Massive 75	Par 0	TTP 50	TM 50	1,5
Minimum		23	brun rougeâtre foncé	12	60	Grumel 25	Gru 100	TP 50	M 50	1
Maximum		35	à rouge jaunâtre	27	70	Poly sub 0 Polyédri 0	Pol 0	P 0 PP 0	PM 0 AC 0	2
Moyenne	B	48	5 YR 4/6 à 5/6	32	65	Massive 100	Par 0	TTP 50	TM 50	1,5
Minimum		40	rouge jaunâtre	27	60	Grumel 0	Gru 100	TP 50	M 50	1
Maximum		55		37	70	Poly sub 0 Polyédri 0	Pol 0 PP 0	P 0 AC 0	PM 0	2

Pentes moyennes : 0.3 %

Profondeurs moyennes :

Accessible aux racines : 23 cm

Horizons avec moins de 30% EG : 0 cm

Cette description correspond au développement maximum du sol, mais l'horizon B est inexistant dans la moitié des cas. La profondeur d'apparition de la cuirasse est en effet très variable latéralement : en quelques mètres elle est soit à l'affleurement, soit à 55 cm de profondeur.

1 profil analysé

Type horiz.	Taux de mo (%)	Azote (%)	Taux EG (%)	Texture (%)					Complexe d'échange (mé.100g ⁻¹)					Bases totales mé.100g ⁻¹	P ₂ O ₅ total %	pH eau	
				A	LF	LG	SF	SG	Ca	Mg	K	Na	T				S/T (%)
A1	2,4	1,1	73	10	8	13	22	43	6,2	2,3	0,18	0,1	7,2	88	26	1,95	6,4
A2	1,0	0,5	78	9	5	8	32	46	0,2	0,3	0,07	0,1	5,3	12	18	1,44	5,5
B	0,7	0,4	75	17	8	14	25	37	0,1	0,1	0,06	0,1	5,5	7	17	1,16	5,6

Ces sols sont habituellement cultivés en mil en rassemblant en butte les horizons gravillonnaires. Ils présentent des caractéristiques favorables :

- excellent drainage interne ;
- structure souvent grumeleuse jusqu'à la cuirasse, en relation avec un taux de matière organique plus élevé que dans la plupart des sols de la région ;
- porosité élevée et faible cohésion.

Les principales contraintes à la mise en valeur sont la faible profondeur d'apparition de la cuirasse (avec de nombreux affleurements) et un taux élevé d'éléments grossiers. Ces sols sont donc inaptes à toute intensification.

LES VERSANTS DE RACCORD

Ces versants ont été formés par érosion des plateaux cuirassés : les horizons d'altération ferrallitique apparaissent à faible profondeur. Les horizons de surface sont constitués de matériau de transit colluvial riche en éléments grossiers (gravillons ferrugineux, cailloux et blocs de cuirasse, cailloux de quartz). L'évolution actuelle est dominée par les phénomènes d'érosion (pentes de 10 à 30%) ; ces sols peuvent donc être rapprochés des sols peu évolués (sur matériau ferrallitique), mais en raison de la présence des horizons d'altération ferrallitique profonds et bien colonisés par le système racinaire des arbres, ils ont été regroupés avec les sols ferrallitiques rajeunis.

Le sol est parsemé de cailloux et de blocs de cuirasse. La surface est parfois recouverte d'un pavage de gravillons ferrugineux et de graviers et de cailloux de quartz. La surface des versants présente fréquemment des traces d'érosion en nappe ou en ravines (écoulement des eaux de ruissellement de la surface cuirassée).

Type de sol : sols ferrallitiques rajeunis
(sols ferrallitiques faiblement désaturés rajeunis avec érosion et remaniement 51)

5 profils décrits

	Type horiz.	Prof. base (cm)	Couleur	Taux argile (%)	Taux EG (%)	Structure (fréquence %)	Sous structure (idem)	Porosité (idem)	Cohésion (idem)	Classe drainage
Moyenne	A1	13	7,5 YR 3/2 à 2,5 YR 3/4	17	40	Massive 20	Par 0	TTP 40	TM 0	1,8
Minimum		8	brun foncé	10	10	Grumel 80	Gru 0	TP 60	M 100	1
Maximum		20	à brun rougeâtre foncé	32	60	Poly sub 0 Polyédri 0	Pol 0	P 0 PP 0	PM 0 AC 0	2
Moyenne	A2	20	5 YR 4/4 à 2,5 YR 4/6	33	15	Massive 25	Par 0	TTP 25	TM 0	2,3
Minimum		8	brun rougeâtre	22	0	Grumel 50	Gru 0	TP 75	M 100	2
Maximum		28	à rouge	37	35	Poly sub 0 Polyédri 25	Pol 0	P 0 PP 0	PM 0 AC 0	3
Moyenne	B	68	5 YR 4/6 à 2,5 YR 4/6	36	6	Massive 0	Par 0	TTP 0	TM 0	2,3
Minimum		55	rouge jaunâtre	35	0	Grumel 0	Gru 0	TP 75	M 100	2
Maximum		85	à rouge	37	10	Poly sub 0 Polyédri 100	Pol 0	P 25 PP 0	PM 0 AC 0	3

Pentes moyennes : 17.0 %

Profondeurs moyennes :

Accessible aux racines : 73 cm

Horizons avec moins de 30% EG : 0 cm

Epaisseur des horizons avec plus de 30% EG : 18 cm

L'horizon A1 correspond au matériau de transit riche en éléments grossiers, l'horizon B est un horizon constitué d'une juxtaposition de matériau rouge pédoturbé polyédrique (dominant) et d'isaltérite ferrallitique. En profondeur l'isaltérite devient rapidement le matériau le plus abondant. Elle est meuble, jusqu'à plus de deux mètres de profondeur.

2 profils analysés

	Type horiz.	Taux de mo (%)	Azote (%)	Taux EG (%)	Texture (%)				Complexe d'échange (mé.100g ⁻¹)					Bases totales mé.100g ⁻¹	P ₂ O ₅ total %	pH eau		
					A	LF	LG	SF	SG	Ca	Mg	K	Na				T	S/T (%)
Minimum	A1	2,0	0,8	63	10	6	7	16	29	3,6	1,1	0,14	0,1	6,2	79	21	0,88	6,6
Maximum		2,2	0,9	72	29	11	17	29	36	4,6	2,6	0,26	0,1	8,6	87	25	1,42	6,8
Minimum	A2	0,7	0,4	45	20	9	8	19	23	1,7	1,1	0,06	0,1	6,1	6	19	0,41	6,3
Maximum		1,7	0,6	51	36	11	13	21	36	3,3	2,2	0,10	0,1	8,7	58	26	1,12	6,3
Minimum	B	0,5	0,4	19	36	15	9	13	16	2,7	2,0	0,10	0,1	8,0	62	22	0,47	6,4
Maximum		0,7	0,4	32	42	25	15	14	16	3,2	3,7	0,29	0,1	9,1	80	37	0,84	6,5

Ces sols sont parfois cultivés en terrasses rudimentaires. Les caractéristiques favorables à leur utilisation agricole sont :

- un excellent drainage interne ;
- une profondeur accessible aux racines des plantes annuelles de 54 cm en moyenne, profondeur qui peut atteindre plusieurs mètres pour les cultures arborées ;
- une structure fragmentaire des horizons profonds, donnant des propriétés de porosité et de cohésion favorables à l'enracinement ;
- une texture avec plus de 15 % d'argile dès l'horizon de surface ;
- un taux de matière organique assez élevé de l'horizon de surface (environ 2 %).

Les principaux facteurs limitants sont la pente et la présence d'éléments grossiers en surface et dans le sol.

La mise en valeur intensive de ces sols nécessite un contrôle strict du ruissellement et de l'érosion. Des cultures arbustives ou arborées (fruitiers ou bois de feu) permettraient de tirer le meilleur parti de ces sols en colonisant les horizons meubles profonds et en évitant l'érosion.

Unité cartographique 12

Glacis polygénique

Cette unité représente environ 40 % sur le socle du nord du Togo. Les glacis polygéniques sont situés sur les versants et, plus rarement, sur les sommets. Leur forme est plane, très régulière, avec des pentes comprises entre 0 et 3 %. Ils sont limités à l'aval par les entailles d'érosion (UC 13). Ils composent des unités étendues, de quelques centaines d'hectares à plusieurs milliers.

Elle est présente dans toute la région, mais elle est moins bien représentée à proximité des axes de drainage principaux, en raison de l'extension des entailles d'érosion liée à l'enfoncement du réseau de drainage.

L'organisation de la grande majorité des sols de cette unité cartographique est constante. La base du profil est constituée par la roche altérée, partiellement argillifiée. Cette altérite est rarement de type ferrallitique, contrairement à ce qui a été observé au sud du Togo. Elle est surmontée brutalement, vers un mètre de profondeur, par une nappe détritique de composition complexe, qui comporte des concrétions ferrugineuses, des débris de cuirasse et des graviers de quartz. Les horizons superficiels sont dépourvus d'éléments grossiers sur une profondeur de 30 cm, sauf lorsque l'érosion a décapé les niveaux de surface (taches de quelques hectares de sols gravillonnaires dès la surface, surtout à proximité des lignes de rupture de pente).

Le contact entre le niveau gravillonnaire et l'altérite constitue une discontinuité majeure dans le profil. Une nappe perchée temporaire se crée à ce niveau au cours de la saison des pluies. Elle remonte souvent à proximité de la surface lors des plus fortes pluies, mais sans atteindre la surface du sol. Cette nappe circule à une vitesse qui peut atteindre 50 cm.h^{-1} (marquage au chlorure de sodium). Elle produit un soutirage des particules fines des sols, le niveau gravillonnaire étant parfois composé exclusivement d'éléments grossiers au contact, sans terre fine. L'horizon de soutirage descend dans l'altérite sous forme de langues de matériau sableux blanc.

La cohésion du niveau gravillonnaire varie considérablement à une échelle métrique. Tous les sols dans lesquels les éléments grossiers sont soudés pour former une carapace ou une cuirasse ont été groupés dans les sols ferrugineux tropicaux indurés (1/3 des profils décrits). Les autres sols ont été appelés sols ferrugineux tropicaux à concrétions (2/3 des profils décrits). Les sols indurés sont plus fréquents en bas de versant, mais ils apparaissent également sur le haut des versants jusqu'à la limite des versants de raccord aux plateaux cuirassés. En raison de l'imbrication des deux types de sols, il n'est pas possible de les représenter sous forme cartographique.

L'organisation des sols est entièrement différente à proximité des affleurements de roches mélanocrates qui forment des taches de quelques hectares ou des bandes d'une centaine de mètres de largeur au sein des glacis (environ 15 % de la surface des glacis). La roche affleure sous forme de boules à la surface du sol, ce qui rend la détection de ces zones pratiquement impossible à partir des photographies aériennes. Dans ces zones, les sols sont des sols peu évolués vertiques juxtaposés à des sols bruns eutrophes ferruginisés, des planosols et des vertisols. Les planosols sont les sols les plus fréquents : ils représentent environ 10 % des sols des glacis. Ces sols (sols peu évolués vertiques, sols bruns eutrophes ferruginisés, vertisols et planosols) sont décrits dans l'unité cartographique des entailles d'érosion (UC 13).

LES SOLS FERRUGINEUX À CONCRÉTIONS

Les horizons de surface, sableux à sables grossiers, ont une structure massive avec parfois des tendances lamellaires en surface en cas de cultures en billons. Les cas de structure grumeleuse ont été observés en présence d'éléments grossiers. L'horizon A1 présente parfois une sous-structure particulière. L'hydromorphie est souvent peu visible dans les horizons A2, se manifestant par des taches diffuses, en raison d'une faible teneur en fer. Elle est plus marquée dans les horizons B, plus riches en fer.

Les horizons B correspondent à l'horizon de concentration maximale des éléments grossiers. Par rapport au profil moyen, deux variantes peuvent être distinguées : les sols à horizons gravillonnaires dès la surface (faciès tronqué, 30 % des cas) et les sols très appauvris (texture plus sableuse sur l'ensemble du profil, 20 % des cas). La plupart des caractères sont communs à l'ensemble des sols ; seules les différences seront donc mentionnées.

Dans le cas du faciès tronqué, le taux d'éléments grossiers est en moyenne de 37 % dans l'horizon A1 et de 53 % dans l'horizon A2. Il en résulte une meilleure structuration de l'horizon A2 (grumeleux dans

50 % des cas) et donc une porosité plus forte (horizon très poreux dans 63 % des cas). La couleur des horizons A1 et A2 est plus rouge (7,5 YR 4/4, brun foncé). Le drainage des horizons profonds est meilleur (2,8 en moyenne), car ces sols sont souvent sur les zones de rupture de pente.

Les sols très appauvris apparaissent à la limite entre les glacis et les entailles d'érosion. Ils constituent la transition entre les sols ferrugineux tropicaux et les sols peu évolués qui ne comportent pas de gravillons ferrugineux. Ils ont un taux d'argile en A2 et en B inférieur de 8 % par rapport au taux moyen. Il en résulte une structure fréquemment particulière ou grumeleuse et une porosité importante (2/3 des horizons A1 et A2 sont très poreux), les éléments grossiers étant au contact les uns des autres.

Type de sol : Sol ferrugineux tropical à concrétions, hydromorphe au moins à la base
(sol ferrugineux tropical lessivé ou appauvri, à taches ou concrétions,
hydromorphe au moins à la base, sur socle éburnéen 4221)

36 profils décrits

	Type horiz.	Prof. base (cm)	Couleur	Taux argile (%)	Taux EG (%)	Structure (fréquence %)	Sous structure (idem)	Porosité (idem)	Cohésion (idem)	Classe drainage
Moyenne	A1	14	10 YR 3/2 à 3/3	8	14	Massive 100	Par 44	TTP 3	TM 17	2,2
Minimum		7	brun grisâtre très foncé	3	0	Grumel 0	Gru 11	TP 42	M 78	1
Maximum		25	à brun foncé	14	60	Poly sub 0 Polyédri 0	Pol 0	P 56 PP 0	PM 3 AC 0	5
Moyenne	A2	32	10 YR 4/3 à 5 YR 3/4	15	17	Massive 87	Par 3	TTP 3	TM 0	2,7
Minimum		20	brun foncé	6	0	Grumel 13	Gru 10	TP 37	M 70	1
Maximum		50	à brun rougeâtre foncé	27	70	Poly sub 0 Polyédri 0	Pol 0	P 57 PP 3	PM 27 AC 0	4
Moyenne	B	83	10 YR 6/4 à 5 YR 4/4	24	62	Massive 86	Par 11	TTP 22	TM 3	3,8
Minimum		25	brun jaunâtre clair	8	0	Grumel 3	Gru 0	TP 19	M 31	1
Maximum		160	à brun rougeâtre	37	90	Poly sub 0 Polyédri 0	Pol 8	P 36 PP 17	PM 42 AC 25	6

Pentes moyennes : 1,2 %

Profondeurs moyennes :

Accessible aux racines : 37 cm

Horizons avec moins de 30% EG : 35 cm

Épaisseur des horizons avec plus de 30% EG : 61 cm

5 profils analysés

	Type horiz.	Taux de mo (%)	Azote (‰)	Taux EG (%)	Texture (%)				Complexe d'échange (mé.100g ⁻¹)					Bases totales mé.100g ⁻¹	P ₂ O ₅ total ‰	pH eau		
					A	LF	LG	SF	SG	Ca	Mg	K	Na				T	S/T (%)
Moyenne	A1	0,8	0,4	22	4	4	12	25	54	2,0	0,7	0,09	0,1	3,4	74	18	0,46	6,8
Minimum		0,4	0,2	7	2	2	9	23	48	0,9	0,2	0,07	0,1	1,9	38	13	0,20	6,5
Maximum		1,8	0,8	56	7	5	14	31	62	3,2	1,4	0,12	0,1	5,6	100	26	0,70	7,0
Moyenne	A2	0,7	0,4	45	20	9	8	19	23	1,7	1,1	0,06	0,1	6,1	6	19	0,41	6,3
Minimum		0,2	0,2	10	4	5	10	14	48	1,1	0,3	0,06	0,1	2,2	29	15	0,16	6,6
Maximum		0,6	0,4	74	11	7	13	26	59	2,3	1,0	0,09	0,1	5,7	100	21	0,60	7,1
Moyenne	B	0,4	0,2	60	23	10	12	14	41	2,7	1,4	0,19	0,1	5,4	82	23	0,33	6,9
Minimum		0,2	0,2	49	10	9	10	12	28	1,1	0,7	0,09	0,1	2,9	55	18	0,14	6,8
Maximum		0,6	0,3	68	39	11	15	18	61	3,4	1,9	0,31	0,1	8,4	100	28	0,60	7,0

Ces sols sableux cultivés depuis longtemps ont un taux de matière organique inférieur à 1 % dès l'horizon A1. En raison de la texture et du taux d'argile, la capacité d'échange est en moyenne de 3,4 mé.100 g⁻¹ en surface. Le sol est faiblement désaturé sur l'ensemble du profil, avec des pH proches de la neutralité. Les teneurs en potassium échangeable sont toujours faibles.

LES SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX INDURÉS

Type de sol : Sol ferrugineux tropical induré, hydromorphe au moins à la base (sol ferrugineux tropical lessivé ou appauvri, induré, hydromorphe au moins à la base, sur socle éburnéen 43221)

23 profils décrits

	Type horiz.	Prof. base (cm)	Couleur	Taux argile (%)	Taux EG (%)	Structure (fréquence %)	Sous structure (idem)	Porosité (idem)	Cohésion (idem)	Classe drainage
Moyenne	A1	15	10 YR 4/3 à 7,5 YR 4/4	10	11	Massive 100	Par 52	TTP 9	TM 26	2,2
Minimum		7	brun foncé	4	0	Grumel 0	Gru 9	TP 35	M 70	1
Maximum		25	à	20	70	Poly sub 0 Polyédri 0	Pol 0	P 57 PP 0	PM 0 AC 0	3
Moyenne	A2	39	10 YR 4/4 à 7,5 YR 4/4	17	9	Massive 100	Par 10	TTP 0	TM 10	3,1
Minimum		25	brun foncé	7	0	Grumel 0	Gru 0	TP 43	M 57	1
Maximum		60		30	65	Poly sub 0 Polyédri 0	Pol 0	P 57 PP 0	PM 29 AC 0	4
Moyenne	B	71	10 YR 5/4 à 5 YR 4/6	24	28	Massive 94	Par 6	TTP 12	TM 0	4,0
Minimum		50	brun jaunâtre	9	0	Grumel 0	Gru 0	TP 47	M 29	2
Maximum		95	à rouge rougeâtre	35	90	Poly sub 0 Polyédri 6	Pol 12	P 41 PP 0	PM 59 AC 6	5

Pentes moyennes : 1,8 %

Profondeur moyenne accessible aux racines : 47 cm

L'horizon B correspond au dernier horizon avant la carapace ou la cuirasse. Il n'y a donc pas analogie avec les horizons B des sols ferrugineux à concrétions : ce sont les horizons B gravillonnaires qui sont ici indurés.

Il existe une grande analogie entre les caractères morphologiques des horizons A1 et A2 des sols gravillonnaires et des sols indurés, la principale différence étant une hydromorphie un peu plus accentuée en A2 pour les sols indurés (3,1 en moyenne pour les indurés contre 2,7 pour les gravillonnaires).

L'horizon B des sols indurés est généralement gravillonnaire, mais la teneur volumique en éléments grossiers est souvent inférieure à 30 %. Si l'horizon est souvent peu meuble à sec, il devient généralement meuble à l'état humide.

Les caractéristiques analytiques des horizons A1 et A2 (tableau suivant) des sols indurés sont proches de celles des horizons A1 et A2 des sols gravillonnaires. Les horizons B sont peu argileux (17 % en moyenne sur les trois profils analysés), avec des teneurs en potassium échangeable très faibles.

La plus ou moins forte induration des horizons gravillonnaires intervient peu sur les propriétés agronomiques, ces horizons apparaissant en profondeur. Par ailleurs les propriétés tant descriptives qu'analytiques des horizons A1 et A2 sont analogues pour les sols à concrétions et les sols indurés. Aussi la discussion sur la mise en valeur peut-elle porter sur les deux types de sols.

3 profils analysés

	Type horiz.	Taux de mo (%)	Azote (%)	Taux EG (%)	Texture (%)					Complexe d'échange (mé.100g ⁻¹)					Bases totales mé.100g ⁻¹	P ₂ O ₅ total %	pH eau	
					A	LF	LG	SF	SG	Ca	Mg	K	Na	T				S/T (%)
Moyenne	A1	0,8	0,4	27	5	5	12	23	55	1,8	0,6	0,10	0,1	2,6	81	18	0,48	6,6
Minimum		0,4	0,3	2	2	2	9	19	44	1,3	0,4	0,09	0,1	0,7	54	15	0,30	6,2
Maximum		1,5	0,7	74	14	10	14	27	62	2,6	0,9	0,12	0,1	5,0	100	22	0,72	6,9
Moyenne	A2	0,4	0,3	7	7	6	12	24	51	1,1	0,4	0,13	0,1	2,3	74	17	0,31	6,8
Minimum		0,3	0,2	1	4	5	9	21	49	0,7	0,2	0,05	0,1	0,7	53	16	0,21	6,4
Maximum		0,5	0,3	12	11	6	14	25	53	1,8	0,6	0,28	0,1	3,6	100	18	0,36	7,3
Moyenne	B	0,3	0,2	28	17	10	14	15	46	1,6	0,7	0,07	0,1	3,9	71	20	0,36	6,4
Minimum		0,2	0,1	10	6	8	10	13	39	0,7	0,3	0,04	0,1	0,5	54	18	0,24	5,9
Maximum		0,4	0,3	75	25	10	17	17	56	2,7	1,2	0,08	0,1	6,5	100	21	0,49	6,6

Les propriétés favorables à l'utilisation agricole des ces sols sont :

- une pente toujours très faible ;
- une profondeur accessible aux racines des plantes annuelles de 40 à 50 cm ;
- un taux d'éléments grossiers généralement inférieur à 30 % volumique dans les premiers horizons ;
- une faible cohésion de l'horizon de surface, facilitant le travail du sol et permettant une récolte de l'arachide aisée ;
- une absence d'engorgement des horizons de surface ;
- un pH proche de la neutralité.

Les facteurs défavorables sont :

- une texture sableuse à sablo-argileuse avec des sables grossiers dans les horizons A1 et A2 ;
- un taux de matière organique faible (inférieur à 1 % dès la surface) ;
- une structure massive des horizons A1 et A2 ;
- l'engorgement temporaire en profondeur ;
- une faible capacité d'échange et un taux de potassium échangeable faible dès la surface.

Les propriétés physiques et chimiques des sols des glacis sont donc moyennes. Ces sols constituent cependant les sols agricoles les plus intéressants sur le socle en raison des surfaces qu'ils occupent, de leur relative homogénéité et des faibles pentes des glacis sur lesquels ils se sont développés. Ce sont les sols les plus intensément exploités de la région. En raison des densités de population élevées sur le socle (plus de 100 habitants par km²), ils sont la plupart du temps cultivés sans jachère. Leurs propriétés agronomiques ont été étudiées sur les points d'essai de Toaga (5 km à l'est de Dapaong) et de Nanergou (10 km au nord-ouest de Dapaong). Les teneurs en potassium échangeables sont faibles, mais il est difficile d'en tirer des conséquences agronomiques car les sables des horizons de surface sont constitués en partie de feldspaths calco-alcalins qui peuvent libérer du potassium et les horizons altéritiques de la base du profil peuvent contribuer à l'alimentation potassique des plantes.

C'est sur leur mise en valeur de ces sols que peut reposer le développement agricole de la région. La plus grande attention doit être portée au travail du sol pour éviter l'érosion des horizons superficiels dont ces sols tirent leurs potentialités. La culture en billons est souvent à préconiser, dès que l'engorgement apparaît à proximité de la surface. Cet engorgement est souvent une contrainte pour la culture du coton : les cultures les mieux adaptées à ces sols en fonction du contexte régional sont le mil, le sorgho, l'arachide et le maïs dans les zones les plus engorgées. Le coton est bien adapté aux sols gravillonnaires dès la surface (sols tronqués), souvent placés dans des positions où le drainage interne est le meilleur.

Unité cartographique 13

Entailles d'érosion

Cette unité cartographique représente environ 50 % des sols sur le socle. Elle correspond à la reprise d'érosion actuelle ou subactuelle du réseau hydrographique. Cette reprise est généralement de faible amplitude (de quelques mètres à une dizaine de mètres), mais l'importance des surfaces concernées montre l'extension des phénomènes d'érosion sur le socle. L'importance des phénomènes d'érosion a tendance à être sous-estimée dans la région, car les zones érodées sont rarement traversées par les voies d'accès (elles sont principalement localisées sur les sommets).

Les entailles d'érosion sont généralement limitées à l'amont par les glacis (UC 12), mais elles remontent parfois sur les versants jusqu'au niveau des plateaux cuirassés (UC 11). Leur forme est concave à rectiligne-concave et leur longueur généralement comprise entre 100 et 300 mètres. Cette longueur atteint 700 mètres à proximité des niveaux de base des cours d'eau. Les pentes sont généralement comprises entre 2 et 4 % (moyenne 2,4 %). Les pentes les plus fortes (de 10 à 20 %) se trouvent au contact entre le socle et les grès de Dapaong, en contrebas de la falaise de grès orientée ouest-sud-ouest est-nord-est qui s'étend du sud de Tami à Ponio.

Dans les entailles, la surface du sol présente une micro-topographie irrégulière, avec de nombreuses traces d'érosion linéaires. La roche apparaît rarement à l'affleurement, mais les affleurements d'isaltérite sont fréquents. Les cours d'eau sont eux-mêmes souvent enfoncés de un à deux mètres par rapport à la surface topographique.

Sur les parties amont des entailles, les phénomènes d'érosion dominent : les horizons altéritiques sont toujours proches de la surface. La nature de la roche-mère intervient directement sur la nature des sols. Sur les roches leucocrates à mésocrates (75 % des roches sur le socle), les sols sont composés d'horizons sableux plus ou moins épais reposant sur une isaltérite (sols peu évolués et sols peu évolués faciès profond). Sur les roches mélanocrates (25 % des roches sur le socle), la pédogenèse est orientée vers les sols vertiques : soit vers les sols peu évolués vertiques, les sols bruns eutrophes ferruginisés et les vertisols, soit vers les planosols, les deux types d'évolution étant aussi fréquents. Les deux types de sols les plus fréquents sur l'amont des entailles d'érosion sont donc les sols peu évolués (modaux ou faciès profond) sur les roches leucocrates ou mésocrates et les planosols sur les roches mélanocrates.

Sur les parties aval des entailles, les phénomènes de colluvionnement dominent. Etant donné la texture sableuse des horizons supérieurs des sols sur le socle, ces sols sont généralement sableux. Leur épaisseur, ainsi que l'intensité de l'hydromorphie liée à la proximité du réseau hydrographique, varient considérablement selon les conditions locales.

L'AMONT DES ENTAILLES

Les sols sur roches leucocrates et mésocrates

Sols peu évolués

Les sols peu évolués sont constitués d'horizons A1 et parfois d'horizons A2 reposant sur une isaltérite de roche désagrégée (la roche non altérée apparaît vers 8 mètres de profondeur). La profondeur des horizons A varie latéralement à une échelle métrique, les affleurements d'altérite étant fréquents. Une nappe perchée temporaire s'établit parfois pendant la saison des pluies au contact entre les horizons A et l'altérite. C'est sur ce type de sol qu'est construite la ville de Dapaong.

Les horizons A comportent souvent une charge assez importante d'éléments grossiers, graviers et cailloux de roche et de quartz. Par endroits, la surface du sol est jonchée de cailloux de roche et de quartz. Les sables sont constitués en partie de cristaux de feldspaths.

Type de sol : Sol peu évolué (sol peu évolué d'érosion régosolique sur altérite de roche leucocrate à mésocrate 111)

8 profils décrits

	Type horiz.	Prof. base (cm)	Couleur	Taux argile (%)	Taux EG (%)	Structure (fréquence %)	Sous structure (idem)	Porosité (idem)	Cohésion (idem)	Classe drainage
Moyenne	A1	10	10 YR 3/3 à 7,5 YR 4/4	16	22	Massive 50	Par 13	TTP 0	TM 0	2,0
Minimum		7	brun foncé	5	0	Grumel 50	Gru 25	TP 50	M 75	1
Maximum		15		30	60	Poly sub 0 Polyédri 0	Pol 13	P 38 PP 13	PM 25 AC 0	3
Moyenne	A2	37	17,5 YR 4/4 à 5/4	176	33	Massive 33	Par 0	TTP 0	TM 33	2,0
Minimum		25	brun	10	10	Grumel 33	Gru 67	TP 67	M 33	1
Maximum		60		27	60	Poly sub 0 Polyédri 33	Pol 0	P 33 PP 0	PM 33 AC 0	3

Profondeur moyenne :

Accessible aux racines : 19 cm

Horizons avec moins de 30 % EG : 8 cm

Les horizons A de ces sols ont un taux d'argile moyen de 16 %, probablement en raison de la présence de l'altérite (argilifiée au sommet) à faible profondeur. La structure a généralement une tendance grumeleuse en surface et grumeleuse ou polyédrique en A2.

Dès son apparition, l'altérite est une isaltérite typique, avec des filons de quartz en place jusqu'au sommet. Elle est argilifiée sur une profondeur variable, généralement de l'ordre de 10 cm. Lorsqu'elle apparaît à proximité de la surface du sol, elle est fréquemment imprégnée de matière organique. Parfois la limite entre l'altérite et les horizons A est soulignée par un horizon blanchi qui descend en langues dans l'altérite.

2 profils analysés

	Type horiz.	Taux de mo (%)	Azote (%)	Taux EG (%)	Texture (%)					Complexe d'échange (mé.100g ⁻¹)					Bases totales (%)	P ₂ O ₅ total %	pH eau	
					A	LF	LG	SF	SG	Ca	Mg	K	Na	T				S/T
Minimum	A1	0,7	0,5	41	5	3	8	20	51	2,3	0,7	0,19	0,0	7,2	44	17	0,30	6,0
Maximum		2,9	1,1	41	10	7	9	25	58	6,3	2,0	0,28	0,1	7,3	100	40	0,87	6,5
Minimum	A2	0,6	0,4	41	12	4	7	17	53	3,3	1,2	0,09	0,1	6,2	42	23	0,34	6,3
Maximum		1,6	0,7	41	13	8	8	23	55	4,1	1,3	0,10	0,1	11,1	88	32	0,64	6,7

La capacité d'échange cationique des horizons A1 de ces sols est environ deux fois plus élevée que celle des sols ferrugineux tropicaux à concrétion ou indurés (7 mé.100g⁻¹ contre 2.5 à 3.5 mé.100g⁻¹) à taux d'argile et de matière organique comparable. Ceci provient de ce que le complexe d'échange de ces sols est constitué en partie d'argiles 2/1 alors que la kaolinite domine dans les sols ferrugineux tropicaux.

Les facteurs favorables à l'intensification de l'utilisation agricole de ces sols sont :

- une richesse chimique des horizons A plus élevée que la moyenne des sols sur le socle, ce facteur favorable étant accentué par la présence à faible profondeur des horizons altéritiques argilifiés qui peuvent contribuer à l'alimentation minérale des plantes ;
- une structure souvent fragmentaire en surface.

Les facteurs défavorables sont :

- une profondeur accessible aux racines inférieure à 20 cm ;
- une érosion potentielle importante ;
- une variabilité latérale des sols considérable ;
- la présence sur et dans le sol d'éléments grossiers de la taille des cailloux.

Dans les zones où les densités de population sont inférieures à 80 habitants par km², ces sols ne sont pas cultivés. Ils le deviennent pour des densités supérieures, en particulier dans la zone située entre Dapaong et Korbongou. Du fait de leur richesse minérale un peu plus élevée, les rendements en milieu paysan sont comparables aux rendements obtenus sur les glacis, mais les champs présentent toujours des traces d'érosion. La mise en culture de ces zones n'est donc qu'une solution à court terme à la surpopulation : lorsque les horizons A sont déblayés par l'érosion, l'altérite est mise à l'affleurement et plus aucune mise en valeur n'est possible.

Sols peu évolués faciès profond

Ces sols se sont développés principalement sur les roches riches en feldspaths calco-alcalins lorsque la pente est inférieure à 2 % (dans le cas contraire le développement du sol est plus faible et le sol devient un sol peu évolué).

Ils présentent généralement de nombreux graviers et cailloux de roche ou de quartz en surface. Dans l'ensemble du profil, les minéraux primaires sont abondants.

À la base du profil, l'altérite est généralement constituée de roche désagrégée. L'argilification est toujours très limitée, probablement en raison d'une composition de la roche dominée par le quartz et les feldspaths calco-alcalins.

Type de sol : Sol peu évolué faciès profond (sol peu évolué d'érosion régosolique sur altérite de roche leucocrate à mésocrate faciès profond 112)

8 profils décrits

	Type horiz.	Prof. base (cm)	Couleur	Taux argile (%)	Taux EG (%)	Structure (fréquence %)	Sous structure (idem)	Porosité (idem)	Cohésion (idem)	Classe drainage
Moyenne	A1	16	10 YR 4/3 à 7,5 YR 4/4	7	35	Massive 88	Par 75	TTP 25	TM 25	2,0
Minimum		10	brun foncé	4	0	Grumel 13	Gru 25	TP 63	M 75	1
Maximum		25		13	70	Poly sub 0 Polyédri 0	Pol 0	P 13 PP 0	PM 0 AC 0	3
Moyenne	A2	34	10 YR 3/4 à 7,5 YR 4/4	11	45	Massive 86	Par 0	TTP 43	TM 14	2,0
Minimum		25	brun jaunâtre foncé	6	0	Grumel 14	Gru 14	TP 43	M 71	1
Maximum		50	à brun foncé	17	80	Poly sub 0 Polyédri 0	Pol 0	P 14 PP 0	PM 14 AC 0	4
Moyenne	B	53	10 YR 5/4 à 7,5 YR 5/6	12	58	Massive 50	Par 25	TTP 50	TM 25	4,0
Minimum		45	brun jaunâtre	10	0	Grumel 0	Gru 0	TP 50	M 75	3
Maximum		60	à brun vif	17	90	Poly sub 0 Polyédri 0	Pol 0	P 0 PP 0	PM 0 AC 0	5

Profondeur moyenne accessible aux racines : 26 cm

Le taux d'argile est toujours inférieur à 20 % sur l'ensemble du profil, avec une dominance de sables grossiers à très grossiers. Ce sont donc des sols très poreux et très meubles dont le drainage des horizons A est rapide.

2 profils analysés

	Type horiz.	Taux de mo (%)	Azote (‰)	Taux EG (%)	A	Texture (%)				Complexe d'échange (mé.100g ⁻¹)					Bases totales mé.100g ⁻¹	P ₂ O ₅ total ‰	pH eau	
						LF	LG	SF	SG	Ca	Mg	K	Na	T				S/T (%)
Minimum	A1	0,7	0,4	2	3	3	7	26	55	1,7	0,6	0,07	0,1	4,2	57	12	0,34	6,7
Maximum		0,8	0,4	20	4	4	10	28	60	2,3	0,8	0,09	0,1	4,2	79	15	0,63	6,9
Minimum	A2	0,4	0,2	2	5	4	8	22	52	1,1	0,5	0,07	0,1	3,0	56	15	0,21	6,9
Maximum		0,5	0,3	44	6	4	13	26	60	1,8	0,8	0,08	0,1	3,6	75	18	0,64	7,0
Minimum	B	0,2	0,1	2	5	6	8	13	59	0,4	0,4	0,06	0,1	2,7	34	15	0,18	6,4
Maximum		0,2	0,2	64	8	10	11	21	61	1,9	1,0	0,08	0,1	4,4	68	20	0,42	7,2

Comme pour les sols peu évolués, la capacité d'échange est relativement élevée, compte tenu des faibles taux d'argile et de matière organique. Les teneurs en potassium échangeable sont particulièrement faibles sur l'ensemble du profil.

Les facteurs favorables à la mise en culture sont :

- une faible cohésion, permettant un travail du sol facile ;
- une porosité importante de l'ensemble du profil.

Les facteurs défavorables sont :

- une érosion potentielle assez importante ;
- une variabilité latérale des sols considérable ;
- la présence sur et dans le sol d'éléments grossiers de la taille des cailloux ;
- une texture très sableuse qui entraîne une forte sensibilité aux stress hydriques.

Les sols peu évolués faciès profond sont un peu moins défavorables au développement de l'agriculture que les sols peu évolués, en raison d'une profondeur utilisable par les racines un peu plus importante et un risque d'érosion un peu plus faible. Ils restent cependant des sols très marginaux dont l'utilisation devrait être évitée.

Les sols sur roches mélanocrates

Sols peu évolués vertiques

Ce type de sol est très rare. Les sols peu évolués vertiques apparaissent dans des zones d'érosion active où une altérite de roche mélanocrate se trouve à proximité de la surface. Ils sont situés à proximité d'affleurements de roches mélanocrates.

L'horizon de surface est fortement structuré et peut présenter une forte charge en éléments grossiers. L'horizon altéritique est typiquement vertique, avec une structure prismatique grossière.

Type de sol : Sol peu évolué vertique
(sol peu évolué d'érosion régosolique sur altérite de roche mélanocrate, non hydromorphe 12)

2 profils décrits

	Type horiz.	Prof. base (cm)	Couleur	Taux argile (%)	Taux EG (%)	Structure (fréquence %)	Sous structure (idem)	Porosité (idem)	Cohésion (idem)	Classe drainage
	A1		10 YR 3/4 à 2,5 YR 4/4			Massive	0 Par	0 TTP	TM	50
Minimum		12	brun jaunâtre foncé	7	0	Grumel	0 Gru	0 TP	M	0 2
Maximum		15	à brun olive	7	50	Poly sub	0 Pol	0 P	PM	50 4
						Polyédri	50	0 PP	AC	0
						Prismati	50			

Pentes moyennes : 3,3 %

Profondeur moyenne accessible aux racines : 11 cm

Sols bruns eutrophes ferruginisés

Les sols bruns eutrophes ferruginisés représentent moins de 1 % des sols sur le socle. Ils constituent un ensemble très typé au sein des sols sur le socle. Leur caractéristique la plus nette est la présence d'un horizon B de couleur rouge présentant une structure ou une sous-structure polyédrique.

Ces sols constituent des taches de moins d'un hectare à proximité des affleurements de roches mélanocrates.

Des graviers et des cailloux de quartz et de roche sont souvent fréquents à la surface du sol.

Type de sol : Sol brun eutrophe ferruginisé
(sol brunifié des pays tropicaux, sol brun eutrophe tropical, sol brun eutrophe ferruginisé 31)

8 profils décrits

	Type horiz.	Prof. base (cm)	Couleur	Taux argile (%)	Taux EG (%)	Structure (fréquence %)	Sous structure (idem)	Porosité (idem)	Cohésion (idem)	Classe drainage
Moyenne	A1	13	10 YR 3/3 à 5 YR 3/2	10	26	Massive	75 Par	38 TTP	TM	0 2,4
Minimum		5	brun grisâtre très foncé	5	10	Grumel	13 Gru	0 TP	M	75 2
Maximum		20	à brun rougeâtre foncé	17	60	Poly sub	13 Pol	0 P	PM	25 3
						Polyédri	0	0 PP	AC	0
Moyenne	A2	29	7,5 YR 4/4 à 2,5 YR 3/6	22	37	Massive	63 Par	0 TTP	TM	0 2,3
Minimum		10	brun foncé	10	10	Grumel	13 Gru	38 TP	M	88 2
Maximum		50	à rouge foncé	32	60	Poly sub	13 Pol	13 P	PM	13 3
						Polyédri	13	13 PP	AC	0
Moyenne	B	55	2,5 YR 3/6 à 2,5 YR 4/6	28	32	Massive	29 Par	0 TTP	TM	0 2,4
Minimum		25	rouge foncé	12	5	Grumel	0 Gru	0 TP	M	43 2
Maximum		80	à rouge	32	65	Poly sub	0 Pol	71 P	PM	57 5
						Polyédri	71	29 PP	AC	0

Pentes moyennes : 2,1 %

Profondeurs moyennes :

Accessible aux racines : 41 cm

Horizons avec moins de 30 % EG : 5 cm

Épaisseur des horizons avec plus de 30 % EG : 44 cm

Dans les horizons A, les éléments grossiers sont principalement des graviers et des cailloux de quartz. Dans les horizons B des petites concrétions noires arrondies (plombs de chasse) ou des résidus d'altérite ferruginisés, apparaissent.

À la base des horizons B, à une profondeur fortement variable à une échelle métrique, l'horizon est constitué d'une juxtaposition de matériau pédoturbé rouge à structure polyédrique et d'une isaltérite de roche mélanocrate de couleur variable, souvent jaune-vert clair. Le taux d'éléments grossiers y est toujours faible. Des poupées calcaires sont parfois présentes dans cet horizon.

1 profil analysé

Type horiz.	Taux de mo (%)	Azote (%)	Taux EG (%)	A	Texture (%)				Complexe d'échange (mé.100g ⁻¹)					Bases totales mé.100g ⁻¹	P ₂ O ₅ total ‰	pH eau	
					LF	LG	SF	SG	Ca	Mg	K	Na	T				S/T (%)
A1	0,9	0,4	21	6	4	11	24	56	8,5	1,2	0,09	0,1	6,9	100	42	1,31	7,5
A2	0,5	0,3	65	12	8	10	22	49	8,9	2,1	0,09	0,1	7,6	100	46	1,02	7,2
B	0,6	0,5	70	39	10	12	11	29	12,4	4,8	0,17	0,1	11,6	100	98	0,99	7,1

Le profil analysé est saturé sur tout le profil, avec une capacité d'échange cationique atteignant 7 mé. 100g⁻¹ dès la surface et un pH supérieur à 7. Les bases totales atteignent plus de 40 mé.100g⁻¹ dès la surface, avec une dominance du calcium (alors que l'élément le plus abondant est généralement le sodium sur les roches leucocrates et mésocrates). Le taux de phosphore total est élevé, mais le taux de potassium échangeable est aussi faible que dans les autres sols sur le socle.

Les facteurs favorables à la mise en valeur agricole de ces sols sont :

- une profondeur accessible aux racines de 41 cm en moyenne pour les plantes annuelles, de plus d'un mètre pour les arbres, élevée pour la région ;
- l'absence d'engorgement dans les horizons A ;
- des caractéristiques chimiques meilleures que dans la plupart des sols sur le socle.

Les propriétés défavorables sont :

- l'hétérogénéité spatiale, ces sols passant latéralement en quelques mètres à des planosols, des vertisols ou des affleurements de roche ;
- le taux d'éléments grossiers élevé dès la surface ;
- la structure souvent massive et la texture sableuse de l'horizon superficiel.

Vertisols

Les vertisols sont des sols rares au nord du Togo. Comme les sols bruns eutrophes ferruginisés, les vertisols constituent un ensemble très typé au sein des sols sur le socle. Leur organisation est constante :

- un horizon de surface A1 à structure grumeleuse grossière plus ou moins marquée et présentant des fentes en saison sèche ;
- un horizon A2, parfois absent, dont la structure est à tendance polyédrique ;
- un horizon B à structure prismatique grossière nette à sous-structure polyédrique présentant à la base des faces de glissement ; cet horizon comporte souvent des petites concrétions noires arrondies de 3 à 5 mm de diamètre (plombs de chasse), parfois juxtaposées à des poupées calcaire ;
- un horizon altéritique meuble de couleur jaune-verte présentant parfois des poupées calcaires au sommet.

Ils apparaissent sous forme de taches de moins d'un hectare à proximité des affleurements de roches mélanocrates. Ils passent latéralement aux planosols lorsque l'érosion est peu active, ou aux sols bruns eutrophes ou aux sols peu évolués vertiques dans les zones érodées.

La surface du sol ne présente jamais de micro-relief de type gilgai. Les traces d'érosion linéaire ou en nappe sont fréquentes (pente moyenne de 2,4 %).

Type de sol : Vertisol (vertisol à drainage externe possible à structure arrondie 21)

6 profils décrits

	Type horiz.	Prof. base (cm)	Couleur	Taux argile (%)	Taux EG (%)	Structure (fréquence %)	Sous structure (idem)	Porosité (idem)	Cohésion (idem)	Classe drainage
Moyenne	A1	14	10 YR 3/2 à 10 YR 3/3	25	10	Massive 33	Par 0	TTP 0	TM 17	3,2
Minimum		5	brun grisâtre très foncé	12	5	Grumel 50	Gru 17	TP 17	M 83	2
Maximum		20	à brun foncé	35	25	Poly sub 17 Polyédri 0	Pol 0	P 83 PP 0	PM 0 AC 0	4
Moyenne	A2	32	10 YR 4/4 à 2,5 YR 3/2	30	15	Massive 0	Par 0	TTP 0	TM 0	4,2
Minimum		30	brun jaunâtre foncé	20	5	Grumel 0	Gru 0	TP 0	M 67	4
Maximum		35	à brun grisâtre très foncé	35	35	Poly sub 0 Polyédri 67 Prismati 33	Pol 33	P 0 PP 67	PM 33 AC 0	5
Moyenne	B	49	2,5 YR 3/2 à 2,5 YR 4/4	32	9	Massive 0	Par 0	TTP 0	TM 0	4,2
Minimum		25	brun grisâtre très foncé	20	5	Grumel 0	Gru 0	TP 0	M 17	4
Maximum		70	à brun olive	40	20	Poly sub 0 Polyédri 33 Prismati 67	Pol 50	P 17 PP 33	PM 83 AC 0	5

Pentes moyennes : 2,4 %

Profondeur moyenne accessible aux racines : 33 cm

1 profil analysé

Type horiz.	Taux de mo (%)	Azote (%)	Taux EG (%)	Texture (%)					Complexe d'échange (mé.100g ⁻¹)					Bases totales (%)	P ₂ O ₅ total (%)	pH eau	
				A	LF	LG	SF	SG	Ca	Mg	K	Na	T	S/T (%)	mé.100g ⁻¹		
A1	2,3	1,1	22	35	11	12	19	23	31,6	7,9	0,35	0,1	29,0	100	99	1,06	7,0
A2	1,0	0,5	28	39	13	13	14	19	32,6	6,9	0,23	0,2	28,0	100	129	0,76	7,8
B	0,7	0,4	55	32	15	10	11	31	40,7	6,3	0,24	0,2	32,0	100	513	0,66	7,9

Le taux de matière organique est élevé en surface, en relation avec un taux d'argile et limons qui atteint près de 60%. La capacité d'échange cationique est la plus élevée de tous les sols de la région, et elle est saturée. Le taux de potassium échangeable et le taux de phosphore total sont élevés (la biodisponibilité du phosphore dans ces sols est cependant souvent faible en raison d'un pouvoir fixateur des sols important). Le taux de bases échangeables est élevé dans tout le profil, l'ion dominant étant le calcium dans le profil analysé. Le pH est neutre en surface, et il atteint près de 8 en profondeur.

Comme toujours pour les vertisols, l'intérêt de ces sols provient de leur richesse chimique élevée. Mais les contraintes à leur mise en valeur sont très importantes :

- forte variabilité spatiale des sols ;
- risque d'érosion élevé (pentes moyennes de 2,4 %) ;
- texture argilo-limoneuse dès la surface, rendant le travail du sol difficile ;
- risque d'engorgement de l'horizon de surface en saison des pluies.

Planosols

Ces sols représentent environ 25 % des sols de l'amont des entailles. Bien qu'ils soient principalement localisés dans cette unité cartographique (ils ont été trouvés dans cette position dans 2/3 des cas), ils sont également fréquents sur les glacis (1/3 des cas) lorsque la roche mère est mélanocrate. Une roche mère leucocrate ou mésocrate semble induire une évolution en direction des sols ferrugineux tropicaux à concrétions ou indurés, alors qu'une roche mère mélanocrate semble conduire à des planosols.

Les planosols sont constitués d'un matériau sableux généralement engorgé en saison des pluies (au moins à la base) qui repose directement sur un niveau argileux de type vertique, la limite entre les deux matériaux étant brutale.

Le profil est généralement constitué d'horizons A1 et A2 reposant sur l'altérite à une profondeur de 20 à 90 cm (moyenne 31 cm). Lorsque le développement du sol est plus important, un horizon B peut être distingué (environ 1/3 des profils décrits).

Bien que l'organisation de ces sols soit très caractéristique, ils n'ont pas de place au sein de la classification CPC. Pour assurer l'homogénéité avec les cartes sur le socle granito-gneissique du sud du Togo (LEVÊQUE, 1979), ils ont été regroupés avec les sols peu évolués.

Type de sol : Planosol
(sol peu évolué d'érosion régosolique sur altérite de roche mélanocrate, hydromorphe 13)

18 profils décrits

	Type	Prof. horiz. base (cm)	Couleur	Taux argile (%)	Taux EG (%)	Structure (fréquence %)	Sous structure (idem)	Porosité (idem)	Cohésion (idem)	Classe drainage
Moyenne	A1	14	10 YR 3/2 à 10 YR 3/4	8	5	Massive 94	Par 39	TTP 0	TM 17	3,1
Minimum		8	brun grisâtre très foncé	4	0	Grumel 6	Gru 0	TP 28	M 61	2
Maximum		25	à	22	25	Poly sub 0 Polyédri 0	Pol 0	P 72 PP 0	PM 22 AC 0	5
Moyenne	A2	31	10 YR 3/3 à 10 YR 4/4	14	9	Massive 93	Par 7	TTP 7	TM 0	3,8
Minimum		23	brun foncé	6	0	Grumel 0	Gru 0	TP 7	M 64	2
Maximum		45	à brun jaunâtre foncé	27	50	Poly sub 0 Polyédri 7	Pol 0	P 86 PP 0	PM 36 AC 0	6
Moyenne	B	58	10 YR 3/3 à 10 YR 5/6	20	35	Massive 83	Par 0	TTP 17	TM 17	5,1
Minimum		35	bruns foncé	7	0	Grumel 0	Gru 0	TP 17	M 33	4
Maximum		90	à brun jaunâtre	32	80	Poly sub 0 Polyédri 0	Pol 0	P 50 PP 0	PM 50 AC 0	6

Pentes moyennes : 1,9 %

Profondeur moyenne accessible aux racines : 31 cm

Dans les horizons A1 et A2, la texture est sableuse, la structure massive à tendance particulaire et les éléments grossiers rares. Des traces d'hydromorphie sont souvent visibles dès la base de l'horizon de surface, mais elles sont difficiles à détecter dans ce matériau très sableux pauvre en fer. Dans l'horizon B, la teneur en éléments grossiers est souvent assez importante. Il s'agit principalement de graviers et de cailloux de quartz, les gravillons ferrugineux étant peu abondants.

L'horizon argileux situé à la base du profil est de type vertique, avec une structure prismatique large au sommet et souvent des faces de glissement. Il passe en profondeur à une isaltérite dont la couleur est variable, de jaune-verdâtre à blanc. La limite entre les horizons sableux et l'horizon argileux sous-jacent est souvent soulignée par un fin niveau de sables blanchis qui descend dans les fentes de l'horizon argileux.

6 profils analysés

	Type horiz.	Taux			Texture (%)					Complexe d'échange (mé.100g ⁻¹)					Bases totales mé.100g ⁻¹	P ₂ O ₅ total ‰	pH eau	
		de mo (%)	Azote (%o)	Taux EG (%)	A	LF	LG	SF	SG	Ca	Mg	K	Na	T				S/T (%)
Moyenne	A1	0,8	0,4	13	8	4	10	23	53	3,9	2,2	0,10	0,1	5,6	96	36	0,47	6,7
Minimum		0,5	0,3	2	4	2	6	14	41	1,8	0,7	0,07	0,1	2,3	85	17	0,21	6,4
Maximum		1,4	0,6	27	16	9	18	29	61	11,2	5,3	0,16	0,3	12,2	100	74	0,69	7,1
Moyenne	A2	0,3	0,2	11	11	4	9	19	57	2,2	1,4	0,07	0,1	4,1	85	26	0,33	6,8
Minimum		0,3	0,2	4	9	3	9	18	56	1,6	0,9	0,06	0,1	3,3	78	24	0,33	6,3
Maximum		0,4	0,3	21	14	5	10	21	59	2,6	2,0	0,08	0,2	5,3	100	30	0,33	7,1

Malgré la présence d'une nappe perchée soutirante et leur texture sableuse, les planosols ont un taux de saturation élevé, peut-être en liaison avec l'horizon argileux à faible profondeur. Cet horizon a une teneur en argile généralement comprise entre 40 et 60 %. Il est saturé, avec une capacité d'échange cationique comprise entre 20 et 50 mé.100g⁻¹, le cation dominant étant soit le calcium, soit le magnésium. La teneur en bases totales atteint fréquemment plusieurs centaines de milliéquivalents pour 100 grammes, le cation dominant étant le magnésium.

Les facteurs favorables à l'exploitation agricole de ces sols sont :

- leur profondeur accessible aux racines d'une trentaine de centimètres ;
- leur texture sableuse en surface, permettant un travail du sol facile ;
- l'absence d'éléments grossiers dans leurs horizons superficiels.

Les facteurs défavorables sont :

- leur régime hydrique caractérisé par un engorgement en saison des pluies suivi par un assèchement rapide ;
- leur structure massive ;
- le risque d'érosion.

L' AVAL DES ENTAILLES

À l'aval des entailles, la forme est concave, avec une pente diminuant progressivement de 2 à 0 %. Les sols sont colluvionnés, avec une épaisseur de colluvions variable souvent supérieure à 1 mètre.

Type de sol : sol hydromorphe colluvial
(sol hydromorphe peu humifère, sol à pseudogley, colluvial sur altérite de socle Eburnéen 61)

17 profils décrits

	Type horiz.	Prof. base (cm)	Couleur	Taux argile (%)	Taux EG (%)	Structure (fréquence %)	Sous structure (idem)	Porosité (idem)	Cohésion (idem)	Classe drainage
Moyenne	A1	16	10 YR 3/1 à 10 YR 3/3	14	1	Massive 82	Par 0	TTP 6	TM 0	4,4
Minimum		8	gris très foncé	4	0	Grumel 6	Gru 12	TP 24	M 59	2
Maximum		25	à brun foncé	27	5	Poly sub 0 Polyédri 6	Pol 0	P 59 PP 12	PM 41 AC 0	6
Moyenne	A2	39	10 YR 3/4 à 10 YR 5/4	15	0	Massive 75	Par 18	TTP 8	TM 17	4,9
Minimum		20	brun jaunâtre foncé	62	0	Grumel 0	Gru 0	TP 17	M 58	2
Maximum		65	à brun jaunâtre	27	5	Poly sub 0 Polyédri 17	Pol 0	P 58 PP 17	PM 25 AC 0	6
Moyenne	B	73	10 YR 3/2 à 10 YR 5/4	20	4	Massive 79	Par 0	TTP 0	TM 7	5,5
Minimum		40	brun grisâtre très foncé	5	0	Grumel 0	Gru 0	TP 7	M 27	4
Maximum		150	à brun jaunâtre	30	25	Poly sub 0 Polyédri 21	Pol 0	P 40 PP 33	PM 60 AC 7	6

Pentes moyennes : 1,1 %

Profondeur moyenne accessible aux racines : 47 cm

Ces sols sableux sont pratiquement dépourvus d'éléments grossiers. L'hydromorphie affecte toujours la base des profils, et elle atteint fréquemment l'horizon de surface (classe de drainage 4,4 en moyenne en A1). La structure est massive dans les horizons A. La cohésion, fréquemment assez forte (sol peu meuble) à l'état sec dans l'horizon A1, devient faible lorsque le sol s'humidifie.

1 profil analysé

Type horiz.	Taux de mo (%)	Azote (%)	Taux EG (%)	Texture (%)					Complexe d'échange (mé.100g ⁻¹)					Bases totales (%)	P ₂ O ₅ total %	pH eau	
				A	LF	LG	SF	SG	Ca	Mg	K	Na	T				S/T (%)
A1	1,9	0,7	2	12	13	31	30	15	6,7	4,0	0,09	0,2	10,8	100	27	0,77	6,7
A2	0,3	0,1	22	6	10	24	28	24	1,9	0,9	0,04	0,3	5,4	58	21	0,18	7,2
B	0,3	0,2	10	23	18	25	25	11	6,7	7,2	0,08	1,8	11,0	100	48	0,22	8,6

Le profil analysé est un exemple de sol dans lequel les horizons sableux surmontent un horizon B très compact en raison de la présence de sodium sur le complexe d'échange (Na/T de 16 %, pH eau de 8,6). Ce type de sol comporte deux nappes superposées : une nappe à la base du profil (observée à 1,8 m en saison sèche) et une nappe au contact entre les horizons A et l'horizon B. La nappe circulant dans l'horizon A2 est une nappe soutirante.

Unité cartographique 15

Sommets d'interfluve convexes à plan-convexes à affleurements rocheux

Cette unité représente environ 10 % des sols sur le socle. Elle est caractérisée par la présence d'assez nombreux affleurements rocheux en sommet d'interfluve. Les pentes sont toujours faibles, comprises entre 0 et 2 %.

Elle est principalement localisée sur les interfluves situés à proximité des axes de drainage principaux, sur lesquels les sols ferrugineux tropicaux ont été déblayés par l'érosion.

Les sols de cette unité cartographique sont très proches de ceux des entailles d'érosion (UC 13), auxquels ils font suite sur le même versant. Ils sont cependant souvent plus profonds, et des sols ferrugineux tropicaux à concrétions identiques à ceux des glacis (UC 12) y sont assez fréquents.

Les propriétés agronomiques des sols de cette unité sont proches de celles des sols des entailles d'érosion. Les différences sont une pente faible qui limite les risques d'érosion, et une profondeur exploitable par les racines supérieure.

LE PAYSAGE MORPHO-PÉDOLOGIQUE SUR LES GRÈS DE DAPAONG ET DU MONT BOMBOUAKA

Ce paysage s'étend sur 1 716 km², soit 18,0 % de la région cartographiée. Les grès de Dapaong et du Mont Bombouaka sont composés d'une succession de formations dont la résistance aux phénomènes d'érosion est très variable. Trois niveaux sont particulièrement résistants : les grès saccharoïdes de la formation de Dapaong, les grès fins massifs de la Fosse aux Lions et les grès feldspathiques massifs de la formation du Mont Panabako. Ce sont des grès massifs fréquemment quartzitisés dont la résistance est proche des barres de quartzite de l'Atacorien. Les grès de la formation du Mont Panabako ont résisté lors de l'élaboration de la surface miocène. Ils se sont ensuite trouvés en position dominante dans le paysage lors de la phase d'érosion mio-pliocène qui a conduit à la surface fini-tertiaire et ils constituent actuellement les point les plus élevés de toute la région (520 m au Mont Panabako).

L'élaboration de la surface fini-tertiaire a buté sur les deux autres niveaux de grès durs, et les restes cuirassés de cette surface sont fréquents à une altitude de 300 m, aussi bien dans la région de Dapaong que dans celle de Pana Tiérou.

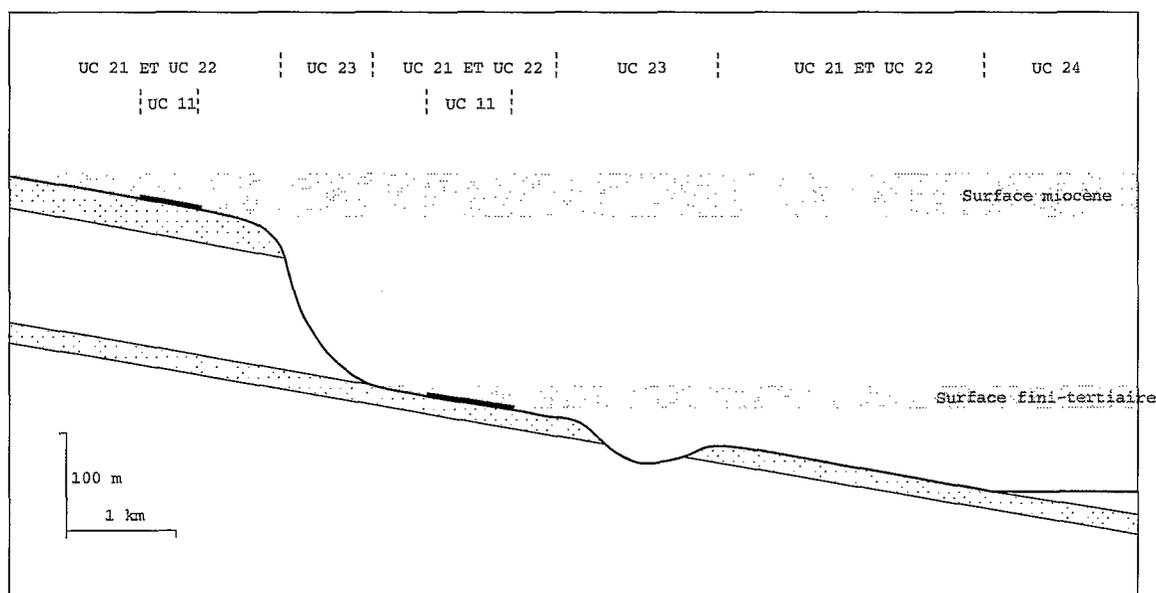


FIGURE 5
Organisation générale du paysage sur les grès de Dapaong et du Mont Bombouaka

L'évolution quaternaire a entaillé ces surfaces sur une profondeur variable selon le niveau de base local. Au niveau du contact avec le socle au nord et au niveau des argilites de la Fosse aux Lions, l'enfoncement du réseau hydrographique a été bloqué par des seuils rocheux gréseux. La reprise d'érosion n'a été que de quelques dizaines de mètres (elle correspond à la différence d'altitude entre le fond de la Fosse aux Lions et le village de Bombouaka). Au niveau du contact avec les formations de la vallée de l'Oti au sud, la reprise atteint près de 200 m, l'Oti étant actuellement à une altitude inférieure de 200 m à la surface fini-tertiaire.

Cette évolution géomorphologique est en relation directe avec la répartition des sols. Sur les deux surfaces d'aplanissement, qui correspondent à des versants conformes au pendage des grès de 1,5 à 2 % vers le sud-sud-est, le grès est fréquemment à l'affleurement. Les sols ne se sont développés que dans des zones déprimées correspondant le plus souvent à des niveaux de grès micacés. Selon l'abondance des affleurements gréseux, deux unités cartographiques ont été distinguées (UC 21 et UC 22). La reprise d'érosion quaternaire a formé des vallées incisées dans la surface fini-tertiaire et a remodelé les versants de raccord entre la surface fini-tertiaire et la surface miocène. Dans les zones d'érosion active, les sols sont peu épais (sols peu évolués). En contrebas, les phénomènes de colluvionnement sont généralisés et les sols sont le plus souvent des sols profonds sans éléments grossiers. Le matériau issu de l'altération des grès est un matériau ferrallitique à sable fin particulièrement mobile sur les versants : il se retrouve le long de vastes glacis de pente insensible (moins de 1 %) jusqu'à 14 km en aval de la limite géologique des grès (région de Barkoissi et de Nagbéni à 40 km au sud-sud-est de Dapaong).

L'évolution actuelle des sols est limitée à un appauvrissement en argile et une prise en masse des horizons supérieurs et à l'apparition de taches en profondeur. La formation de gravillons ferrugineux et l'induration des profils, extrêmement répandus sur les autres formations géologiques du nord Togo, sont ici rares car les sols issus de grès ne sont que rarement engorgés, sauf à proximité des axes de drainage.

Unité cartographique 21 ***Versants conformes au pendage des grès*** ***à nombreux affleurements de roche et falaises***

Cette unité représente 30 % du paysage sur les grès de Dapaong et du Mont Bombouaka. Elle correspond aux zones des surfaces d'aplanissement miocène et fini-tertiaire sur lesquelles la roche (grès-quartzite le plus souvent) est à l'affleurement ou proche de la surface. Ces zones forment de vastes ensembles d'un seul tenant de forme souvent allongée, d'une surface comprise entre 100 et 1 000 ha. Elles sont aisément reconnaissables sur les photographies aériennes par l'abondance des affleurements de roche. Les pentes sont généralement faibles, mais il existe dans cette unité un micro-relief composé d'affleurements de roche dont la hauteur peut atteindre quelques mètres juxtaposés à des dépressions planes, de dimension inférieure à un hectare, dans lesquelles le développement des sols est le plus important.

Sur les versants, cette unité est juxtaposée à l'UC 22 et, vers l'aval, à l'UC 24. Elle est entaillée par les reprises d'érosion (UC 23). Elle inclut des zones cuirassées d'une superficie inférieure à 10 hectares (UC 11).

Cette unité est principalement localisée sur les zones les plus hautes du paysage. Elle est particulièrement étendue sur les plus hauts reliefs correspondant à la surface d'aplanissement miocène.

**COMPARTIMENTS VERTICAUX DU PAYSAGE MORPHO-PÉDOLOGIQUE
SUR LES GRÈS DE DAPAONG ET DU MONT BOMBOUAKA**

Unité morpho-pédologique	Segment pédologique	Extension (% sur le socle)	Modelé	Pente (%) moy. extrê		Caractères généraux des sols	Profondeur moyenne (cm)	Eléments grossiers (% volume)	Drainage interne des horizons A
Amont des versants conformes au pendage des grès et falaises (UC 11, 21 et 22)	Zones à nombreux affleurements de grès (UC 21)	100 à 1000 ha (30%)	Plan (+ falaises)	1.5	0	Affleurements de grès quartzite et sols peu évolués	< 20	20	Très rapide
	Zones à nombreux affleurements de grès peu nombreux (UC 22)	100 à 1000 ha (15%)	Plan	1.8	0	Sols sableux en surface généralement profonds	70	< 20	Très rapide
	Zones cuirassées (UC 11)	1 à 10 ha (< 1%)	Plan	0.5	0	Affleurement de cuirasse	0	-	-
Aval des versants conformes au pendage des grès (UC 24)	Bas de versants colluvionnés	50 à 1000 ha (30%)	Plan	1.2	0	Sols sableux en surface, souvent hydromorphes ou indurés en profondeur	70	< 20	Engorgement temporaire de la base fréquent en bas de versant
Entailles d'érosion (UC 23)	-	100 à 1000 ha (25%)	Concave à plan-concave	2.6	0	À l'amont, sols peu évolués À l'aval, sols sableux en surface et sols hydromorphes	30 70	80 < 20	Très rapide Engorgement temporaire de la base fréquent en bas de versant

Lorsqu'un sol existe, il s'agit le plus souvent d'un sol peu évolué (60 % des cas). Lorsque les sols sont plus profonds, il s'agit de sols ferrugineux tropicaux sableux en surface généralement cuirassés à la base (voir description dans l'UC 24). Les sols contiennent souvent quelques gravillons ferrugineux résultant de la destruction des zones cuirassées.

LES SOLS PEU ÉVOLUÉS SUR RÉGOLITE DE GRÈS

Les sols peu évolués sont caractérisés par la superposition d'horizons sableux contenant des cailloux ou des blocs de grès et d'un horizon de grès (grès micacé ou grès feldspathique) en cours d'altération. La surface du sol est jonchée de débris de grès dont la taille atteint plusieurs décimètres. Ces débris sont souvent faiblement ferruginisés.

Type de sol : Sol peu évolué sur régolite de grès (sol peu évolué d'érosion régosolique sur grès de Dapaong et du Mont Bombouaka 14)

19 profils décrits

	Type horiz.	Prof. base (cm)	Couleur	Taux argile (%)	Taux EG (%)	Structure (fréquence %)	Sous structure (idem)	Porosité (idem)	Cohésion (idem)	Classe drainage
Moyenne	A1	12	10 YR 3/3 à 7,5 YR 4/4	9	19	Massive 79	Par 58	TTP 5	TM 63	1,7
Minimum		5	brun foncé	4	0	Grumel 21	Gru 5	TP 58	M 32	1
Maximum		20		17	60	Poly sub 0 Polyédri 0	Pol 0	P 37 PP 10	PM 5 AC 0	4
Moyenne	A2	30	7,5 YR 4/4 à 5 YR 4/6	17	11	Massive 100	Par 50	TTP 0	TM 60	2,2
Minimum		18	brun foncé	7	0	Grumel 0	Gru 10	TP 60	M 30	1
Maximum		50	à rouge jaunâtre	27	27	Poly sub 0 Polyédri 0	Pol 0	P 40 PP 0	PM 10 AC 0	5
Moyenne	B	44	7,5 YR 4/6 à 5 YR 4/6	23	77	Massive 71	Par 14	TTP 36	TM 29	1,7
Minimum		15	brun vif	11	50	Grumel 29	Gru 29	TP 50	M 50	1
Maximum		110	à rouge jaunâtre	32	95	Poly sub 0 Polyédri 0	Pol 7	P 14 PP 0	PM 14 AC 0	3

Pentes moyennes : 3,7 %

Profondeurs moyennes :

Accessible aux racines : 28 cm

Horizons avec moins de 30 % EG : 18 cm

L'horizon A1 est sableux, avec un taux d'éléments grossiers variable mais souvent faible (moyenne de 19 % volumique). Lorsque le sol n'est pas cultivé depuis longtemps, une structure grumeleuse apparaît dans le chevelu racinaire des graminées.

L'horizon A2, horizon sableux à faible taux d'éléments grossiers, est absent dans la moitié des cas. Il est très proche de l'horizon A1, dont il se distingue par une couleur moins brune et une texture un peu moins sableuse.

L'horizon B, toujours riche en éléments grossiers, est intensément travaillé par la faune du sol : la terre fine est composée de micropeds plus ou moins coalescents (d'où la structure et la sous-structure grumeleuse). Les morceaux de grès sont souvent peu cohérents, se désagrégant sur place : du bas vers le haut du profil les angles des cailloux s'arrondissent progressivement. Les racines

colonisent bien cet horizon. À la base, la limite est souvent brutale avec un niveau de grès-quartzite en place. Le drainage interne de ces sols est très rapide : aucune nappe n'apparaît, même après de fortes pluies.

2 profils analysés

	Type horiz.	Taux de mo		Taux EG (%)	Texture (%)					Complexe d'échange (mé.100g ⁻¹)					Bases totales mé.100g ⁻¹	P ₂ O ₅ total %	pH eau	
		(%)	(‰)		A	LF	LG	SF	SG	Ca	Mg	K	Na	T				S/T (%)
Minimum	A1	1,1	0,7	6	7	5	13	56	5	2,8	1,3	0,16	0,1	4,3	100	24	0,75	6,4
Maximum		1,8	0,9	23	7	7	16	71	14	4,7	1,5	0,29	0,2	5,5	100	35	1,11	6,8
	A2	0,9	0,6	47	9	4	15	61	12	2,1	1,2	0,16	0,1	4,0	89	21	0,84	6,4
Minimum	B	0,5	0,5	69	15	7	9	45	10	0,8	1,7	0,09	0,1	4,0	67	28	0,54	6,0
Maximum		0,9	0,6	83	16	8	12	58	22	3,5	1,8	0,12	0,1	5,9	93	49	0,84	6,3

Le taux de matière organique des deux profils analysés est supérieure à celle de la plupart des sols sur grès (moins de 1%), probablement en raison d'une utilisation agricole peu intensive. La teneur en bases totales est également plus élevée, avec une dominance de sodium, en raison de la présence de minéraux altérables dans l'ensemble du profil.

Les facteurs favorables à l'utilisation agricole de ces sols sont :

- une faible cohésion rendant le travail du sol facile ;
- l'absence d'engorgement ;
- une profondeur accessible aux racines de 28 cm en moyenne.

Les facteurs défavorables sont :

- la présence de nombreux débris de grès dans et sur le sol interdisant toute mécanisation ;
- l'hétérogénéité spatiale ;
- le risque d'érosion lié à des pentes de 3,7% en moyenne ;
- la texture sableuse de l'horizon de surface.

Unité cartographique 22

Versants conformes au pendage des grès à affleurements de roche peu nombreux

Cette unité représente 15% du paysage sur les grès de Dapaong et du Mont Bombouaka. Elle correspond aux mêmes zones d'aplanissement que l'unité cartographique 21. La différence entre les deux unités provient de l'abondance des affleurements de roche. Alors qu'ils sont très abondants dans l'unité cartographique 21, ils sont peu nombreux dans cette unité. Les affleurements sont peu étendus, sous forme de taches de moins de un hectare au sein de vastes ensembles dont la surface est comprise entre 100 et 1 000 hectares.

Sur les versants cette unité est juxtaposée à l'UC 21 et, vers l'aval, à l'UC 24. Elle est entaillée par les reprises d'érosion (UC 23).

La plupart des sols (90 % des cas) sont des sols sableux profonds (sols ferrugineux tropicaux). Ils sont dépourvus d'éléments grossiers (sols ferrugineux tropicaux modaux) dans la moitié des cas. Lorsqu'ils comportent des éléments grossiers, il s'agit de gravillons ferrugineux (sols ferrugineux tropicaux à concrétions) dont la teneur est faible dans les horizons superficiels. Les sols gravillonnaires sont parfois indurés à moins de 1,5 mètre de profondeur (sols ferrugineux tropicaux indurés décrits dans l'UC 24). Les horizons A des différents types de sols ferrugineux sont identiques.

À proximité immédiate des affleurements de grès se trouvent des sols peu évolués (10 % des cas, sols décrits dans l'UC 21), mais ces sols passent en quelques mètres à des sols plus profonds.

LES SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX MODAUX

Les sols ferrugineux tropicaux modaux sont les sols les plus fréquents sur les grès de Dapaong et du Mont Bombouaka (environ 40 % des profils décrits). Ils se trouvent dans toutes les unités cartographiques, et sont les sols les plus fréquents dans toutes les unités à l'exception des unités cartographiques 21, 11 et 5.

Le profil est constitué d'horizons A sableux épais (41 cm en moyenne) passant progressivement à des horizons B plus argileux dépourvus d'éléments grossiers. Lorsque le sol est cultivé, la surface du sol est constituée en saison sèche de sables fins déliés d'une couleur rose caractéristique des sols sur grès. Des cailloux et des blocs de grès peuvent se trouver à la surface du sol jusqu'à une centaine de mètres des affleurements rocheux.

Type de sol : Sol ferrugineux tropical modal (sol ferrugineux tropical lessivé ou appauvri, modal, sur colluvions de grès de Dapaong et du Mont Bombouaka 411)

43 profils décrits

	Type horiz.	Prof. base (cm)	Couleur	Taux argile (%)	Taux EG (%)	Structure (fréquence %)	Sous structure (idem)	Porosité (idem)	Cohésion (idem)	Classe drainage	
Moyenne	A1	16	10 YR 3/3 à 7,5 YR 4/4	8	2	Massive	95	Par 74	TTP 7	TM 60	2,0
Minimum		7	brun foncé	3	0	Grumel	2	Gru 7	TP 33	M 40	1
Maximum		30		17	20	Poly sub	0	Pol 0	P 60	PM 0	4
						Polyédri	0		PP 0	AC 0	
Moyenne	A2	41	7,5 YR 4/4 à 5 YR 4/6	14	1	Massive	98	Par 29	TTP 0	TM 38	2,9
Minimum		25	brun foncé	4	0	Grumel	2	Gru 0	TP 24	M 50	1
Maximum		68	à rouge jaunâtre	35	5	Poly sub	0	Pol 2	P 76	PM 12	4
						Polyédri	0		PP 0	AC 0	
Moyenne	B	116	10 YR 5/4 à 2,5 YR 4/8	29	1	Massive	86	Par 0	TTP 0	TM 0	3,8
Minimum		70	brun jaunâtre	17	0	Grumel	0	Gru 0	TP 21	M 30	1
Maximum		170	à rouge	37	15	Poly sub	5	Pol 21	P 63	PM 70	6
						Polyédri	7		PP 16	AC 0	

Pentes moyennes : 1,6 %

Profondeur moyenne : accessible aux racines : 86 cm

Dans les horizons A1, la structure massive est très fragile : à la moindre pression entre les doigts, les grains de sables se séparent. Lorsque le sol est cultivé en billons apparaît une structure lamellaire souvent très marquée, avec une succession de lits de sables déliés. Dans les vieilles jachères, une tendance grumeleuse grossière s'individualise parfois dans le chevelu racinaire, mais cette structure disparaît dès que le sol est mis en culture. De la texture sableuse à sables peu agglomérés résulte la faible cohésion et une porosité d'assemblage donnant à l'horizon une porosité assez élevée.

Dans les horizons A2, la texture est un peu moins sableuse (14 % d'argile en moyenne). La structure massive est mieux marquée, mais l'horizon reste meuble et poreux. Les horizons A ne sont jamais engorgés en saison des pluies.

Les horizons B ont une teneur en argile de 29 % en moyenne et une couleur rouge généralement bien marquée. Leur structure est le plus souvent massive nette et la cohésion, souvent assez forte à sec (horizon peu meuble dans 70 % des cas), reste assez élevée à l'état humide (horizon compact).

Ces horizons présentent souvent des fentes verticales peu larges (moins de 2 mm) jusqu'à plus de 1 mètre de profondeur. Ces fentes sont régulièrement réparties dans le profil, avec une maille de 30 à 50 cm. En bas de versant, les faces des fentes présentent des revêtements sableux de sable blanc délié.

Une autre particularité de ces sols est la présence fréquente dans les horizons B de niches biologiques abondantes. Ces niches sont grossièrement sphériques, d'un diamètre compris entre 1 et 10 cm (moyenne 4 cm).

Cette texture et ces traits morphologiques sont communs à de nombreux horizons B de sols africains que FAUCK (1972) a appelés "sols rouges". Au Togo, les mêmes caractères sont visibles dans les terres de Barre près du littoral, et dans les sols alluviaux des vieilles terrasses de l'Oti.

La couleur de l'horizon B évolue le long des versants. Elle est nettement rouge en sommet de versant (2.5 YR 4/8), plus brune (10 YR 5/4) en bas de pente. La coloration de l'horizon est rarement homogène : les taches, faiblement indurées ou non, sont fréquentes. Au sommet de l'horizon, voire parfois dans l'horizon A2, apparaissent des taches diffuses ocre (5 YR 5/8). Vers le bas, les taches deviennent bien délimitées, de couleur rouge (2.5 YR 4/6 à 4/8) et jaune (10 YR 6/6 à 6/8). À la base de l'horizon, la couleur de fond de l'horizon présente des décolorations jaunâtres ou blanc grisâtre terne. C'est la présence de ces taches qui a fait suspecter un engorgement temporaire (classe de drainage 3,8 en moyenne). Cependant, contrairement aux sols du socle et à ceux des siltites de la vallée de l'Oti, l'observation des fosses en saison des pluies n'a que très rarement permis de constater la présence d'eau, le ressuyage étant rapide même après les plus fortes pluies. Il est probable que les taches sont un héritage d'une phase plus humide antérieure.

Lorsque le profil contient des éléments grossiers, il s'agit le plus souvent de débris de grès de 1 à 2 cm faiblement ferruginisés, pas de gravillons ferrugineux formés en place.

La limite inférieure des horizons B est de 116 cm en moyenne, mais la limite avec les horizons inférieurs est généralement progressive. Les horizons sous-jacents sont souvent constitués du même matériau que l'horizon B et ils n'en diffèrent que par l'apparition de taches plus abondantes. À une profondeur qui peut atteindre plusieurs mètres apparaît brutalement soit le grès en place, soit un niveau cuirassé, la limite étant souvent précédée sur quelques centimètres par l'apparition que quelques gravillons ferrugineux. La même organisation a été observée quelle que soit l'épaisseur du sol.

Ces sols sableux cultivés, souvent depuis longtemps sans jachère, ont des taux de matière organique toujours inférieurs à 0,8 % en surface (tableau p. 46). Il en découle une faible capacité d'échange cationique en surface (2,5 mé.100g⁻¹), qui augmente en profondeur avec le taux d'argile. Dans les horizons B, la capacité d'échange cationique est inférieure à 20 milliéquivalents pour 100 grammes d'argile, prouvant que la plus grande partie des argiles minéralogiques sont des minéraux 1/1.

Le pH n'est pas acide en surface, même en utilisation intensive en conditions traditionnelles. Les teneurs en phosphore total sont peu élevées en surface, et elles diminuent en profondeur. Les teneurs moyennes en potassium échangeable sont faibles, comprises entre 0,11 et 0,14 mé.100g⁻¹ sur tout le profil.

6 profils analysés

	Type horiz.	Taux de mo (%)	Azote (%)	Taux EG (%)	Texture (%)					Complexe d'échange (mé.100g ⁻¹)					Bases totales mé.100g ⁻¹	P ₂ O ₅ total %	pH eau	
					A	LF	LG	SF	SG	Ca	Mg	K	Na	T				S/T (%)
Moyenne	A1	0,6	0,3	2	5	5	13	50	22	1,7	0,5	0,13	0,1	2,5	90	16	0,52	6,5
Minimum		0,3	0,2	0	3	3	9	32	5	0,4	0,2	0,06	0,0	0,7	50	14	0,29	6,0
Maximum		0,8	0,4	4	8	7	18	76	37	2,9	0,9	0,18	0,1	6,6	100	19	0,79	6,9
Moyenne	A2	0,4	0,3	2	11	6	12	50	21	1,2	0,7	0,11	0,1	3,1	83	17	0,32	6,2
Minimum		0,2	0,2	0	4	3	8	22	5	0,4	0,2	0,06	0,0	0,8	27	14	0,22	5,8
Maximum		0,6	0,3	6	23	9	17	70	33	1,7	1,5	0,16	0,1	7,4	100	21	0,36	6,7
Moyenne	B	0,3	0,3	5	31	9	12	34	14	2,2	1,6	0,14	0,1	5,9	71	23	0,38	5,8
Minimum		0,2	0,3	0	19	4	9	21	3	1,1	0,5	0,07	0,0	4,5	23	15	0,18	5,3
Maximum		0,5	0,4	13	41	15	18	49	19	2,9	2,4	0,25	0,1	8,1	97	32	0,50	6,5

Pour une utilisation agricole, ces sols présentent les facteurs favorables suivants :

- ils sont profonds (profondeur accessible aux racines des plantes annuelles de 86 cm, profondeur beaucoup plus importante pour des arbres) ;
- ils sont faciles à travailler car meubles en surface même à l'état sec ;
- ils sont homogènes latéralement sur des superficies de plusieurs dizaines d'hectares ;
- ils ne comportent pas d'éléments grossiers ;
- ils ne sont jamais engorgés à proximité de la surface ;
- ils ne comportent pas de contrastes brutaux entre les différents horizons.

Les facteurs défavorables sont :

- une texture très sableuse des horizons A, rendant les plantes sensibles aux stress hydriques en début de culture ;
- une faible teneur en matière organique, rendant le sol sensible à l'érosion hydrique et éolienne et responsable, avec le taux d'argile, de propriétés chimiques médiocres ;
- une structure massive sur l'ensemble du profil ;
- des horizons B assez compacts.

Ces sols sont les plus intéressants du nord du Togo au point de vue agricole. Les propriétés agronomiques ont été étudiées depuis longtemps dans la station de Barkoissi et, plus récemment, sur les points d'essai de Nagbéni et de Dapaong-Fosse aux Lions. C'est sur ces sols que s'est développée sans encadrement la culture attelée depuis quelques décennies : le caractère meuble des horizons superficiels est favorable au labour et l'absence d'engorgement de surface permet la culture à plat.

Ces sols peuvent être comparés aux sols ferrugineux à concrétions et indurés du socle éburnéen, qui constituent les meilleurs sols agricoles du socle :

- les sols sur grès ont une profondeur accessible aux racines plus importante (86 cm contre environ 40 cm) ;
- l'évolution des teneurs en argile en fonction de la profondeur est étonnamment proche ;
- les sols sur grès n'ont pas d'éléments grossiers, alors que les horizons B des sols ferrugineux sur le socle sont gravillonnaires ;
- dans les deux cas, la structure est massive sur l'ensemble du profil, caractère habituel de tous les sols ferrugineux tropicaux ;
- la porosité des horizons A est très proche dans les deux cas ;

- les sols sur grès sont plus meubles en surface (l'horizon A1 des sols du socle se prend en masse, alors que les sables restent déliés sur les grès) ;
- les sols sur grès ne sont que rarement engorgés en saison des pluies, alors qu'un engorgement temporaire est fréquent sur le socle ;
- l'évolution des teneurs en matière organique en fonction de la profondeur est identique dans les deux cas ;
- les sols sur grès sont plus argileux en B ;
- les sables fins dominent sur les grès (SF/SG de 2), les sables grossiers dominent sur le socle (SF/SG de 0,5) ;
- la teneur en potassium échangeable de l'horizon de surface est plus élevée sur les grès (+ 50 %), mais elle reste faible ;
- les teneurs en bases totales et en phosphore total sont très proches ;
- le pH est un peu plus faible sur les grès, surtout dans l'horizon B (5,8 contre 6,9).

Cette comparaison fait apparaître que les différences sont très faibles au niveau des propriétés chimiques. Ce qui différencie les deux sols, et donne aux sols sur grès de meilleures potentialités, ce sont les propriétés physiques : profondeur, drainage interne et cohésion de l'horizon de surface principalement.

LES SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX À CONCRÉTIONS

Les sols ferrugineux tropicaux à concrétions sont peu fréquents sur les grès de Dapaong et du Mont Bombouaka : ils représentent 7 % des profils décrits. Ils sont surtout présents sur les versants conformes au pendage des grès, que ce soit en sommet de versant (UC 22) ou en bas de versant (UC 24). Ils ne sont pas très étendus latéralement : ils passent à des sols ferrugineux modaux par approfondissement des horizons sans éléments grossiers et à des sols indurés par prise en masse de la base du profil.

Le profil est constitué d'horizons A sableux (40 cm en moyenne) dans lesquels la teneur en éléments grossiers est toujours inférieure à 40 %, sur un horizon B gravillonnaire plus argileux. En profondeur le grès altéré apparaît. Dans ces sols, les éléments grossiers sont constitués de lithoreliques de grès imprégnés d'oxydes de fer de taille comprise entre 1 et 5 cm, dont le litage reste reconnaissable. Le phénomène d'imprégnation par les oxydes de fer ne semble pas actuel.

En surface, des éléments grossiers identiques à ceux du sol existent parfois. Ils ne sont jamais abondants.

Les caractères des horizons supérieurs de ces sols (tableau p. 48) sont analogues à ceux des sols ferrugineux tropicaux modaux : structure lamellaire en surface lorsque le sol est cultivé en billons, fragilité de la structure massive, faible cohésion. La seule différence est une couleur un peu plus rouge pour les sols à concrétions.

Les horizons B sont caractérisés par une teneur en éléments grossiers qui peut atteindre jusqu'à 85 % en volume. Leur texture et leur structure sont analogues à celles des sols modaux (31 % d'argile en moyenne, structure massive parfois à tendance polyédrique). Contrairement aux sols modaux, ces sols ne présentent pas de loges biologiques et de fentes verticales dans les horizons B. Ils ne présentent pas non plus de taches : la couleur, toujours rouge, est plus homogène que dans les sols modaux. L'absence de taches est la raison pour laquelle la classe de drainage moyenne de ces sols est de 2,9 (contre 3,9 pour les sols modaux), bien qu'aucune différence en ce qui concerne l'engorgement des sols n'ait été observée en saison des pluies.

Type de sol : Sol ferrugineux tropical à concrétions
(sol ferrugineux tropical lessivé ou appauvri, à taches ou concrétions, non hydromorphe,
sur colluvions de grès de Dapaong et du Mont Bombouaka 4211)

10 profils décrits

	Type horiz.	Prof. base (cm)	Couleur	Taux argile (%)	Taux EG (%)	Structure (fréquence %)	Sous structure (idem)	Porosité (idem)	Cohésion (idem)	Classe drainage
Moyenne	A1	18	7,5 YR 4/4 à 5 YR 4/6	8	10	Massive 100	Par 90	TTP 0	TM 60	1,7
Minimum		12	brun	5	0	Grumel 0	Gru 0	TP 50	M 40	1
Maximum		30	à rouge jaunâtre	12	30	Poly sub Polyédri 0	Pol 0	P 50 PP 0	PM 0 AC 0	2
Moyenne	A2	40	5 YR 4/6	23	11	Massive 90	Par 20	TTP 0	TM 10	1,9
Minimum		27	rouge jaunâtre	7	0	Grumel 10	Gru 0	TP 60	M 90	1
Maximum		70		37	40	Poly sub Polyédri 0	Pol 0	P 40 PP 0	PM 0 AC 0	3
Moyenne	B	110	5 YR 5/8 à 2,5 YR 4/8	31	48	Massive 100	Par 0	TTP 10	TM 0	2,9
Minimum		45	rouge jaunâtre	27	10	Grumel 0	Gru 20	TP 30	M 30	1
Maximum		200	à rouge	37	85	Poly sub Polyédri 0	Pol 10	P 50 PP 10	PM 70 AC 0	6

Pentes moyennes : 1,4 %

Profondeurs moyennes :

Accessible aux racines : 77 cm

Horizons avec moins de 30 % EG : 61 cm

Les propriétés agricoles de ces sols sont très proches de celles des sols modaux. Ils n'en diffèrent que par une profondeur accessible aux racines un peu plus faible (77 cm contre 86 cm), mais qui reste une des plus élevées de tout le nord du Togo.

Unité cartographique 11 **Les plateaux cuirassés**

Les zones cuirassées représentent moins de 1 % des sols sur les grès de Dapaong et du Mont Bombouaka. Elle apparaissent sous forme de taches de un à dix hectares en position dominante sur les versants conformes au pendage des grès dans les zones d'affleurements rocheux abondants (UC 21). Il s'agit de témoins des surfaces d'aplanissement miocène et fini-tertiaire. Ces plateaux cuirassés sont faciles à localiser sur les photographies aériennes.

Sur ces plateaux, la cuirasse est affleurante. Elle est principalement constituée d'oxydes de fer. Contrairement à ce qui a pu être observé en Côte d'Ivoire, il n'a pas été possible de mettre en évidence de bauxite dans la cuirasse miocène.

Ces zones sont impropres à toute utilisation agricole.

Unité cartographique 24

Aval des versants conformes au pendage des grès

Cette unité représente 30 % du paysage sur les grès de Dapaong et du Mont Bombouaka. Elle correspond aux zones d'atterrissement du matériau colluvial transporté sur le versant des grès. La profondeur des sols est généralement de plusieurs mètres. Lorsque la base du profil a été atteinte, un horizon induré a souvent été trouvé. L'unité cartographique 24 apparaît sous forme d'ensembles étendus de 50 à 1 000 ha d'un seul tenant. Les pentes sont toujours faibles (1,2% en moyenne). Les affleurements rocheux sont très rares.

Sur les versants, cette unité est juxtaposée à l'UC 21 et à l'UC 22. Vers l'aval, elle se poursuit parfois vers des plaines alluviales (UC 5) ou constitue la transition vers d'autres types de roches (silexites ou siltites). Dans ce cas, le recouvrement colluvial est souvent de faible épaisseur et la présence d'un niveau induré à la base du profil est généralisé.

La plupart des sols (90 %) sont des sols ferrugineux tropicaux profonds sableux en surface. Parmi eux les sols modaux (décrits dans l'UC 22) sont les plus fréquents (50 %), suivis des sols indurés (30 %, décrits ci-dessous) et des sols à concrétions (10 %, décrits dans l'UC 22). Les sols modaux sont localisés dans les zones où le colluvionnement est épais (plus de 2 mètres). Les sols à concrétions et les sols indurés sont généralement associés dans les zones à colluvionnement moins épais.

Bien que le drainage interne des colluvions issus de grès soit très rapide, les sols situés en bas de versant à proximité des axes de drainage sont parfois engorgés (10 % des sols observés). Il s'agit de sols sableux dont les horizons A présentent des traces d'hydromorphie.

LES SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX INDURÉS

Les sols ferrugineux tropicaux indurés ne sont pas très fréquents sur les grès de Dapaong et du Mont Bombouaka : ils représentent 20 % des profils décrits. Ils sont surtout présents à l'aval des versants (30 % des sols de l'UC 24), mais ils représentent également 20 % des sols des unités 21 et 22. Ils ne sont pas très étendus latéralement, passant rapidement à des sols ferrugineux modaux ou à de la cuirasse affleurante.

Ces sols sont souvent situés à faible distance d'affleurements de grès ou de cuirasse. En surface, les gravillons ferrugineux ou les cailloux de grès sont souvent abondants, mais ils ne forment jamais de véritable mulch d'éléments grossiers.

Le profil est constitué d'horizons A sableux pratiquement dépourvus d'éléments grossiers sur un horizon B dans lequel la teneur en éléments grossiers n'est jamais très élevée (60 % au maximum, 18 % en moyenne). Un horizon A2 a été distingué dans la moitié des cas environ. À la base du profil, la limite avec le niveau induré, carapace ou cuirasse gravillonnaire ou vacuolaire, est brutale. L'épaisseur du niveau induré est souvent de 30 à 50 cm. La cuirasse ou la carapace repose sur le grès, souvent non altéré.

Type de sol : Sol ferrugineux tropical induré
(sol ferrugineux tropical lessivé ou appauvri, induré, sur grès de Dapaong et du Mont Bombouaka 4311)

23 profils décrits

	Type horiz.	Prof. base (cm)	Couleur	Taux argile (%)	Taux EG (%)	Structure (fréquence %)	Sous structure (idem)	Porosité (idem)	Cohésion (idem)	Classe drainage
Moyenne	A1	13	10 YR 3/3 à 7,5 YR 4/4	11	8	Massive 100	Par 39	TTP 0	TM 57	2,1
Minimum		5	brun foncé	4	0	Grumel 0	Gru 9	TP 39	M 43	1
Maximum		20		22	40	Poly sub 0 Polyédri 0	Poi 0	P 61 PP 0	PM 0 AC 0	4
Moyenne	A2	31	10 YR 3/3 à 7,5 YR 4/4	17	9	Massive 79	Par 21	TTP 0	TM 21	2,8
Minimum		22	brun foncé	7	0	Grumel 7	Gru 7	TP 21	M 71	1
Maximum		42		27	50	Poly sub 0 Polyédri 0	Pol 7	P 79 PP 0	PM 7 AC 0	4
Moyenne	B	67	10 YR 6/6 à 5 YR 4/6	27	18	Massive 75	Par 0	TTP 10	TM 0	3,3
Minimum		23	jaune brunâtre	17	0	Grumel 10	Gru 15	TP 40	M 60	1
Maximum		140	à rouge jaunâtre	37	60	Poly sub 0 Polyédri 15	Pol 25	P 45 PP 5	PM 40 AC 0	5

Pentes moyennes : 1,5 %

Profondeurs moyennes :

Accessible aux racines : 48 cm

Horizons avec moins de 30 % EG : 13 cm

Les propriétés des horizons A de ces sols sont identiques à celles des autres sols ferrugineux tropicaux (Cf. sols ferrugineux tropicaux modaux décrits dans l'UC 22).

L'horizon B présente des taches plus ou moins indurées de couleur ocre (5 YR 5/8 à 2,5 YR 4/8), parfois à centre noir. Les éléments grossiers sont constitués de lithoreliques de grès ferruginisées.

Les horizons B de ces sols sont fortement travaillés par la faune du sol. Il en résulte une structure à tendance grumeleuse et surtout une porosité élevée et une faible cohésion. Malgré cette forte activité, l'imprégnation de matière organique est irrégulière dans la masse de l'horizon.

3 profils analysés

	Type horiz.	Taux de mo (%)	Azote (‰)	Taux EG (%)	Texture (%)				Complexe d'échange (mé.100g ⁻¹)					Bases totales mé.100g ⁻¹	P ₂ O ₅ total ‰	pH eau		
					A	LF	LG	SF	SG	Ca	Mg	K	Na				T	S/T (%)
Moyenne	A1	1,0	0,4	16	7	6	16	44	26	2,0	0,8	0,13	0,1	3,6	85	19	0,74	6,2
Minimum		1,0	0,3	4	5	4	13	29	8	1,7	0,7	0,10	0,0	2,3	64	16	0,66	6,1
Maximum		1,1	0,5	34	10	7	22	57	42	2,5	1,0	0,17	0,1	5,8	100	22	0,88	6,2
Minimum	A2	0,6	0,4	8	8	4	11	41	9	0,8	0,4	0,04	0,1	2,6	39	16	0,50	5,5
Maximum		0,8	0,4	21	15	8	26	50	28	1,7	0,6	0,08	0,1	3,4	93	18	0,60	5,9
Moyenne	B	0,7	0,4	21	24	8	16	30	24	1,4	1,0	0,09	0,1	4,1	47	21	0,50	5,5
Minimum		0,6	0,4	11	17	6	11	26	6	0,3	0,2	0,04	0,0	2,7	17	16	0,30	4,9
Maximum		0,8	0,4	30	32	11	21	33	41	3,4	2,6	0,14	0,1	5,5	100	32	0,63	6,6

Les propriétés chimiques des trois profils analysés sont proches de celles des autres sols ferrugineux tropicaux sur grès. Ils s'en distinguent par un taux de matière organique un peu plus élevé sur tout le profil ainsi que par une désaturation plus importante de l'horizon B.

Les propriétés agronomiques de ces sols sont très proches de celles des sols ferrugineux tropicaux modaux, dont ils ne se distinguent que par une profondeur plus faible (48 cm contre 86 cm), qui reste cependant assez élevée dans le contexte régional.

LES SOLS SABLEUX ENGORGÉS À FAIBLE PROFONDEUR

Les sols sableux de bas de versant sont composés d'un matériau dans lequel la teneur en argile augmente progressivement en profondeur (de 11 % en moyenne en surface à 21 % dans l'horizon B). Ce matériau est généralement homogène, sans que la superposition de différents niveaux d'apports soit visible. L'origine colluviale est parfois attestée par la présence de lentilles de gravillons ferrugineux au sein des horizons sableux. À l'exception de ces lentilles, ces sols sont toujours dépourvus d'éléments grossiers.

Lorsque les sols ne sont pas cultivés, la surface du sol présente de nombreux turricules de vers et trente à quarante termitières de 30 à 40 cm de hauteur à l'hectare.

Type de sol : Sol sableux engorgé à faible profondeur

(Sol hydromorphe à pseudogley, colluvial sableux issus de grès de Dapaong ou du Mont Bombouaka 69)

11 profils décrits

	Type horiz.	Prof. base (cm)	Couleur	Taux argile (%)	Taux EG (%)	Structure (fréquence %)	Sous structure (idem)	Porosité (idem)	Cohésion (idem)	Classe drainage
Moyenne	A1	17	10 YR 3/3 à 10 YR 5/3	11	1	Massive 91	Par 9	TTP 9	TM 36	4,9
Minimum		10	brun foncé	4	0	Grumel 0	Gru 18	TP 27	M 64	2
Maximum		25	à brun	17	5	Poly sub 0 Polyédri 0	Pol 0	P 64 PP 0	PM 0 AC 0	6
Moyenne	A2	47	10 YR 3/3 à 10 YR 5/4	12	0	Massive 100	Par 13	TTP 0	TM 25	5,6
Minimum		25	brun foncé	6	0	Grumel 0	Gru 0	TP 25	M 63	5
Maximum		65	à brun jaunâtre	17	0	Poly sub 0 Polyédri 0	Pol 0	P 75 PP 0	PM 13 AC 0	6
Moyenne	B	102	10 YR 5/3 à 10 YR 6/4	21	1	Massive 80	Par 0	TTP 10	TM 20	5,9
Minimum		65	brun	10	0	Grumel 0	Gru 0	TP 10	M 60	5
Maximum		155	à brun jaunâtre clair	32	5	Poly sub 0 Polyédri 20	Pol 10	P 70 PP 10	PM 20 AC 0	6

Pentes moyennes : 0,7 %

Profondeur moyenne accessible aux racines du riz : 71 cm

Les horizons A1 de ces sols étant un peu moins sableux que celle des sols ferrugineux tropicaux, la structure massive est moins fragile et la tendance est plus grumeleuse que particulière.

Lorsque l'hydromorphie est peu marquée, des taches ocres (7,5 YR 5/6 à 5/8) non indurées de 1 à 2 cm apparaissent dans les horizons A. Lorsqu'elle est plus accentuée, des gaines rouille apparaissent le long des racines. Vers la base de l'horizon A2, les taches ocres deviennent souvent abondantes (jusqu'à 30 % du volume).

Dans les horizons B, la structure présente souvent une tendance polyédrique marquée. La couleur de ces horizons n'est jamais homogène. Ils présentent souvent des traînées blanches plus ou moins indurées et des plages jaunâtres. Des taches nombreuses sont fréquentes. Leur couleur varie du brun (10 YR 4/4) au rouge (2,5 YR 4/8). Ces taches sont parfois légèrement indurées. Au sein de ces horizons apparaissent parfois des descentes ou des poches de matériau plus riche en matière organique dans d'anciennes racines mortes, des fentes ou de niches biologiques.

Ces sols sont généralement meubles sur tout le profil. À la base du profil, l'engorgement est plus accentué. Les taches sont fréquemment indurées, mais les véritables cuirasses de battement de nappe sont rares.

2 profils analysés

	Type horiz.	Taux de mo (%)	Azote (%)	Taux EG (%)	Texture (%)				Complexe d'échange (mé.100g ⁻¹)					Bases totales mé.100g ⁻¹	P ₂ O ₅ total ‰	pH eau		
					A	LF	LG	SF	SG	Ca	Mg	K	Na				T	S/T (%)
Minimum	A1	1,2	0,4	0	6	7	16	54	6	0,9	0,4	0,08	0,0	2,0	72	16	0,34	5,5
Maximum		1,4	0,6	0	7	8	21	62	13	5,2	1,4	0,33	0,1	6,3	100	22	0,83	7,1
Minimum	A2	0,4	0,2	2	7	7	23	57	7	0,6	0,6	0,06	0,1	1,6	89	15	0,16	5,7
Maximum		0,4	0,2	2	7	7	23	57	7	0,6	0,6	0,06	0,1	1,6	89	15	0,16	5,7
Minimum	B			3	7	6	13	51	14	1,1	0,5	0,09	0,0	1,9	87	18	0,15	6,1
Maximum				29	13	10	14	59	15	1,1	1,1	0,15	0,2	2,1	100	20	0,27	6,1

Les propriétés chimiques des deux profils analysés sont proches de celles des autres sols sur grès, à l'exception d'un taux de matière organique un peu plus élevé en surface.

Les propriétés favorables à une intensification de l'utilisation agricole de ces sols sont :

- une profondeur accessible aux racines de 71 cm ;
- des pentes faibles ;
- la faible cohésion du sol ;
- la présence d'eau en profondeur ;
- l'absence d'éléments grossiers ;
- l'homogénéité spatiale des sols.

Les facteurs défavorables sont :

- l'engorgement temporaire à faible profondeur ;
- la texture sableuse.

Ces sols sont donc intéressants au point de vue agricole. Ils ne peuvent que rarement convenir pour les cultures de riz, car l'engorgement de surface est de trop courte durée. Ils sont en revanche bien adaptés pour l'igname, le manioc ou le maïs, en effectuant des buttes ou des billons pour maîtriser l'engorgement. Ces sols conviennent également très bien aux cultures arborées.

Unité cartographique 23

Entailles d'érosion

Cette unité représente 25 % du paysage sur les grès de Dapaong et du Mont Bombouaka. Elle correspond aux entailles quaternaires dans les surfaces d'aplanissement miocène et fini-tertiaire. Ces entailles ont généralement une profondeur de quelques dizaines de mètres, mais elles peuvent atteindre jusqu'à 200 mètres, comme dans la région de Bidjenga.

L'unité cartographique 23 apparaît sous forme de grandes zones de 100 à 1 000 hectares qui recourent les anciennes surfaces structurales sur lesquelles sont situées les UC 21 et 22.

La forme des entailles est concave au sommet, le raccord à la surface structurale étant armé par une barre de grès quartzite ou de grès feldspathique. Elle est concave à plan-concave vers l'aval. À l'amont des entailles, les sols peu évolués (décrits dans l'UC 21) dominant, juxtaposés à des affleurements de grès assez abondants. À l'aval se trouvent généralement des sols ferrugineux tropicaux modaux profonds (décrits dans l'UC 22), très rarement des sols gravillonnaires ou indurés. En effet, les formes jeunes correspondant à l'UC 23 se sont développées en incisant les niveaux gréseux qui portaient les cuirasses anciennes. Les niveaux cuirassés ont donc été déblayés, ainsi que les gravillons résiduels. Par ailleurs, les phénomènes actuels d'individualisation des oxydes de fer sont peu répandus, sauf à proximité des axes de drainage où sont situés des sols sableux profonds souvent hydromorphes à faible profondeur (15 % des sols des entailles, décrits dans l'UC 24). Des affleurements de grès sont fréquents sur tout le versant.

Les sols des entailles sont très cultivés. Les parties aval, qui portent des sols sableux profonds, sont les plus propices à une intensification de l'agriculture. La présence de pentes un peu plus importantes que dans l'UC 22 ou l'UC 24 constitue cependant un risque en ce qui concerne l'érosion. Par ailleurs, la présence d'affleurements rocheux dispersés serait une contrainte sérieuse pour toute mécanisation.

LE PAYSAGE MORPHO-PÉDOLOGIQUE SUR LES ARGILITES ET SILTITES DE LA FOSSE AUX LIONS

Ce paysage s'étend sur 367 km², soit 3,8 % de la région cartographiée. Le groupe de la Fosse aux Lions constitue un ensemble meuble de 250 mètres d'épaisseur intercalé entre les niveaux gréseux massifs de la formation de Dapaong et de la formation du Mont Panabako. Les argilites et les siltites de ce groupe ont donc constitué une zone dans laquelle l'érosion régressive a été particulièrement active. Elles constituent actuellement des dépressions dominées par des escarpements de 150 à 200 mètres de commandement taillés dans les grès.

La principale dépression est celle de la Fosse aux Lions. Elle est orientée ouest-sud-ouest est-nord-est et elle s'étend entre la Fosse de Dung, à la frontière du Ghana, et le sud de Koundjoaré. Au niveau de Nano, elle s'étend vers le sud-est au-delà du village de Bogou. À l'est, son extension est maximale : elle atteint une largeur de 5 à 10 km dans la zone du Mont Kotiaré (10 km au sud de Namoundjoga) et dans une vaste zone peu accessible située à 15 km au sud-ouest de Koundjoaré.

Le groupe de la Fosse aux Lions a également été mis à l'affleurement dans la région de Naki Est (Sawaga et Nakitindi-Laré sur la carte à 1/200 000). Il s'agit là d'une fenêtre de 5x4 km ouverte au sein des grès par la rivière Mandaré.

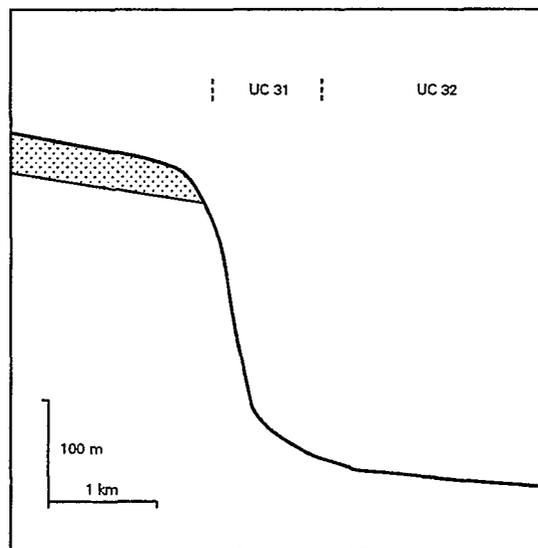


FIGURE 6

Organisation générale du paysage sur les argilites et les siltites de la Fosse aux Lions

Ce paysage est constitué de deux unités : les versants de raccord aux formations gréseuses (UC 31) et les dépressions (UC 32). Vers l'aval, à proximité des seuils rocheux qui constituent le niveau de base local (Fosse de Dung et plaine de la Sansargou au nord de Borgou), se sont développées des zones alluviales souvent hydromorphes à sols sableux à sables fins. Ces zones ont été rattachées au paysage de plaines alluviales.

Les versants de raccord ont des pentes fortes à très fortes (souvent plus de 10 %). Lorsqu'il existe des sols, il s'agit de sols peu évolués, avec parfois un faible recouvrement colluvial de grès. Ces sols, parfois cultivés en terrasses rudimentaires, ne sont pas aptes à une intensification de l'utilisation agricole.

Les pentes des dépressions sont toujours faibles : elles dépassent rarement 2 %. Par leur position en contrebas des grès, ces zones sont soumises à des apports de matériaux colluviaux gréseux. Elles sont par ailleurs toujours soumises à une érosion active, en particulier dans tout le bassin-versant de l'Oti. Il en résulte une grande diversité des sols à une échelle souvent inférieure à un hectare, qui interdit toute représentation cartographique. Lorsque les phénomènes d'érosion sont très actifs, les argillites et les siltites sont à l'affleurement ou proches de la surface (4 km au sud de Nano et zone du Mont Kotiaré). Dès que l'érosion est moins forte, des sols indurés se développent car une nappe se forme en saison des pluies au contact des argillites et des siltites. Les sols sont des sols ferrugineux tropicaux indurés identiques à ceux du groupe de l'Oti. Lorsque les sols sont colluvionnés, le développement des sols dépend de l'épaisseur du colluvionnement : lorsqu'il est peu épais, les sols sont indurés à faible profondeur, les horizons de surface étant constitués d'horizons sableux à sables fins souvent engorgés à faible profondeur en saison des pluies. Lorsque le colluvionnement est épais (il atteint jusqu'à plusieurs mètres d'épaisseur), les sols sont analogues aux sols sableux profonds des grès (sols ferrugineux tropicaux modaux). L'aptitude agricole de ces sols est extrêmement variable, mais les zones d'aptitude élevée s'étendant sur plusieurs hectares sont rares.

LE PAYSAGE MORPHO-PÉDOLOGIQUE SUR LES ARGILITES ET SILTITES DE L'OTI

Ce paysage s'étend sur 2 158 km², soit 22,6 % de la région cartographiée. Le paysage morpho-pédologique qui s'est différencié sur les argilites et les siltites de l'Oti est caractérisé par de grands plateaux à pente très faible (moins de 1 % en moyenne). Ces plateaux sont en partie hérités de la topographie fini-tertiaire, mais ils sont également composés d'éléments quaternaires situés en continuité topographique avec les témoins fini-tertiaires. L'ensemble forme des glacis très réguliers dont la longueur atteint jusqu'à 6 km. Les sols sont très fortement gravillonnaires dès la surface et ils sont le plus souvent indurés à moyenne profondeur. La roche altérée apparaît vers 1,2 m et la roche saine vers 1,5 m. Une nappe perchée soutirante se crée à leur base en saison des pluies, mais l'hydromorphie n'affecte que rarement les horizons superficiels.

En raison de la proximité de l'Oti, ces plateaux sont soumis à une reprise d'érosion souvent vive. Ce rajeunissement de la forme, net sur les photographies aériennes, est peu visible sur le terrain car il ne produit qu'une rupture de pente peu marquée, les entailles d'érosion ayant des pentes inférieures à 2 % en moyenne et une forme le plus souvent rectiligne. Grossies par les apports de l'amont, les circulations latérales sont très importantes à l'intérieur des sols. Les horizons blanchis par départ de matière sont systématiques, le soutirage ne laissant que des résidus de roche plus ou moins imprégnés d'oxydes métalliques. Soumis à une intense érosion interne et externe, les sols sont peu profonds, la roche apparaissant vers 60 cm de profondeur.

À l'aval des entailles, les versants sont rectilignes, avec une très faible pente (1 % en moyenne). Du fait de l'imperméabilité de la roche, les sols sont le plus souvent engorgés. Dans les zones où l'érosion est active, les sols sont composés d'une mince couverture sableuse sur l'argile d'altération. Ailleurs se forment des niveaux indurés (carapace ou cuirasse) soit par battement de nappe soit par coalescence des résidus de roche.

La limite géologique entre le groupe de l'Oti et les grès du Mont Bombouaka est soulignée par un niveau de silexites (jaspes) d'une centaine de mètres d'épaisseur qui se présente sous la forme de lits de 1 à 5 cm d'épaisseur se débitant en plaquettes. Cette roche étant plus résistante que les argilites et les siltites à l'érosion, les silexites forment des petites collines d'une dizaine de mètres de hauteur. Leurs versants présentent une forme convexe caractéristique avec des sols caillouteux peu évolués. Les affleurements de silexites ne représentant qu'une surface très faible, ces versants convexes ont été rattachés au paysage sur les argilites et les siltites avec lesquels ils sont en continuité par les plateaux cuirassés qui les dominent.

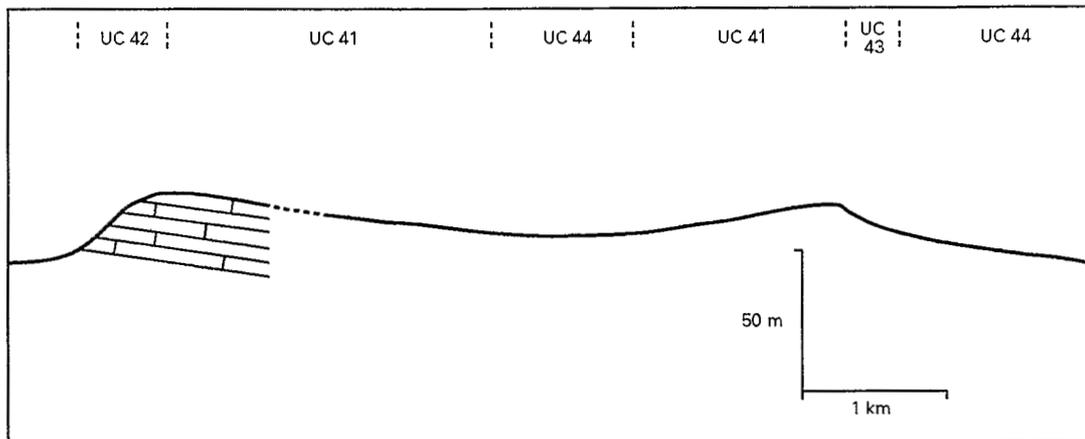


FIGURE 7
Organisation générale du paysage sur les argilites et siltites de l'Oti

COMPARTIMENTS VERTICAUX DU PAYSAGE MORPHO-PÉDOLOGIQUE SUR LES ARGILITES ET SILTITES DE L'OTI

Unité morpho-pédologique	Segment pédologique	Extension (% sur le socle)	Modelé	Pente (%) moy. extré		Caractères généraux des sols	Profondeur moyenne (cm)	Éléments grossiers (% volume)	Drainage interne des horizons A
Plateaux cuirassés UC 41		100 à 10 000 ha (40 %)	Plan à plan-concave	0,9 0	3	Sols fortement gravillonnaires indurés en profondeur	35	65	Généralement rapide
Entailles d'érosion UC 43		10 à 200 m (10 %)	Rectiligne à concave	1,9 1	5	Sols gravillonnaires peu épais et sols peu évolués riches en débris de roche	30	70	Engorgement temporaire à la base
Bas de versant UC 44		100 à 1500 m (50 %)	Rectiligne	1,0 0	3	Sols indurés souvent hydromorphes et sols hydromorphes sableux peu épais	30 (riz)	< 15	Engorgement en surface ou à faible profondeur
Versants sur silexites UC 42		1 à 10 ha (< 1 %)	Convexe	2,0 1	3	Sols peu évolués caillouteux	7	50	Variable

Unité cartographique 41

Plateaux cuirassés

Cette unité représente environ 40 % du paysage sur les argillites et des siltites de l'Oti. Les plateaux cuirassés couvrent tous les sommets de versants. Leur forme est très régulière, avec des pentes comprises entre 0 et 3%. Ils sont le plus souvent limités à l'aval par les entailles d'érosion (UC 43), mais ils se poursuivent parfois jusqu'en bas de versant où ils passent insensiblement à l'unité 44 et ses sols engorgés.

Les sols des plateaux cuirassés sont constitués d'un matériau gravillonnaire épais (120 cm) reposant sur la roche altérée. Dans 75 % des cas ce matériau est induré à une profondeur moyenne de 50 cm. Aussi les deux types de sols les plus fréquents des plateaux cuirassés sont les sols indurés et les sols à concrétions. L'induration est ancienne, les niveaux indurés étant actuellement soumis à un décuirassement à partir des horizons superficiels et à partir de la base du profil. Des blocs de cuirasse se retrouvent isolés, même dans les horizons de surface, au sein d'horizons gravillonnaires résultant de leur dégradation.

Les horizons gravillonnaires ne présentent qu'une faible capacité de rétention pour l'eau. C'est pourquoi une nappe perchée temporaire se forme rapidement en saison des pluies au contact de l'altérite. Les argillites et les siltites se délitent en "savonnettes" dans la nappe et leurs particules se mettent en suspension. Comme cette nappe circule rapidement malgré la faiblesse de la pente, tous les minéraux sont exportés : il ne reste aucune structure héritée de la roche au-dessus du plancher de la nappe. Le squelette des horizons est constitué par des concrétions ferrugineuses au contact les unes des autres qui créent une macro-porosité très large favorable à la circulation de la nappe.

Cette érosion interne se double d'une érosion externe : d'une part le sol est très peu couvert par la végétation après les feux de brousse ; d'autre part la surface du sol se glace, en raison d'une texture limoneuse. C'est pourquoi, malgré une activité biologique généralement intense dans les horizons de surface, l'épaisseur des horizons superficiels sans éléments grossiers (horizons A0) est en moyenne de 8 cm. Ces horizons ont été observés environ une fois sur deux, aussi bien dans le cas des sols indurés que dans celui des sols gravillonnaires.

Les ondulations des plateaux créent des zones déprimées dans lesquelles l'hydromorphie est plus accentuée. Ces zones, qui représentent environ 5 % des plateaux, comportent des sols ferrugineux tropicaux hydromorphes indurés décrits dans l'unité de bas de versant (UC 44).

Les plateaux sont donc composés de 70 % de sols indurés non hydromorphes, de 25 % de sols gravillonnaires et de 5 % de sols indurés hydromorphes.

Les sols indurés non hydromorphes et les sols gravillonnaires sont juxtaposés à une échelle métrique et leurs horizons sont en continuité. C'est pourquoi leurs horizons A0, A1 et A2 présentent des caractères très proches, la principale différence provenant d'une teneur en matière organique systématiquement plus élevée dans les sols indurés. Ils diffèrent par leurs horizons B, car l'horizon B des sols gravillonnaires correspond au niveau induré des sols indurés.

Le taux d'éléments grossiers (gravillons ferrugineux et cailloux et blocs de cuirasse) est supérieur à 30 % en volume dès 7 cm en moyenne. Il est de près de 50 % dans l'horizon A1 et il augmente en profondeur. La nature des éléments grossiers évolue avec la profondeur : en surface il s'agit principalement de gravillons ferrugineux de taille centimétrique de forme irrégulière, alors que vers la base les lithoreliques ferruginisées deviennent dominantes. Les horizons sont constitués par un squelette d'éléments grossiers au contact les uns des autres qui détermine une macro-porosité très

large très incomplètement remplie par de la terre fine. Celle-ci est intensément travaillée par la faune : elle est le plus souvent constituée par la juxtaposition de micropeds plus ou moins coalescents.

Le niveau de circulation de l'eau est généralement situé à la base des horizons gravillonnaires au contact de l'altérite, bien qu'il ne s'agisse pas d'une règle générale : l'horizon de soutirage est parfois situé au milieu du profil, probablement en raison de seuils situés à l'intérieur des sols de l'aval. Dans ces horizons la terre fine n'apparaît que sous forme de dépôts à la base des pores, les éléments grossiers étant souvent entièrement lavés. Ces horizons descendent parfois sous forme de langues de quelques centimètres à une dizaine de centimètres dans l'altérite sous-jacente.

L'altérite est un horizon argileux à structure polyédrique marquée dont l'épaisseur est très variable à l'intérieur même d'un profil, d'absente à 30 cm environ. Elle est de couleur gris à gris verdâtre (10 YR 7/2 à 5 Y 6/4) avec de nombreuses taches ocres (7,5 YR 6/8) et parfois des taches rouges ou noires. La roche saine, qui se délite au contact de l'eau, est de couleur verdâtre avec parfois des taches noires.

À l'observation sur le terrain, deux types de sols indurés et de sols à concrétions apparaissent nettement en fonction de leur couleur. Les premiers sont des sols qui présentent une couleur ocre (5 YR) au niveau des horizons A2 et B. Ces sols ont une structure très finement grumeleuse (micropeds) ou polyédrique (micropeds coalescents au contact des éléments grossiers) dans les horizons A2 et B. Les seconds ont une couleur plus terne (7,5 YR), probablement en raison d'une hydromorphie un peu plus importante. Leurs horizons gravillonnaires sont un peu plus cohérents, la structure étant plus massive (les micropeds ne restent pas individualisés). Ces deux types de sols apparaissent aussi fréquemment dans le paysage. Leur aptitude culturale est voisine, bien que les sols ocres semblent un peu mieux structurés et drainés. Après avoir vérifié la concordance des autres caractères et s'être assuré qu'ils apparaissent dans les mêmes positions topographiques, ces deux types de sols ont été regroupés.

LES SOLS INDURÉS À CONCRÉTIONS (SÉRIE DE TCHANAGA, DE MILLETTE ET VIEILLEFON)

Si les sols indurés sont les sols les plus abondants des plateaux (70 %), ils sont également présents dans l'ensemble du paysage (20 % des sols des entailles de l'UC 43 et 30 % des sols du bas de versant de l'UC 44). Les gravillons deviennent en effet coalescents même sur les formes les plus jeunes pour former des niveaux indurés. À partir du moment où le niveau induré est individualisé, la morphologie du profil est identique, quelle que soit la position dans le paysage.

Les termitières sont assez fréquentes sur ce type de sols : il s'agit souvent d'une association d'une cinquantaine de termitières de 40 cm de hauteur à l'hectare et de quelques termitières cathédrales.

Le profil est toujours constitué d'un matériau gravillonnaire plus ou moins humifère dans lequel deux horizons (A1 et A2) peuvent généralement être distingués. L'épaisseur d'apparition du niveau cuirassé varie à une échelle métrique, mais les affleurements cuirassés sont rares. Lorsque le profil est profond, un horizon B peut être distingué (25 % des cas).

Lorsqu'il existe un horizon A0 (50 % des cas), il n'y a pas de gravillons en surface et la surface du sol est souvent glacée et de couleur grise. La surface du sol présente souvent des turricules de vers, mais ils sont rarement nombreux. Lorsque l'horizon A0 est absent, les gravillons forment un pavage qui couvre généralement entre 50 et 80 % de la surface. Dans ce cas, la surface présente souvent quelques blocs de cuirasse. La mise en culture produit une disparition de l'horizon A0 et l'apparition du pavage gravillonnaire. Après quelques années de jachère l'horizon A0 se reconstitue et le pavage gravillonnaire disparaît. L'horizon A0 est massif, sauf dans le chevelu racinaire où une structure grumeleuse fragile apparaît parfois. Cette structure disparaît à la mise en culture.

Type de sol : Sol ferrugineux tropical induré à concrétions (sol ferrugineux tropical lessivé ou appauvri, induré, à concrétions, sur argillites et siltites de l'Oti 43222)

47 profils décrits

	Type horiz.	Prof. base (cm)	Couleur	Taux argile (%)	Taux EG (%)	Structure (fréquence %)	Sous structure (idem)	Porosité (idem)	Cohésion (idem)	Classe drainage	
Moyenne	A0	8	10 YR 3/2 à 7,5 YR 3/2	15	3	Massive	91	Par 0	TTP 0	TM 4	2,0
Minimum		3	brun grisâtre très foncé	10	0	Grumel	9	Gru 13	TP 39	M 87	1
Maximum		15	à brun foncé	25	22	Poly sub	0	Pol 0	P 61	PM 9	4
						Polyédri	0		PP 0	AC 0	
Moyenne	A1	18	10 YR 3/2 à 5 YR 3/3	17	49	Massive	49	Par 0	TTP 15	TM 26	2,0
Minimum		10	brun grisâtre très foncé	9	0	Grumel	47	Gru 19	TP 72	M 57	1
Maximum		37	à brun rougeâtre foncé	32	85	Poly sub	4	Pol 0	P 13	PM 17	4
						Polyédri	0		PP 0	AC 0	
Moyenne	A2	37	7,5 YR 5/6 à 5 YR 4/4	29	55	Massive	37	Par 0	TTP 22	TM 15	2,7
Minimum		20	brun vif	17	0	Grumel	20	Gru 17	TP 59	M 68	1
Maximum		60	à brun rougeâtre	37	80	Poly sub	20	Pol 5	P 20	PM 17	5
						Polyédri	24		PP 10	AC 0	
Moyenne	B	63	7,5 YR 5/6 à 5 YR 4/6	35	54	Massive	27	Par 0	TTP 18	TM 9	3,3
Minimum		43	brun vif	27	10	Grumel	0	Gru 27	TP 55	M 27	1
Maximum		103	à rouge jaunâtre	65	85	Poly sub	27	Pol 0	P 27	PM 64	5
						Polyédri	45		PP 0	AC 0	

Pentes moyennes : 1,2 %

Profondeurs moyennes :

Accessible aux racines : 34 cm

Horizons avec moins de 30 % EG : 6 cm

Les horizons A1, A2 et B sont très fortement gravillonnaires. Ils présentent le plus souvent une fragmentation de la structure (grumeleuse, polyédrique ou polyédrique subanguleuse) assez marquée. Cette fragmentation provient de l'intense activité biologique qui règne dans ces sols. Dans les horizons A1 et A2, lorsque le sol est peu meuble à l'état sec, il devient meuble à l'état humide. Dans l'horizon B, en revanche, il existe une nette tendance à la prise en masse des éléments grossiers.

7 profils analysés pour A1 et A2, 2 profils analysés pour A0 et B

	Type horiz.	Taux de mo (%)	Azote (%)	Taux EG (%)	Texture (%)					Complexe d'échange (mé.100g ⁻¹)					Bases totales mé.100g ⁻¹	P ₂ O ₅ total %	pH eau	
					A	LF	LG	SF	SG	Ca	Mg	K	Na	T				S/T (%)
Minimum	A0	2,3	0,9	11	9	11	24	30	9	4,9	1,9	0,17	0,0	6,6	94	22	1,29	6,5
Maximum		2,8	1,0	14	11	15	34	46	9	7,2	2,3	0,46	0,1	10,0	100	34	1,38	7,1
Moyenne	A1	2,2	0,9	51	11	11	23	31	24	3,9	1,4	0,22	0,0	6,0	92	19	1,38	6,6
Minimum		1,7	0,8	32	8	5	16	24	17	2,3	0,9	0,13	0,0	2,8	81	16	0,96	6,2
Maximum		2,6	1,1	64	17	17	29	43	32	5,2	1,7	0,31	0,1	9,2	100	22	1,92	6,9
Moyenne	A2	1,1	0,6	55	17	11	21	28	24	1,5	0,9	0,14	0,0	4,5	64	19	1,04	5,9
Minimum		0,8	0,5	5	10	6	16	19	11	0,5	0,2	0,07	0,0	1,6	24	16	0,67	5,2
Maximum		1,5	0,7	80	29	17	26	37	34	2,4	1,6	0,33	0,1	9,0	100	27	1,29	6,7
Minimum	B	0,7	0,5	63	25	11	20	15	18	0,4	0,9	0,15	0,1	2,2	52	16	1,12	5,3
Maximum		0,8	0,7	79	26	14	29	20	24	1,4	1,1	0,19	0,1	5,3	69	20	1,31	5,6

La cuirasse ou la carapace est constituée de gravillons soudés, avec de gros pores vacuolaires. Sa teneur en fer est comprise entre 42 et 56 % (en Fe_2O_3 , 5 déterminations).

La teneur en matière organique de ces sols est relativement élevée, compte tenu du taux d'argile. Ces chiffres ne sont cependant pas directement comparables à ceux obtenus dans d'autres paysages, car il s'agit de sols sous longue jachère ou cultivés depuis peu.

La texture est limono-sableuse dans les horizons de surface, limono-argileuse en profondeur. Le profil textural montre une teneur en argile plus faible dans les horizons de surface ainsi qu'une très nette diminution des sables grossiers dans l'horizon A0. La diminution des teneurs en argile est probablement liée à l'entraînement sélectif par le ruissellement. La diminution des teneurs en sables grossiers, générale pour tous les horizons A0, résulte d'un tri granulométrique effectué par la faune du sol.

Malgré une teneur en argile de 10 % en surface, la capacité d'échange est supérieure à 6 mé.100g⁻¹ dans les horizons A0 et A1 en raison du taux de matière organique. Le complexe est près de la saturation en A0 et A1, est saturé à 60 % en-dessous. Les teneurs en potassium échangeable sont peu élevées, sauf dans l'horizon A0. Les teneurs en phosphore total sont élevées pour la région, plus du double des teneurs obtenues sur le socle et les grès. Les réserves en bases totales sont principalement constituées de magnésium et de sodium. Le pH est proche de la neutralité en surface et est de 5,5 en profondeur.

Ces propriétés chimiques assez favorables pour la région doivent être relativisées en fonction de la teneur en éléments grossiers. En effet la terre fine sur laquelle les analyses ont été effectuées représente souvent moins de 20 % du volume de l'horizon. Les quantités disponibles pour l'alimentation des végétaux sont donc beaucoup plus faibles que ce que les résultats d'analyse pourraient laisser espérer.

Les caractères favorables au développement de l'agriculture sur ces sols sont les suivants :

- une pente toujours très faible ;
- une profondeur accessible aux racines de 35 cm, qui varie peu latéralement ;
- une variabilité latérale des horizons de surface assez faible ;
- une absence d'engorgement des horizons de surface ;
- des propriétés chimiques assez favorables dans le contexte régional.

Les caractères défavorables sont :

- le taux d'éléments grossiers très élevé dès les premiers horizons ;
- la présence de blocs de cuirasse à la surface du sol et dans le sol.

Ces caractéristiques peu favorables, jointes à l'absence de nappe phréatique dans les argilites et les siltites, avaient conduit les agriculteurs à éviter ces sols. La situation est en cours d'évolution rapide, car les plateaux sur argilites et siltites constituent une zone d'immigration pour les agriculteurs déplacés lors de l'extension de la réserve de la Kéran. La culture qui supporte le mieux les fortes teneurs en éléments grossiers de ces sols est le cotonnier.

LES SOLS À CONCRÉTIONS NON INDURÉS (SÉRIE DE NAWAKA)

Les sols à concrétions non indurés représentent 20 % des sols des plateaux et 15 % des sols des bas de versant.

Le profil est fortement gravillonnaire jusqu'à la base, sauf en surface lorsqu'un horizon A0 existe (50 % des cas). Les remarques développées pour les sols indurés à concrétions concernant l'état de surface en fonction de la présence ou non d'un horizon A0 et la présence de termitières s'appliquent également aux sols à concrétions non indurés.

Type de sol : Sol ferrugineux tropical à concrétions, hydromorphe au moins à la base
(sol ferrugineux tropical lessivé ou appauvri, à taches ou concrétions,
hydromorphe au moins à la base, modal sur argillites et siltites de l'Oti 4222)

19 profils décrits

	Type horiz.	Prof. base (cm)	Couleur	Taux argile (%)	Taux EG (%)	Structure (fréquence %)	Sous structure (idem)	Porosité (idem)	Cohésion (idem)	Classe drainage
Moyenne	A0	12	10 YR 3/2 à 10 YR 4/3	15	2	Massive 90	Par 0	TTP 0	TM 10	2,6
Minimum		4	brun grisâtre très foncé	12	0	Grumel 10	Gru 20	TP 70	M 80	1
Maximum		17	à brun foncé	22	10	Poly sub 0	Pol 0	P 30	PM 10	4
						Polyédri 0		PP 0	AC 0	
Moyenne	A1	16	7,5 YR 3/2	21	42	Massive 75	Par 0	TTP 8	TM 33	2,3
Minimum		11	brun foncé	12	5	Grumel 25	Gru 0	TP 83	M 42	1
Maximum		23		70	75	Poly sub 0	Pol 0	P 8	PM 25	4
						Polyédri 0		PP 0	AC 0	
Moyenne	A2	40	7,5 YR 4/4 à 5 YR 4/6	26	55	Massive 56	Par 0	TTP 17	TM 17	3,0
Minimum		25	brun foncé	17	2	Grumel 22	Gru 11	TP 72	M 72	1
Maximum		80	à rouge jaunâtre	32	90	Poly sub 11	Pol 0	P 11	PM 11	5
						Polyédri 11		PP 0	AC 0	
Moyenne	B	114	10 YR 6/4 à 5 YR 5/6	30	73	Massive 58	Par 0	TTP 37	TM 26	4,1
Minimum		61	brun jaunâtre clair	22	37	Grumel 5	Gru 16	TP 58	M 21	1
Maximum		170	à brun jaunâtre	37	95	Poly sub 0	Pol 5	P 5	PM 42	6
						Polyédri 37		PP 0	AC 5	

Pentes moyennes : 1,1 %

Profondeurs moyennes :

Accessible aux racines : 38 cm

Horizons avec moins de 30 % EG : 10 cm

Epaisseur des horizons avec plus de 30 % EG : 104 cm

Comme pour les sols indurés, la structure de l'horizon A0, lorsqu'il existe (50 % des cas), est massive avec une tendance grumeleuse dans le chevelu racinaire.

Les horizons A1, A2 et B sont très fortement gravillonnaires. L'horizon B est plus gravillonnaire que dans les cas des sols indurés car il correspond à un niveau plus profond. La structure est plus massive, en particulier dans l'horizon A1, car ces sols sont un peu moins riches en matière organique.

Les horizons gravillonnaires comprennent des cailloux et des blocs de cuirasse. Au sein des horizons B, les blocs indurés représentent souvent près de 50 % du volume de l'horizon.

Les résultats des analyses chimiques (tableau p. 64) sont comparables à ceux obtenus sur les sols indurés, à l'exception d'une teneur en matière organique plus faible. Ce caractère est visible sur le terrain par une couleur un peu plus sombre. Il en résulte une capacité d'échange et une somme des bases plus faible.

Les propriétés agronomiques des sols gravillonnaires sont identiques à celles des sols indurés, l'obstacle à la pénétration des racines n'étant pas le niveau induré, mais la teneur en éléments grossiers.

	Type horiz.	Taux de mo (%)	Azote (‰)	Taux EG (%)	Texture (%)					Complexe d'échange (mé.100g ⁻¹)					Bases totales mé.100g ⁻¹	P ₂ O ₅ total ‰	pH eau	
					A	LF	LG	SF	SG	Ca	Mg	K	Na	T				S/T (%)
Minimum	A0	1,0	0,8	3	10	15	24	33	6	4,8	1,6	0,16	0,0	3,6	100	21	0,64	5,8
Maximum		1,7	0,8	3	11	15	28	46	16	4,8	1,6	1,6	0,0	5,9	100	21	0,64	6,9
Minimum	A1	1,2	0,7	32	7	12	21	30	21	3,0	1,2	0,15	0,0	3,7	100	15	0,98	6,2
Maximum		1,2	0,8	33	9	14	27	37	25	3,3	1,3	0,16	0,0	3,9	100	25	1,14	6,4
Moyenne	A2	0,9	0,8	67	17	18	25	23	18	2,8	1,2	0,13	0,0	5,1	82	20	0,91	6,0
Minimum		0,8	0,7	65	15	16	21	20	14	1,7	1,1	0,11	0,0	4,6	53	16	0,81	5,7
Maximum		1,1	0,8	69	22	21	31	26	22	3,7	1,3	0,16	0,0	5,7	100	22	0,97	6,3
Moyenne	B	0,4	0,6	77	26	20	24	15	17	2,7	2,2	0,19	0,1	5,9	78	23	1,83	6,1
Minimum		0,1	0,4	72	18	17	19	11	15	1,6	0,9	0,16	0,0	3,3	52	20	0,80	5,8
Maximum		0,7	0,7	82	32	25	33	19	20	4,0	4,2	0,24	0,2	7,7	100	27	2,86	6,7

Unité cartographique 43 **Entailles d'érosion**

Les entailles d'érosion représentent 10 % du paysage. Elles sont situées entre les plateaux cuirassés (UC 41) et le bas de versant (UC 44) ou les plaines alluviales (UC 5). Leur forme est généralement rectiligne, faiblement concave au raccord avec les plateaux. Les pentes sont faibles (1,9% en moyenne) et la rupture de pente avec les plateaux sommitaux peu marquée. À l'amont, lorsque la reprise d'érosion est vive, la surface du sol est irrégulière avec des rigoles peu profondes. Au raccord, la roche n'affleure jamais lorsqu'il s'agit d'argilites ou de siltites. Cette absence d'affleurements souligne que l'évolution actuelle des versants est autant sous la dépendance du soutirage interne des sols sous l'effet de la nappe perchée que sous celle de l'abrasion de surface. Quelques affleurements ont été observés lorsque l'érosion régressive a buté sur des bancs gréseux.

Les sols des entailles dépendent de l'intensité des phénomènes d'érosion actuelle. À l'amont des entailles, lorsque la reprise d'érosion est vive, les sols sont des sols peu évolués très riches en débris de roche en plaquettes (20 % des cas). La roche altérée apparaît en moyenne à 34 cm. À quelques mètres en aval, ou lorsque la reprise d'érosion est moins forte, les débris de roche se ferruginisent et le sol s'approfondit. Les sols sont gravillonnaires, la roche altérée apparaissant en moyenne à 59 cm (50 % des cas). Les débris de roche ferruginisés présentent une forte tendance à la coalescence. Les sols gravillonnaires présentent souvent des blocs de carapace peu indurés et ces sols passent latéralement à des sols indurés identiques à ceux des plateaux (30 % des cas, voir description dans l'UC 41).

Comme sur les plateaux cuirassés, une nappe perchée soutirante se crée au cours de la saison des pluies au contact de la roche. La circulation de cette nappe atteint plusieurs dizaines de centimètres à l'heure (marquage au chlorure de sodium). Avec une charge moyenne mesurée de 0,3 g.l⁻¹, les pertes par soutirage peuvent être estimées à 0,2 mm par an. À l'intérieur du sol, la limite entre les horizons caillouteux ou gravillonnaire et la roche altérée présente une forme irrégulière, les horizons vidés pénétrant profondément en langues et en poches au sein de la roche peu altérée.

LES SOLS PEU ÉVOLUÉS RICHES EN DÉBRIS DE ROCHE (SÉRIES DE SABOUEYOU ET DE DOUNGOU)

Ces sols sont caractérisés par la présence d'un niveau très riche en plaquettes d'argilite et de siltite reposant à faible profondeur sur la roche peu altérée. La limite avec les sols gravillonnaires a été fixée en fonction de l'imprégnation des résidus en oxydes métalliques : les sols peu évolués sont ceux pour lesquels le litage fin de la roche est reconnaissable et l'imprégnation d'oxydes limitée à des taches rouges à centre noir au sein des plaquettes.

La surface du sol présente un pavage de plaquettes de roche qui couvre généralement moins de 50 % de la surface. La surface présente parfois en saison sèche des fentes peu nombreuses d'environ 1 mm de largeur.

Type de sol : Sol peu évolué riche en débris de roches
(sol peu évolué régosolique, sur argilites et siltites de l'Oti 15)

14 profils décrits

	Type	Prof. horiz. base (cm)	Couleur	Taux argile (%)	Taux EG (%)	Structure (fréquence %)	Sous structure (idem)	Porosité (idem)	Cohésion (idem)	Classe drainage	
Moyenne	A1	11	7,5 YR 3/2 à 5 YR 3/4	20	34	Massive	25	Par 0	TTP 0	TM 0	2,0
Minimum		8	brun foncé	12	7	Grumel	75	Gru 0	TP 100	M 75	1
Maximum		14	à brun rougeâtre foncé	37	50	Poly sub Polyédri	0 0	Pol 0	P 0 PP 0	PM 25 AC 0	5
Moyenne	A2	30	7,5 YR 4/4 à 5 YR 4/4	23	68	Massive	0	Par 0	TTP 25	TM 50	2,6
Minimum		27	brun foncé	17	50	Grumel	75	Gru 0	TP 75	M 50	1
Maximum		35	à brun rougeâtre	37	80	Poly sub Polyédri	25 0	Pol 0	P 0 PP 0	PM 0 AC 0	5

Pentes moyennes : 1,3 %

Profondeurs moyennes :

Accessible aux racines : 11 cm

Horizons avec moins de 30 % EG : 4 cm

Épaisseur des horizons avec plus de 30 % EG : 30 cm

Le taux d'éléments grossiers est supérieur à 30 % en volume dès 4 cm de profondeur, et il n'est pas inférieur à 50 % dans le deuxième horizon. Du fait du rajeunissement du sol, le taux d'argile en surface est assez élevé. La structure est en générale fragmentaire sur l'ensemble du profil, cette fragmentation étant favorisée par le taux élevé d'éléments grossiers. L'horizon de surface est peu meuble à l'état sec, mais il devient meuble humide.

1 profil analysé

Type horiz.	Taux de mo (%)	Azote (%)	Taux EG (%)	A	Texture (%)				Complexe d'échange (mé.100g ⁻¹)						Bases totales mé.100g ⁻¹	P ₂ O ₅ total %	pH eau
					LF	LG	SF	SG	Ca	Mg	K	Na	T	S/T (%)			
A1	1,7	0,9	24	10	12	21	19	37	3,8	2,5	0,31	0,0	6,1	100	36	1,81	7,2
A2	1,1	0,8	69	19	16	19	10	37	2,8	2,7	0,13	0,0	6,5	86	96	1,41	6,8

Les résultats analytiques sont cohérents avec ceux obtenus sur les sols ferrugineux tropicaux à plaquettes ferruginisées : teneur en matière organique assez élevée pour la région, taux de potassium échangeable moyen, teneur élevée en phosphore total probablement héritée de la roche. Dans le profil analysé le pH est neutre, mais il n'est pas possible à partir d'une seule analyse de préciser s'il s'agit d'un caractère particulier de ce type de sol.

Les facteurs favorables à l'intensification de l'agriculture sont :

- une texture équilibrée de l'horizon de surface avec 20 % d'argile en moyenne ;
- une structure fragmentaire sur tout le profil ;
- un drainage souvent rapide des horizons de surface ;
- un taux de matière organique assez élevé et des propriétés chimiques meilleures que la plupart des sols de la région.

Les facteurs défavorables sont :

- une érosion active, même sur de faibles pentes ;
- une profondeur accessible aux racines toujours faible ;
- un taux d'éléments grossiers très élevé à faible profondeur ;
- l'engorgement de profondeur.

L'utilisation agricole de ces sols doit donc être évitée autant que possible.

LES SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX À PLAQUETTES FERRUGINISÉES (SÉRIE DE GBIMBA, SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX LESSIVÉS À CONCRÉTIONS SUR SCHISTE EN PLAQUETTES, DE FAURE ET VIENNOT)

Les sols ferrugineux tropicaux à plaquettes ferruginisées sont composés d'horizons gravillonnaires reposant vers 60 cm sur la roche peu altérée. L'imprégnation des résidus de roche par les oxydes métalliques est plus ou moins poussée selon les sols. Ces résidus sont souvent coalescents, formant des cailloux ou des blocs de carapace faiblement indurés, bien que la teneur en fer soit faible (environ 8 % de Fe_2O_3 , la roche en contenant 6 %). Des cailloux et des blocs résultant du démantèlement des plateaux cuirassés se trouvent également parfois au sein des horizons gravillonnaires.

La surface du sol présente un pavage de plaquettes ferruginisées qui couvre souvent la totalité de la surface. Comme pour les sols peu évolués avec lesquels ils sont en continuité, la surface du sol présente parfois une forme irrégulière avec de petites rigoles.

La charge en éléments grossiers du profil est proche de celle des sols peu évolués, mais le taux d'argile de l'horizon de surface est plus faible. La structure de l'horizon de surface est moins fréquemment fragmentée et cette structure est fragile. En A2 la structure est souvent fragmentaire du fait que la terre fine ne remplit qu'en partie la forte macro-porosité déterminée par l'assemblage des plaquettes. Dans l'horizon B, la somme des fréquences concernant la structure est inférieure à 100 % car la terre fine apparaît souvent sous la forme de revêtements sur le sommet des plaquettes.

Type de sol : Sol ferrugineux tropical à plaquettes ferruginisées (sol ferrugineux tropical lessivé ou appauvri, à taches ou concrétions, hydromorphe au moins à la base, à plaquettes ferruginisées sur argillites et siltites de l'Oti 4223)

12 profils décrits

	Type horiz.	Prof. base (cm)	Couleur	Taux argile (%)	Taux EG (%)	Structure (fréquence %)	Sous structure (idem)	Porosité (idem)	Cohésion (idem)	Classe drainage
Moyenne	A1	12	10 YR 3/2 à 7,5 YR 3/2	12	34	Massive 58	Par 0	TTP 0	TM 8	2,1
Minimum		6	brun grisâtre très foncé	7	0	Grumel 42	Gru 8	TP 58	M 92	1
Maximum		20	à brun foncé	17	60	Poly sub 0	Pol 0	P 42	PM 0	5
						Polyédri 0		PP 0	AC 0	
Moyenne	A2	31	7,5 YR 4/4 à 5 YR 4/6	21	56	Massive 30	Par 0	TTP 30	TM 20	2,9
Minimum		19	brun foncé	12	7	Grumel 40	Gru 10	TP 60	M 80	1
Maximum		45	à rouge jaunâtre	32	80	Poly sub 20	Pol 0	P 10	PM 0	5
						Polyédri 10		PP 0	AC 0	
Moyenne	B	54	10 YR 6/3 à 5 YR 5/6	26	72	Massive 27	Par 0	TTP 55	TM 82	4,0
Minimum		32	brun pâle	11	50	Grumel 9	Gru 0	TP 36	M 9	1
Maximum		90	à rouge jaunâtre	37	80	Poly sub 9	Pol 0	P 9	PM 9	6
						Polyédri 18		PP 0	AC 0	

Pentes moyennes : 2,2 %

Profondeurs moyennes :

Accessible aux racines : 30 cm

Horizons avec moins de 30 % EG : 5 cm

Epaisseur des horizons avec plus de 30 % EG : 56 cm

2 profils analysés

	Type horiz.	Taux de mo (%)	Azote (%)	Taux EG (%)	Texture (%)					Complexe d'échange (mé.100g ⁻¹)					Bases totales mé.100g ⁻¹	P ₂ O ₅ total %	pH eau	
					A	LF	LG	SF	SG	Ca	Mg	K	Na	T				S/T (%)
Minimum	A1	1,7	1,0	50	8	10	18	22	25	3,7	1,3	0,21	0,0	6,1	58	27	1,69	6,0
Maximum		2,5	1,2	52	11	11	20	39	38	3,7	2,1	0,25	0,1	10,5	86	35	2,92	6,4
Minimum	A2	1,4	1,0	66	15	13	22	24	21	1,8	0,9	0,14	0,0	4,4	67	25	0,95	6,0
Maximum		1,7	1,0	79	19	16	22	26	24	4,4	2,3	0,19	0,1	8,1	84	31	1,08	6,5
Minimum	B	0,3	0,6	67	11	14	14	11	24	2,6	2,1	0,17	0,1	5,9	42	51	0,60	6,4
Maximum		1,7	1,2	83	38	21	15	12	43	4,2	4,1	0,34	0,2	12,5	100	64	1,04	6,6

Comme sur les plateaux et pour les sols peu évolués, le taux de matière organique est assez élevé, favorisé par une très faible exploitation agricole. La capacité d'échange est assez élevée. Avec un taux de saturation d'environ 70 %, les bases échangeables sont assez abondantes. Le taux de potassium échangeable est moyen, proche de la moyenne de l'ensemble des sols non hydromorphes du paysage. Le taux de phosphore total est élevé, comme toujours dans ce paysage. Le cation dominant dans les bases non échangeables est le magnésium, associé parfois au potassium.

Les propriétés des sols favorables à leur utilisation agricole sont :

- une profondeur accessible aux racines de 29 cm en moyenne ;
- un drainage des horizons de surface en général rapide ;
- la fragmentation de la structure ;
- des propriétés chimiques assez bonnes pour la région.

Les propriétés défavorables sont :

- le risque d'érosion, même sur des pentes faibles ;
- le taux élevé d'éléments grossiers à faible profondeur, ce taux étant toutefois plus faible que sur les plateaux cuirassés ;
- l'hydromorphie de profondeur.

Unité cartographique 44

Bas de versant

Cette unité représente 50 % du paysage, ce qui souligne l'importance des reprises d'érosion actuelles. La forme des bas de versant est toujours plane avec des pentes très faibles (1 % en moyenne). Cette unité est limitée à l'amont par les entailles (UC 43) ou, lorsque l'entaille est peu marquée ou absente, par le plateau cuirassé (UC 41). Cette unité se poursuit fréquemment vers l'aval par des plaines alluviales (UC 5), la limite entre les deux unités étant souvent progressive.

Deux grands types de sols se trouvent dans cette unité. Sur les parties amont, en contrebas des zones gravillonnaires des entailles ou à l'aval des plateaux cuirassés, les sols sont indurés (50 % des cas). Cette induration apparaît à faible profondeur (32 cm en moyenne), les horizons supérieurs étant gravillonnaires comme sur les plateaux (30 % des cas, description dans l'unité des plateaux cuirassés) ou hydromorphes non gravillonnaires en surface (20 % des cas). Sur les parties aval situées en continuité avec les plaines alluviales et dans les zones d'érosion actives, les sols sont constitués d'horizons sableux submergés en saison des pluies qui reposent à faible profondeur sur un horizon d'altération de type vertique (50 % des cas). Ces sols hydromorphes sableux se rapprochent des planosols. Ils présentent fréquemment à la base des horizons sableux un horizon gravillonnaire peu épais.

LES SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX HYDROMORPHES INDURÉS (SÉRIES DE NAMOUTÉ, PANGOUDA, NANDIKI ET NADOTI)

Les sols ferrugineux tropicaux hydromorphes indurés représentent 20 % des sols des bas de versant de ce paysage, 10 % des sols des plateaux cuirassés de ce paysage et 10 % des sols des plaines alluviales.

Ces sols sont constitués d'horizons limoneux hydromorphes au moins à la base, qui reposent sur une carapace ou une cuirasse. Les horizons supérieurs (A0 et A1) ont une couleur blanche à sec. Ils ne contiennent pas ou peu d'éléments grossiers. Lorsque le sol est profond (25 % des cas), un horizon A2 et un horizon B ont pu être distingués. Ces horizons comportent des quantités plus importantes d'éléments grossiers, gravillons ferrugineux, blocs de cuirasse ou taches indurées. La limite entre ces horizons et les niveaux indurés est souvent progressive, attestant le caractère actuel du cuirassement. La profondeur de ces sols est très variable latéralement, les niveaux indurés apparaissant fréquemment à l'affleurement.

Type de sol : Sol ferrugineux tropical hydromorphe induré (sol ferrugineux tropical lessivé ou appauvri, hydromorphe, induré, sur argillites et siltites de l'Oti 4411)

13 profils décrits

	Type horiz.	Prof. base (cm)	Couleur	Taux argile (%)	Taux EG (%)	Structure (fréquence %)	Sous structure (idem)	Porosité (idem)	Cohésion (idem)	Classe drainage
Moyenne	A0	14	10 YR 4/3 à 10 YR 5/3	13	2	Massive 92	Par 8	TTP 8	TM 8	4,8
Minimum		5	brun foncé	5	0	Grumel 8	Gru 8	TP 23	M 77	2
Maximum		24	à brun	20	12	Poly sub 0 Polyédri 0	Pol 0	P 69 PP 0	PM 15 AC 0	6
Moyenne	A1	28	10 YR 4/4 à 10 YR 5/4	20	13	Massive 67	Par 0	TTP 0	TM 0	5,0
Minimum		10	brun jaunâtre foncé	12	0	Grumel 8	Gru 0	TP 58	M 83	3
Maximum		40	à brun jaunâtre	27	52	Poly sub 17 Polyédri 8	Pol 0	P 33 PP 8	PM 17 AC 0	6
Moyenne	A2	44	10 YR 5/3 à 7,5 YR 5/6	26	41	Massive 40	Par 0	TTP 20	TM 0	4,8
Minimum		33	brun	17	7	Grumel 0	Gru 0	TP 20	M 60	3
Maximum		60	à brun vif	32	65	Poly sub 40 Polyédri 20	Pol 0	P 40 PP 20	PM 40 AC 0	6
Moyenne	B	69	10 YR 6/3	27	23	Massive 50	Par 0	TTP 0	TM 25	5,5
Minimum		39	brun pâle	22	0	Grumel 0	Gru 0	TP 25	M 25	5
Maximum		110		32	67	Poly sub 25 Polyédri 25	Pol 0	P 75 PP 0	PM 50 AC 0	6

Pentes moyennes : 0,5 %

Profondeurs moyennes :

Accessible aux racines : 31 cm

Horizons avec moins de 30 % EG : 13 cm

Les horizons A0 sont typiquement des horizons d'origine biologique. La surface du sol est couverte de turricules de vers, fréquemment du genre *Millsonia* (détermination BACHELIER), souvent groupés en édifices d'environ 25 cm de hauteur et de 40 cm de diamètre. Dans certains cas ces édifices couvrent entièrement le sol sur de grandes superficies. Lorsqu'ils ne forment pas des édifices, les turricules sont souvent groupés à proximité des touffes de graminées. La masse de l'horizon est constituée de déjections de vers reconnaissables.

La base de l'horizon A0 présente souvent de nombreuses cavités biologiques vacuolaires moyennes à larges. Dans certains cas la base de l'horizon est soulignée par un niveau de quelques centimètres très riche en éléments grossiers (environ 60 % en volume) correspondant à une concentration relative par remontée des particules plus fines par la faune. Les vers effectuent également un tri granulométrique, les horizons A0 présentant toujours des teneurs beaucoup plus faibles en sables grossiers que les horizons sous-jacents. Cette intense activité biologique ne produit cependant jamais de structure, les déjections se prenant en masse lors du séchage car la stabilité structurale du matériau est particulièrement faible (Is supérieur à 6). Dans les rares cas où une structure grumeleuse existe, elle se développe dans le chevelu racinaire des graminées. À sec l'horizon est parfois peu meuble ; il devient très meuble, perdant même toute cohésion, à l'état humide. Du fait d'une faible teneur en fer (couleur blanche à sec) et du travail de la faune du sol, les indices d'engorgement de ces horizons sont discrets : il s'agit de colorations de couleur rouille à proximité des racines, soit sous forme de gaines, soit sous forme de taches diffuses.

Dans l'horizon A1 l'activité biologique est toujours forte, mais elle est moins intense que dans l'horizon de surface. La structure est souvent moins massive qu'en surface. L'hydromorphie se manifeste par des taches souvent diffuses de couleur ocre, grises ou blanchâtres. Ces horizons comportent assez fréquemment des cailloux ou des blocs de cuirasse isolés lorsqu'ils reposent directement sur les niveaux indurés. Dans ce cas, la limite entre les horizons meubles et les horizons indurés est brutale.

Les horizons A2 et B, lorsqu'ils existent, comportent des taches d'hydromorphie soit sous forme de petites taches rouges (2,5 YR 4/6) non indurées, soit sous forme de taches rouille (5 YR 5/8) diffuses non indurées au contact entre les éléments grossiers, soit encore sous forme de taches étendues plus ou moins indurées et coalescentes de couleur ocre (5 YR 4/6) en continuité avec les niveaux indurés sous-jacents.

Les niveaux indurés, carapace ou cuirasse, sont soit gravillonnaires, soit vacuolaires sans gravillons. Leurs teneurs en fer sont plus faibles que celles des niveaux indurés des plateaux : 12 à 40 % de Fe₂O₃ (3 déterminations). L'épaisseur des niveaux indurés est variable, l'argile d'altération étant atteinte entre 60 cm et 180 cm de profondeur.

3 profils analysés pour A0, 2 profils analysés pour A1 et 1 profil analysé pour A2 et B

	Type horiz.	Taux de mo (%)	Azote (%)	Taux EG (%)	Texture (%)				Complexe d'échange (mé.100g ⁻¹)					Bases totales mé.100g ⁻¹	P ₂ O ₅ total ‰	pH eau		
					A	LF	LG	SF	SG	Ca	Mg	K	Na				T	S/T (%)
Moyenne	A0	0,9	0,5	3	8	20	31	35	8	1,5	0,7	0,16	0,0	2,7	81	18	0,42	5,9
Minimum		0,6	0,4	0	5	17	27	32	6	0,2	0,3	0,09	0,0	1,6	45	15	0,24	5,3
Maximum		1,4	0,7	5	11	22	36	40	10	3,3	1,2	0,20	0,0	4,5	100	22	0,74	6,7
Minimum	A1	0,3	0,3	14	13	22	25	18	4	1,1	0,6	0,18	0,0	2,4	63	23	0,22	5,5
Maximum		0,8	0,5	58	17	24	32	27	19	1,5	0,9	0,18	0,0	4,1	82	26	0,74	5,9
	A2	0,6	0,6	56	38	6	11	28	17	1,4	1,0	0,17	0,1	8,1	34	30	0,44	5,7
	B			47	40	16	18	17	10	1,6	1,6	0,71	0,1	10,4	52	51	5,71	5,5

La teneur en matière organique des horizons A0 et A1 est faible (moins de 1 %), compte tenu de l'intense activité biologique et du fait que les sols prélevés n'étaient pas cultivés. Le taux d'argile étant inférieur à 10 %, il en résulte une faible capacité d'échange. Les teneurs en potassium sont faibles, de même que les teneurs en phosphore total. Le pH de l'horizon A0 est proche de la neutralité, mais celui de l'horizon A1 est acide. Il s'agit là de caractères généraux de ce type d'horizon. Les bases non échangeables sont principalement du sodium dans les horizons A, alors que le magnésium domine dans l'argile d'altération.

Les propriétés favorables à l'utilisation agricole de ces sols sont :

- des faibles pentes ;
- l'absence d'éléments grossiers en surface ;
- le caractère meuble des sols à l'état humide.

Les caractères défavorables sont :

- la présence du niveau induré à faible profondeur et la variabilité latérale de sa profondeur d'apparition ;
- l'engorgement temporaire à faible profondeur ;
- la présence de blocs de cuirasse au sein des horizons meubles ;
- l'absence de fragmentation de la structure en surface ;
- des propriétés chimiques peu favorables, en particulier une acidité de l'horizon A1.

Ces sols sont parfois utilisés en culture de riz, d'igname en buttes ou de manioc en billons, mais leurs potentialités sont faibles.

LES SOLS HYDROMORPHES SABLEUX PEU ÉPAIS À CONCRÉTIONS À LA BASE
(SÉRIES DE GRAVILLOU, PAÏOKOU, DOUVO, DIADONI, SANGBANA ET KOUMANDOUTI,
SOLS HYDROMORPHES SUR SCHISTE EN PLAQUETTES, DE FAURE ET VIENNOT)

Les sols hydromorphes sableux peu épais à concrétions à la base représentent 50 % des sols des bas de versants dans ce paysage et 30 % des sols des plaines alluviales (UC 5).

Les sols sont composés par la superposition d'horizons limono-sableux à sables fins submergés en saison des pluies, d'un horizon gravillonnaire peu épais et d'un horizon d'argile altéritique vertique.

Les horizons A0 et A1 sont, comme dans le cas des sols indurés hydromorphes, des horizons d'origine biologique. Ils en diffèrent par une texture plus sableuse et une plus faible différence entre les horizons A0 et A1 qui semble provenir d'une exploitation plus profonde du sol par la faune. Dans 30 % des cas l'horizon A1 n'a pas été distingué, l'horizon A0 reposant directement sur l'horizon B.

L'horizon gravillonnaire est toujours peu épais (moyenne 17 cm). Il est absent dans 30 % des cas. Sa présence est liée à la profondeur du profil : lorsqu'il est présent l'argile d'altération apparaît à 50 cm, alors qu'elle est atteinte à 30 cm dans le cas contraire. Les gravillons qui sont de forme arrondie, à structure souvent concentrique à centre noir, d'une taille de l'ordre du centimètre. Ils sont de la même nature que ceux situés au sommet de l'argile d'altération sous-jacente dont ils semblent constituer un résidu après évacuation de tout le matériau meuble.

Type de sol : Sol hydromorphe sableux peu épais à concrétions à la base (sol hydromorphe peu humifère à pseudogley, sableux et gravillonnaires à la base, sur argilites et siltites de l'Oti 62)

21 profils décrits

	Type horiz.	Prof. base (cm)	Couleur	Taux argile (%)	Taux EG (%)	Structure (fréquence %)	Sous structure (idem)	Porosité (idem)	Cohésion (idem)	Classe drainage
Moyenne	A0	17	10 YR 3/3 à 10 YR 5/3	8	0	Massive 78	Par 39	TTP 22	TM 56	5,0
Minimum		8	brun foncé	4	0	Grumel 22	Gru 0	TP 67	M 39	3
Maximum		30	à brun	17	2	Poly sub 0 Polyédri 0	Pol 0	P 11 PP 0	PM 6 AC 0	6
Moyenne	A1	28	10 YR 5/4 à 7,5 YR 5/4	10	1	Massive 100	Par 36	TTP 0	TM 50	5,2
Minimum		10	brun jaunâtre	4	0	Grumel 0	Gru 7	TP 71	M 50	4
Maximum		43	à brun	20	10	Poly sub 0 Polyédri 0	Pol 0	P 29 PP 0	PM 0 AC 0	6
Moyenne	B	49	10 YR 5/2 à 10 YR 6/3	25	62	Massive 60	Par 7	TTP 20	TM 13	5,5
Minimum		18	brun grisâtre	7	30	Grumel 0	Gru 0	TP 20	M 33	4
Maximum		110	à brun pâle	37	85	Poly sub 27 Polyédri 7	Pol 0	P 27 PP 13	PM 33 AC 20	6
Moyenne	C	80	6 YR 6/1 à 10 YR 6/3	33	8	Massive 19	Par 0	TTP 0	TM 0	5,7
Minimum		32	gris	11	0	Grumel 0	Gru 0	TP 0	M 5	4
Maximum		150	à brun pâle	50	50	Poly sub 0 Polyédri 43 Primitie 38	Pol 33	P 14 PP 33	PM 52 AC 38	6

Pentes moyennes : 1,4 %

Profondeurs moyennes :

Accessible aux racines : 27 cm

Horizons avec moins de 30 % EG : 30 cm

Épaisseur ds horizons avec plus de 30 % EG : 17 cm

La description des horizons A0 et A1 effectuée pour les sols ferrugineux tropicaux hydromorphes indurés (Cf. ci-dessus) s'applique également à ce type de sol, sauf en ce qui concerne la texture, plus sableuse, et la porosité, plus développée (89 % de très très poreux et très poreux contre 33 %). Cette forte macroporosité donne parfois une apparence «soufflée» à ces horizons, qui s'effondrent souvent sous les pattes du bétail.

L'horizon gravillonnaire (horizon B) présente des caractères variables selon les profils. Le premier facteur est l'appauvrissement en argile : l'horizon peut présenter une texture argileuse proche de celle de l'argile d'altération ou au contraire être sableux comme les horizons supérieurs. Le deuxième facteur est l'induration. Lorsqu'ils sont au contact, les éléments grossiers présentent souvent une couleur ocre au point de contact. Plus rarement, ils se soudent et peuvent former une véritable carapace. Ces variations produisent une forte variabilité des caractères de porosité et de cohésion de ces horizons.

Les horizons d'argile d'altération présentent des caractères vertiques nets : faces de glissement, fentes verticales au sommet parfois comblées de matériau sableux provenant des horizons supérieurs, structure souvent polyédrique grossière ou prismatique à débit polyédrique, forte compaction (peu meuble à assez cohérent à l'état frais ou sec, meuble et collant à l'état humide), présence fréquente de concrétions arrondies au sommet («plombs de chasse») et de nodules de calcaire en profondeur. Les faces des agrégats sont grises, le centre ocre (7,5 YR 5/8) à rouge (2,5 YR 3/6 à 4/8).

5 profils analysés pour A0, B et C, 2 profils analysés pour A1

	Type horiz.	Taux de mo (%)	Azote (%)	Taux EG (%)	Texture (%)				Complexe d'échange (mé.100g ⁻¹)					Bases totales mé.100g ⁻¹	P ₂ O ₅ total %	pH eau		
					A	LF	LG	SF	SG	Ca	Mg	K	Na				T	S/T (%)
Moyenne	A0	0,9	0,5	1	4	18	14	60	5	1,3	0,6	0,11	0,1	2,7	81	14	0,26	6,7
Minimum		0,5	0,3	0	2	8	2	34	3	0,9	0,3	0,06	0,1	1,1	38	12	0,13	5,3
Maximum		2,1	1,0	3	10	37	39	78	7	2,0	0,9	0,26	0,1	5,6	100	19	0,44	7,5
Minimum	A1	0,5	0,3	0	2	8	1	47	6	0,6	0,2	0,08	0,0	0,9	49	13	0,18	5,1
Maximum		0,5	0,5	1	6	34	2	57	41	0,6	0,3	0,08	0,1	2,2	100	16	0,19	6,0
Moyenne	B	1,0	0,7	61	17	20	11	33	20	4,6	2,2	0,15	0,2	7,4	80	42	0,33	6,6
Minimum		0,5	0,5	21	5	7	1	18	5	0,8	0,2	0,07	0,0	5,2	20	12	0,15	6,5
Maximum		1,4	0,8	83	34	32	24	45	45	8,4	3,7	0,20	0,5	11,0	100	90	0,53	6,7
Moyenne	C	0,4	0,4	30	29	23	13	27	9	7,1	3,5	0,28	0,9	10,9	99	43	0,20	7,3
Minimum		0,4	0,4	9	8	13	1	10	3	1,4	0,7	0,15	0,4	2,8	94	19	0,09	6,5
Maximum		0,5	0,4	73	45	37	38	61	19	13,3	7,0	0,56	1,4	20,0	100	82	0,26	8,3

L'analyse des horizons A0 ayant porté sur 5 échantillons, les valeurs moyennes peuvent être considérées comme représentatives. La texture est limono-sableuse. La teneur en matière organique est inférieure à 1 %, malgré l'intensité de l'activité biologique. Le taux d'argile est de 4 % comme dans l'horizon A1, mais le taux de sables grossiers est de 5 % contre 24 % dans l'horizon A1 et 20 % en B : le tri granulométrique de la faune du sol apparaît nettement. Le taux de potassium est faible, de même que le phosphore total. Le pH est proche de la neutralité en surface, mais il est acide dès l'horizon A1. Dans les horizons A le cation non échangeable dominant est le sodium.

Dans les horizons B et C la texture devient progressivement limono-argileuse. Les résultats très différents obtenus sur les horizons B reflètent la variabilité de ces horizons. Du fait de la texture plus argileuse que dans les horizons de surface, la capacité d'échange est plus élevée. Les teneurs en potassium échangeable et en phosphore total restent cependant faibles. Le pH élevé dans l'horizon C

est en accord avec la présence des poupées calcaires. Dans cet horizon, le cation non échangeable le plus abondant est le magnésium.

Les facteurs favorables à l'exploitation agricole de ces sols sont :

- une faible pente ;
- l'homogénéité spatiale des sols ;
- l'absence d'éléments grossiers dans les horizons de surface ;
- une profondeur accessible aux racines des plantes supportant l'engorgement de 27 cm en moyenne.

Les facteurs défavorables sont :

- une submersion temporaire difficile à contrôler ;
- une texture très sableuse ;
- un faible taux de matière organique ;
- des propriétés chimiques défavorables.

Ces sols présentent donc une faible aptitude à la culture du riz. Des tentatives effectuées dans la plaine de Païokou ont été un échec.

Unité cartographique 42 ***Versants sur silexite***

Les versants sur silexite représentent moins de 1 % du paysage et ils sont localisés à la limite nord-est de la zone occupée par ce paysage. Leur longueur est comprise entre 200 et 400 m et leur superficie est comprise entre 1 et 10 hectares. Ils sont toujours situés en contrebas de plateaux cuirassés (UC 41). Vers l'aval ils passent à des bas de versants du type de ceux du paysage sur les argilites et siltites (UC 44) ou à des bas de versant du type de celui qui apparaît sur les grès de Dapaong et du Mont Bombouaka (UC 24).

Comme les silexites sont des roches peu altérables et peu sensibles à l'érosion, les sols de ces versants sont des sols peu évolués caillouteux. Lorsque le profil présente le développement maximum, deux horizons peuvent être distingués. Le deuxième horizon n'existe pas dans un cas sur deux.

La surface du sol présente des cailloux de silexite de taille centimétrique à décimétrique. L'abondance des cailloux est variable, constituant parfois un pavage couvrant la totalité de la surface. La surface du sol a parfois une forme irrégulière avec de petites rigoles.

Les horizons A1 et A2 sont le siège d'une importante activité biologique. C'est pourquoi, malgré une faible stabilité structurale, la terre fine présente souvent une structure grumeleuse (micropeds) préservée par le squelette constitué par les éléments grossiers. Les cailloux de silexite sont souvent partiellement imprégnés d'oxydes métalliques. Des petites taches rouges apparaissent souvent à la base au contact entre les éléments grossiers.

L'activité biologique se poursuit en profondeur : les strates de silexite en place sont recouvertes par des turricules jusqu'à plusieurs décimètres.

Type de sol : Sol peu évolué caillouteux (sol peu évolué d'érosion lithique, sur silexites 18)

4 profils décrits

	Type horiz.	Prof. base (cm)	Couleur	Taux argile (%)	Taux EG (%)	Structure (fréquence %)	Sous structure (idem)	Porosité (idem)	Cohésion (idem)	Classe drainage	
Moyenne	A1	23	10 YR 3/1 à 10 YR 4/3	15	47	Massive	Par	0	TTP 25	TM 25	1,8
Minimum		12	gris très foncé	10	12	Grumei	Gru	0	TP 75	M 75	1
Maximum		34	à brun foncé	22	80	Poly sub Polyédri	Pol	0	P 0 PP 0	PM 0 AC 0	4
Moyenne	A2	44	10 YR 4/2	32	80	Massive	Par	0	TTP 50	TM 0	2,5
Minimum		37	brun grisâtre foncé	32	80	Grumei	Gru	0	TP 50	M 50	1
Maximum		50		32	80	Poly sub Polyédri	Pol	0	P 0 PP 0	PM 50 AC 0	4

Pentes moyennes : 1,8 %

Profondeurs moyennes :

Accessible aux racines : 7 cm

Horizons avec moins de 30 % EG : 7 cm

1 profil analysé

Type horiz.	Taux de mo (%)	Azote (%)	Taux EG (%)	Texture (%)					Complexe d'échange (mé.100g ⁻¹)					Bases totales (%)	P ₂ O ₅ total %	pH eau	
				A	LF	LG	SF	SG	Ca	Mg	K	Na	T				S/T (%)
A1	1,5	0,7	77	16	10	14	30	31	1,1	0,4	0,14	0,1	3,1	55	14	1,10	5,7

Le profil analysé est argilo-sableux. La capacité d'échange est peu développée et le taux de saturation est faible. La teneur en potassium échangeable est faible, la teneur en phosphore total assez élevée. Le pH est assez acide.

Ce type de sol ne présente aucune caractéristique favorable à la mise en valeur. Le principal caractère défavorable à une utilisation agricole est le taux élevé d'éléments grossiers dès la surface qui limite la profondeur accessible aux racines à 7 cm en moyenne.

LE PAYSAGE MORPHO-PÉDOLOGIQUE SUR LES GRÈS DE GANDO

Ce paysage s'étend sur 1 348 km², soit 14,1 % de la région cartographiée. Le paysage morpho-pédologique sur les grès de Gando est caractérisé par des plateaux cuirassés partiellement démantelés dominant de longs versants à pente faible. Ce paysage est proche du paysage sur les argilites et les siltites de l'Oti par son organisation générale. Le passage de l'un à l'autre est progressif, la roche devenant de plus en plus gréseuse à l'est de l'Oti. C'est la raison pour laquelle la limite entre les deux paysages est représentée par une ligne pointillée.

Les plateaux ont des superficies comprises entre 1 et 10 hectares et ils représentent 20 % de l'ensemble du paysage. Ils sont donc beaucoup moins étendus que sur les argilites et les siltites de l'Oti. Ils sont partiellement hérités de la topographie fini-tertiaire, mais ils ont été profondément modifiés au cours du quaternaire et les altérations ferrallitiques ne sont pas reconnaissables. Les sols sont gravillonnaires ou indurés, l'induration étant moins fréquente que sur les argilites et les siltites de l'Oti et les taux d'éléments grossiers des horizons A plus faible. La roche altérée apparaît vers 120 cm de profondeur et la roche saine vers 150 cm, comme sur les argilites et les siltites de l'Oti. Ces sols sont affectés par une nappe soutirante en saison des pluies, le soutirage étant un peu plus faible que sur les argilites et les siltites de l'Oti.

L'érosion de ces plateaux a abouti à la formation de versants de 1 à 3 km de longueur dont les pentes moyennes sont de 1,9 %. L'entaille d'érosion est souvent peu marquée, le versant se raccordant directement aux plateaux cuirassés. Les circulations latérales au contact de la roche plus ou moins altérée sont importantes dans ces sols : les horizons profonds des sols sont constitués de résidus de roche altérée imprégnés d'oxydes métalliques au contact les uns des autres qui déterminent une macroporosité importante dans laquelle circule la nappe. Les sols sont généralement peu épais, la roche apparaissant vers 60 cm de profondeur. Sous l'effet de l'hydromorphie, les horizons profonds s'indurent parfois, mais l'induration des versants, comme celle des sommets de forme, est beaucoup moins fréquente que sur les argilites et les siltites de l'Oti.

En raison de la granulométrie de la roche-mère, plus sableuse que sur les argilites et les siltites de l'Oti, toute la terre fine n'est pas entraînée par soutirage. Il se forme par remontée biologique des horizons sableux en surface dont l'épaisseur peut atteindre plusieurs décimètres. La présence de ces horizons sableux souvent épais ainsi que le taux plus faible d'éléments grossiers dans les profils font que ce paysage présente une meilleure aptitude agronomique que le paysage sur les argilites et les siltites de l'Oti.

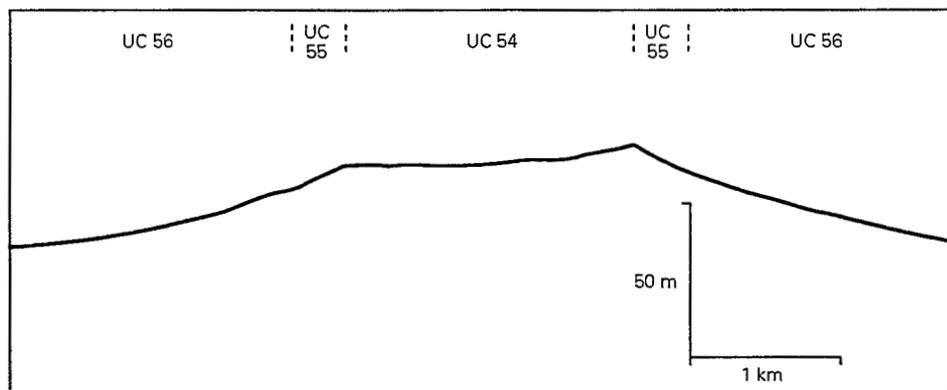


FIGURE 8
Organisation générale du paysage sur les grès de Gando

COMPARTIMENTS VERTICAUX DU PAYSAGE MORPHO-PÉDOLOGIQUE SUR LES GRÈS DE GANDO

Unité morpho-pédologique	Segment pédologique	Extension (% sur le socle)	Modélé	Pente (%) moy. extrê		Caractères généraux des sols	Profondeur moyenne (cm)	Éléments grossiers (% volume)	Drainage interne des horizons A
Plateaux cuirassés partiellement démantelés UC 54		1 à 10 ha (20 %)	Plan à plan-convexe	1,6 0 4		Sols gravillonnaires et sols indurés	40	60	Généralement rapide
Entailles d'érosion UC 55		10 à 200 m (5 %)	Rectiligne à concave	2,2 0 4		Sols gravillonnaires sableux en surface	30	65	Engorgement temporaire à la base
Bas de versant UC 56		1 500 à 3 000 m (75 %)	Rectiligne	1,9 0 4		Sols sableux en surface gravillonnaires ou hydromorphes	40	Variable (0 à 65)	Engorgement à faible profondeur ou en surface

Unité cartographique 54

Plateaux cuirassés partiellement démantelés

Cette unité représente environ 20 % du paysage sur les grès de Gando. Les plateaux ont une forme plane à plan concave, les pentes pouvant atteindre jusqu'à 4 %. Ils sont parfois limités à l'aval par des entailles d'érosion (UC 55), mais le passage au bas de versant (UC 56) est souvent insensible.

Les sols des plateaux sont constitués d'horizons A sableux généralement faiblement gravillonnaires qui reposent sur des horizons B épais, la roche altérée apparaissant vers 120 cm et la roche saine vers 150 cm. Les horizons B sont indurés dans 50 % des cas, la profondeur moyenne du niveau induré étant de 60 cm. Les niveaux gravillonnaires des sols situés dans le bassin-versant de la Koumangou contiennent souvent des petits cailloux de quartz roulés, probablement hérités de la phase d'érosion fini-tertiaire car ils se retrouvent même dans les positions les plus hautes du paysage.

Comme sur les argilites et les siltites de l'Oti, des sols indurés hydromorphes se sont formés dans les zones déprimées des plateaux. Ces sols, qui représentent 10 % des sols des plateaux, sont décrits dans l'unité de bas de versant (UC 56).

Les plateaux sont donc composés de 45 % de sols indurés non hydromorphes, de 45 % de sols gravillonnaires et de 10 % de sols indurés hydromorphes.

Les sols indurés non hydromorphes et les sols gravillonnaires sont associés à une échelle métrique. Contrairement aux plateaux sur argilites et siltites de l'Oti, les horizons A des deux types de sols diffèrent. Les sols indurés présentent des horizons sableux plus minces, probablement en raison de la difficulté pour la faune de traverser les niveaux indurés.

Le taux d'éléments grossiers est supérieur à 30 % en volume en moyenne à partir de 17 cm pour les sols indurés et à partir de 31 cm pour les sols non indurés. Il augmente en profondeur pour atteindre 70 % en moyenne dans les horizons B des sols gravillonnaires. Ces éléments grossiers constituent le squelette des horizons profonds et ils déterminent une macro-porosité large, incomplètement remplie par la terre fine, souvent utilisée pour la circulation de la nappe.

L'altérite est un horizon argileux à structure polyédrique dont l'épaisseur est généralement de 20 à 40 cm. Le centre des agrégats est brun (7,5 à 10 YR 5/6 à 6/8, brun vif à brun jaunâtre) avec souvent de petites taches noires, la bordure des pores étant gris verdâtre (5 Y 7/2 à 5/3, gris clair à olive). La roche, dont le pendage est souvent fort, se débite en boules et en savonnettes de couleur brun olive (2,5 à 5 Y 5/4 à 5/6, brun olive clair à olive). La roche est souvent hétérogène, des bancs décimétriques gréseux alternant avec des bancs plus argileux.

LES SOLS INDURÉS À CONCRÉTIONS

Les sols indurés à concrétions représentent 45 % des sols des plateaux de ce paysage. Ils représentent également 40 % des sols des plateaux du paysage sur les altérations ferrallitiques des grès de Gando et 30 % des sols des hauts de versants et des bas de versants de ce paysage.

La surface du sol présente quelques cailloux et blocs de cuirasse par endroits, mais les affleurements sont rares. Lorsque l'horizon superficiel est gravillonnaire, il existe parfois un pavage de gravillons à la surface qui peut recouvrir toute la surface. Les termitières sont rares, les turricules de vers peu abondants bien que l'horizon A1 semble très travaillé par les vers. L'activité des vers est cependant moins importante dans ces sols que dans les sols analogues sur argilites et siltites. Les horizons superficiels ont donc été appelés A1 et non A0.

Type de sol : Sol ferrugineux tropical induré à concrétions
(sol ferrugineux tropical lessivé ou appauvri, induré, à concrétions, sur grès de Gando 43213)

24 profils décrits

	Type horiz.	Prof. base (cm)	Couleur	Taux argile (%)	Taux EG (%)	Structure (fréquence %)	Sous structure (idem)	Porosité (idem)	Cohésion (idem)	Classe drainage
Moyenne	A1	16	10 YR 3/2 à 7,5 YR 3/2	15	21	Massive 75	Par 0	TTP 4	TM 17	1,8
Minimum		6	brun grisâtre très foncé	7	0	Grumel 25	Gru 21	TP 63	M 54	1
Maximum		28	à brun foncé	22	65	Poly sub 0 Polyédri 0	Pol 0	P 33 PP 0	PM 29 AC 0	5
Moyenne	A2	36	7,5 YR 4/4 à 5 YR 4/6	23	41	Massive 70	Par 0	TTP 4	TM 17	2,1
Minimum		11	brun foncé	9	0	Grumel 17	Gru 13	TP 78	M 65	1
Maximum		60	à rouge jaunâtre	32	70	Poly sub 13 Polyédri 0	Pol 4	P 17 PP 0	PM 17 AC 0	5
Moyenne	B	75	7,5 YR 5/6 à 5 YR 4/6	30	48	Massive 58	Par 0	TTP 8	TM 0	3,3
Minimum		42	brun vif	12	17	Grumel 0	Gru 0	TP 58	M 42	1
Maximum		105	à rouge jaunâtre	35	80	Poly sub 17 Polyédri 25	Pol 25	P 33 PP 0	PM 58 AC 0	5

Pentes moyennes : 1,8 %

Profondeurs moyennes :

Accessible aux racines : 39 cm

Horizons avec moins de 30 % EG : 17 cm

Bien que sableux, les horizons A1 sont parfois peu meubles à l'état sec. Ils deviennent meubles à l'état humide. La structure est parfois lamellaire lorsque le sol a été cultivé en billons. Lorsque le sol a été laissé en jachère depuis longtemps, la structure ne devient que très lentement grumeleuse, et cette fragmentation disparaît dès la mise en culture.

Les horizons A2 ont des teneurs en éléments grossiers très variables. Ces éléments grossiers sont principalement des gravillons ferrugineux centimétriques, mais des cailloux de cuirasse sont fréquents. La fragmentation de la structure observée dans près du tiers des cas se développe lorsque l'horizon est gravillonnaire. Elle provient de l'activité biologique, les micropeds se maintenant entre les gravillons constituant le squelette de l'horizon. Lorsqu'ils présentent des signes d'engorgement, c'est sous la forme de petites taches ocres au contact entre les éléments grossiers. Ces horizons sont meubles à l'état humide.

Les horizons B n'apparaissent que dans 50 % des cas. Ils sont souvent faiblement indurés et faiblement vidés sous forme de poches situées à la base. La mesure de la teneur en fer du niveau induré sur deux échantillons a donné 37 et 47 % en Fe₂O₃.

Les principales différences avec les sols analogues sur argillites et siltites de l'Oti sont :

- l'absence d'horizons A0 ;
- une teneur en éléments grossiers plus faible en surface (- 30 %) comme en profondeur (- 10 %) ;
- une teneur en argile plus faible en profondeur ;
- une hydromorphie plus discrète dans les horizons A, surtout en A2.

Les deux échantillons prélevés sont très différents au niveau de leur texture, aussi il est difficile d'en tirer des conclusions valables pour l'ensemble des sols.

Le taux de saturation est élevé sur l'ensemble du profil. Les teneurs en potassium échangeable sont faibles, les teneurs en phosphore total moyennes.

2 profils analysés pour A1 et A2, 1 profil analysé pour B

	Type horiz.	Taux de mo (%)	Azote (‰)	Taux EG (%)	Texture (%)				Complexe d'échange (mé.100g ⁻¹)					Bases totales mé.100g ⁻¹	P ₂ O ₅ total %	pH eau		
					A	LF	LG	SF	SG	Ca	Mg	K	Na				T	S/T (%)
Minimum	A1	0,7	0,7	21	6	9	15	15	9	3,4	0,9	0,17	0,0	3,7	100	17	0,91	5,7
Maximum		3,0	0,8	61	11	19	26	38	38	4,5	1,0	0,18	0,0	8,4	100	17	1,12	7,1
Minimum	A2	0,8	0,5	33	17	13	22	25	10	2,2	1,2	0,12	0,0	2,8	83	17	0,76	6,2
Maximum		1,0	0,5	66	24	16	29	30	19	3,7	1,3	0,12	0,1	6,0	100	19	0,89	6,8
	B	0,8	0,5	30	28	18	18	25	12	2,8	1,8	0,20	0,0	5,8	83	23	0,74	6,5

Les caractères favorables à l'utilisation agricole de ces sols sont :

- une profondeur accessible aux racines de 39 cm ;
- une assez faible variabilité latérale des propriétés des horizons de surface ;
- une absence d'engorgement des horizons de surface ;
- une faible teneur en éléments grossiers des horizons de surface.

Les facteurs défavorables sont :

- une pente pouvant atteindre 4 % ;
- la présence de cailloux et de blocs de cuirasse à la surface et dans le sol ;
- la texture sableuse des horizons de surface.

LES SOLS À CONCRÉTIONS NON INDURÉS

Les sols à concrétions non indurés représentent 45 % des sols des plateaux de ce paysage. Ils représentent également 40 % des sols des plateaux du paysage sur les altérations ferrallitiques des grès de Gando et 30 % des sols des hauts de versants de ce paysage.

La surface du sol ne présente ni blocs, ni affleurements de cuirasse. Lorsque l'horizon superficiel est gravillonnaire, il existe parfois un pavage de gravillons, comme pour les sols indurés. Les termitières sont rares, les turricules souvent nombreux, de quelques centimètres de hauteur et jamais groupés en édifices comme dans les plaines. Dans les horizons A1 et A2, l'activité biologique est intense. Cette activité n'est cependant pas suffisamment intense pour que l'horizon de surface soit appelé A0.

Comme pour les sols indurés, la structure des horizons A est le plus souvent massive, une tendance grumeleuse fragile ne se développant que dans le chevelu racinaire. La teneur en éléments grossiers de cet horizon est en général faible.

La teneur en éléments grossiers des horizons A2 est très variable. Les éléments grossiers sont principalement des gravillons ferrugineux, mais des cailloux et des blocs de cuirasse sont également fréquents. Ces horizons présentent souvent des traces d'hydromorphie sous forme de taches diffuses non indurées ocres ou rouges, et parfois sous forme de tendances plus rouges au contact entre les éléments grossiers. Lorsque ces horizons sont peu meubles à l'état sec, ils deviennent meubles à l'état humide.

Le taux d'éléments grossiers maximal dans les horizons B est en moyenne de 71 %, soit une valeur proche de celle des sols analogues sur argilites et siltites de l'Oti. Il s'agit principalement de gravillons au sommet, incluant parfois des cailloux et des blocs de cuirasse (moins abondants que sur les argilites et les siltites), et des lithoreliques de grès ferruginisées à la base, sous forme de noyaux irréguliers de quelques centimètres de diamètre. Ces horizons B présentent souvent des taches ocres (7,5 YR 5/6) et noires non indurées. Les horizons B contiennent souvent un horizon de soutirage

moins développé que sur les argilites et les siltites. Il apparaît sous forme de poches de matériau blanchi, ou d'un horizon d'une vingtaine de centimètres souvent situé à la base des horizons gravillonnaires, sans que cela soit systématique. Dans les zones vidées, le sol est souvent bouillant, les éléments grossiers étant lavés. Lorsque l'horizon vidé est situé à la base, il pénètre souvent en langues dans l'altérite sous-jacente.

Type de sol : Sol ferrugineux tropical à concrétions sur grès de Gando (Sol ferrugineux tropical lessivé ou appauvri, à taches et concrétions, sur grès de Gando 4224)

26 profils décrits

	Type horiz.	Prof. base (cm)	Couleur	Taux argile (%)	Taux EG (%)	Structure (fréquence %)	Sous structure (idem)	Porosité (idem)	Cohésion (idem)	Classe drainage	
Moyenne	A1	18	10 YR 3/3 à 7,5 YR 3/4	11	7	Massive	88	Par 4	TTP 12	TM 15	2,4
Minimum		10	brun foncé	6	0	Grumel	8	Gru 23	TP 54	M 73	1
Maximum		30		20	60	Poly sub	4	Pol 0	P 35	PM 8	3
						Polyédri	0		PP 0	AC 0	
Moyenne	A2	40	10 YR 5/4 à 7,5 YR 4/4	19	25	Massive	81	Par 0	TTP 4	TM 12	2,9
Minimum		27	brun jaunâtre	7	0	Grumel	12	Gru 4	TP 62	M 65	1
Maximum		63	à brun	32	65	Poly sub	4	Pol 4	P 35	PM 23	4
						Polyédri	4		PP 0	AC 0	
Moyenne	B	118	10 YR 7/4 à 7,5 YR 5/6	29	71	Massive	92	Par 0	TTP 35	TM 8	4,7
Minimum		72	brun très pâle	20	50	Grumel	0	Gru 0	TP 42	M 15	3
Maximum		185	à brun vif	40	85	Poly sub	0	Pol 8	P 19	PM 73	6
						Polyédri	8		PP 4	AC 0	

Pentes moyennes : 2,2 %

Profondeurs moyennes :

Accessible aux racines : 41 cm

Horizons avec moins de 30 % EG : 31 cm

Épaisseur des horizons avec plus de 30 % EG : 86 cm

2 profils analysés

	Type horiz.	Taux de mo (%)	Azote (%)	Taux EG (%)	A	Texture (%)				Complexe d'échange (mé.100g ⁻¹)					Bases totales (mé.100g ⁻¹)	P ₂ O ₅ total (%)	pH eau	
						LF	LG	SF	SG	Ca	Mg	K	Na	T	S/T (%)			
Minimum	A1	0,9	0,9	0	5	7	13	40	11	1,3	0,6	0,56	0,0	1,8	100	20	0,29	6,0
Maximum		1,3	0,5	5	7	9	19	57	33	1,9	0,8	0,71	0,0	2,8	100	20	0,32	6,2
Minimum	A2	0,4	0,3	0	6	9	14	32	18	0,6	0,4	0,31	0,0	1,2	82	20	0,22	5,6
Maximum		0,6	0,4	12	8	11	17	55	39	0,9	0,5	0,47	0,0	2,2	100	21	0,25	5,8
Minimum	B	0,3	0,3	75	11	12	10	20	17	0,8	0,8	0,31	0,0	2,9	67	27	0,42	5,7
Maximum		0,3	0,3	77	20	22	14	28	48	1,7	1,3	0,47	0,1	3,2	100	27	1,16	5,8

La texture est sableuse dans les horizons A, argilo-sableuse dans l'horizon B. La principale différence avec les sols sur argilites et siltites est une teneur moindre en limons d'environ 15% compensée par une plus forte teneur en sables fins. La teneur en argile des horizons B est généralement inférieure d'environ 10%.

La teneur en matière organique de l'horizon A1 est faible. Aussi, malgré un taux de saturation proche

de 100 % sur tout le profil, la capacité d'échange est faible. La teneur en potassium échangeable est élevée, caractère fréquent sur les grès de Gando. Les teneurs en phosphore total des horizons A sont faibles.

Les propriétés agronomiques de ces sols sont identiques à celles des sols indurés, l'induration étant généralement suffisamment profonde pour ne pas gêner la pénétration des racines des plantes annuelles et la moindre épaisseur des horizons sableux ne constituant pas une contrainte.

Unité cartographique 55

Entailles d'érosion

Cette unité représente 5 % du paysage. Les entailles d'érosion sont situées entre les plateaux cuirassés partiellement démantelés et le bas de versant (UC 56) ou les plaines alluviales (UC 5). Leur forme est rectiligne à concave, le raccord avec les plateaux étant généralement peu marqué. Les pentes ne sont jamais fortes (moins de 4 %). La roche n'affleure jamais, l'évolution de la forme s'effectuant autant par soutirage interne que par érosion.

Les sols sont très riches en débris de roche à la base. Ce ne sont cependant que très rarement des sols peu évolués, car les lithoreliques sont le plus souvent ferruginisées. Dans 75 % des cas, les sols sont gravillonnaires à plaquettes ferruginisées. Dans 25 % des cas, l'hydromorphie provoque la prise en masse des éléments grossiers (sols ferrugineux tropicaux hydromorphes indurés décrits dans l'UC 56). La tendance à l'induration est cependant beaucoup plus faible que sur les argilites et les siltites.

LES SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX À PLAQUETTES FERRUGINISÉES (SÉRIE DE SOUTÉ)

Les sols ferrugineux tropicaux à plaquette ferruginisées représentent 75 % des sols des entailles et 30 % des sols des bas de versant.

Ils sont composés d'horizons A sableux en surface à teneur variable en éléments grossiers reposant sur des horizons B peu épais fortement gravillonnaires (plaquettes de roches de quelques centimètres ferruginisées). À la base, la roche plus ou moins altérée apparaît en moyenne à 57 cm.

La surface du sol présente souvent de nombreux turricules de vers, jamais groupés en édifices. Lorsque l'horizon de surface est gravillonnaire, il existe souvent un pavage d'éléments grossiers qui peut couvrir jusqu'à 80 % de la surface.

L'intense activité biologique qui règne dans les horizons A1 leur donne souvent une apparence soufflée, le sol ayant tendance à s'enfoncer sous le pied. Dans certains cas, la remontée de terre fine par la faune produit une accumulation d'éléments grossiers sur 2 cm à la base de l'horizon, la teneur en éléments grossiers atteignant alors 65 % en volume.

Dans les horizons B, les éléments grossiers présentent une faible tendance à la prise en masse. La base des horizons est toujours soumise à une nappe soutirante, l'horizon vidé pénétrant souvent sous forme de langues dans la roche altérée sous-jacente. Dans les zones vidées, la terre fine est souvent sous forme de dépôts argilo-sableux sur les éléments grossiers.

Type de sol : Sol ferrugineux tropical à plaquettes ferruginisées
(sol ferrugineux tropical lessivé ou appauvri, à taches ou concrétions, hydromorphe au moins à la base, à plaquette ferruginisées sur grès de Gando 4225)

17 profils décrits

	Type	Prof. base (cm)	Couleur	Taux argile (%)	Taux EG (%)	Structure (fréquence %)	Sous structure (idem)	Porosité (idem)	Cohésion (idem)	Classe drainage
Moyenne	A1	15	10 YR 3/2 à 10 YR 4/3	10	13	Massive 94	Par 0	TTP 6	TM 0	3,3
Minimum		10	brun grisâtre très foncé	5	0	Grumel 6	Gru 31	TP 63	M 100	1
Maximum		20	à brun foncé	20	50	Poly sub 0	Pol 0	P 25	PM 0	5
						Polyédri 0		PP 0	AC 0	
Moyenne	A2	35	10 YR 4/3 à 7,5 YR 4/6	21	29	Massive 75	Par 0	TTP 13	TM 38	4,0
Minimum		27	brun foncé	7	0	Grumel 25	Gru 13	TP 63	M 63	3
Maximum		48	à brun vif	60	80	Poly sub 0	Pol 0	P 25	PM 0	5
						Polyédri 0		PP 0	AC 0	
Moyenne	B	50	10 YR 6/4 à 7,5 YR 4/4	24	66	Massive 76	Par 0	TTP 53	TM 41	4,2
Minimum		22	brun jaunâtre clair	10	20	Grumel 6	Gru 6	TP 47	M 53	1
Maximum		85	à brun	60	85	Poly sub 18	Pol 0	P 0	PM 6	6
						Polyédri 0		PP 0	AC 0	

Pentes moyennes : 2,1 %

Profondeurs moyennes :

Accessible aux racines : 31 cm

Horizons avec moins de 30 % EG : 16 cm

Epaisseur des horizons avec plus de 30 % EG : 41 cm

1 profil analysé

Type horiz.	Taux de mo (%)	Azote (%)	Taux EG (%)	A	LF	LG	SF	SG	Complexe d'échange (mé.100g ⁻¹)					Bases totales (mé.100g ⁻¹)	P ₂ O ₅ total (%)	pH eau	
									Ca	Mg	K	Na	T	S/T (%)			
A1	1,3	0,6	0	6	10	24	52	7	3,2	1,0	0,56	0,1	3,1	100	24	0,56	6,3
A2	0,5	0,4	1	7	10	22	51	11	1,3	1,8	0,42	0,0	2,5	100	23	0,29	5,5
B			81	11	24	10	11	44	4,2	2,7	0,47	0,1	6,5	100	53	0,99	5,9

Les résultats du profil analysé sont en accord avec ceux des sols gravillonnaires des plateaux : texture sableuse en surface, faible teneur en matière organique, saturation du complexe mais capacité d'échange peu développée, faible teneur en phosphore total mais teneur élevée en potassium échangeable.

Les propriétés favorables à l'utilisation agricole de ces sols sont :

- une profondeur accessible aux racines de 31 cm en moyenne ;
- la présence d'horizons A meubles dans lesquels la teneur en éléments grossiers est souvent peu élevée ;
- une teneur en potassium élevée pour la région.

Les propriétés défavorables sont :

- le risque d'érosion ;
- la texture sableuse des horizons A ;
- la structure massive ;
- l'hydromorphie qui apparaît souvent à faible profondeur ;
- des propriétés chimiques médiocres, à l'exception de la teneur en potassium.

Unité cartographique 56

Bas de versant

Cette unité représente 75 % du paysage. Elle est limitée à l'amont par les entailles (UC 55) ou par les plateaux cuirassés partiellement démantelés (UC 54). Cette unité se poursuit parfois vers l'aval par des plaines alluviales (UC 5), la limite entre les deux unités étant souvent peu nette.

Trois grands types de sols se trouvent dans cette unité. Sur les parties amont, en aval des entailles ou des plateaux cuirassés, les sols sont gravillonnaires à plaquettes ferruginisées (40 % des cas, description ci-dessus dans l'UC 55), les plaquettes constituant rarement un niveau induré (sols ferrugineux tropicaux indurés, 15 % des cas). Sur les parties aval, en continuité avec les plaines alluviales et dans les zones d'érosion actives, les sols sont constitués d'horizons sableux engorgés au moins en profondeur. Lorsque le niveau sableux est profond, les sols ont été regroupés en sols ferrugineux tropicaux hydromorphes non indurés (15 % des cas). Lorsque le niveau sableux est plus mince (15 % des cas), il repose sur des horizons vertiques, l'organisation des sols étant identique à celle des sols hydromorphes sableux peu épais décrits dans les bas de versants du paysage sur les argilites et siltites de l'Oti (UC 44). Enfin, des colluvions ferrallitiques provenant du paysage sur les altérations ferrallitiques de grès de Gando ont parfois été entraînées le long des axes de drainage (15 % des cas). Il s'agit de sols profonds sableux en surface parfois gravillonnaires en profondeur qui sont décrits dans l'unité des plateaux cuirassés du paysage sur les altérations ferrallitiques des grès de Gando.

LES SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX HYDROMORPHES INDURÉS (SÉRIE DE BEHAO, DE MILLETTE ET VIEILLEFON, SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX LESSIVÉS INDURÉS SUR MATÉRIAU ISSU DE JASPE, DE FAURE ET VIENNOT)

Les sols ferrugineux tropicaux hydromorphes indurés représentent 15 % des sols des bas de versant et 10 % des sols des plateaux de ce paysage. Ils représentent également 30 % des sols des bas de versants du paysage sur les altérations ferrallitiques des grès de Gando.

Ces sols sont constitués d'horizons sableux en surface, hydromorphes au moins à la base, reposant sur un niveau induré situé généralement à plus de 50 cm de profondeur. Le profil comprend toujours des horizons A1 et A2. Dans la moitié des cas, un horizon d'origine biologique A0 a été décrit. Un horizon B faiblement gravillonnaire a également été décrit dans 50 % des cas. Dans cet horizon, des taches indurées sont fréquemment coalescentes, formant un réseau induré passant progressivement à la carapace ou à la cuirasse. Les teneurs en fer des niveaux indurés varient de 4 à 47 % en Fe_2O_3 .

Il n'y a jamais d'affleurements de cuirasse ni de blocs en surface du sol. La surface du sol présente de très nombreux turricules de vers, parfois groupés en édifices sans que cela soit systématique.

Les caractères descriptifs des horizons A0 sont presque identiques à ceux des sols analogues du paysage sur les argilites et siltites de l'Oti dans lesquels ces horizons ont été décrits en détail. Contrairement aux argilites et aux siltites, le sol présente ici souvent une apparence soufflée, les animaux laissant des empreintes profondes en saison des pluies.

Dans l'horizon A1, la structure est massive. L'hydromorphie apparaît sous forme de petites taches ocres diffuses et, lorsque l'intensité de l'hydromorphie est forte, par des gaines rouille le long des racines.

Type de sol : Sol ferrugineux tropical hydromorphe induré
(sol ferrugineux tropical lessivé ou appauvri, hydromorphe, induré, sur grès de Gando 4412)

15 profils décrits

	Type	Prof. base (cm)	Couleur	Taux argile (%)	Taux EG (%)	Structure (fréquence %)	Sous structure (idem)	Porosité (idem)	Cohésion (idem)	Classe drainage
Moyenne	A0	16	10 YR 4/2	13	0	Massive 100	Par 0	TTP 33	TM 33	4,7
Minimum		11	brun grisâtre foncé	6	0	Grumel 0	Gru 33	TP 50	M 67	3
Maximum		18		22	0	Poly sub 0	Pol 0	P 17	PM 0	6
						Polyédri 0		PP 0	AC 0	
Moyenne	A1	22	10 YR 4/2 à 10 YR 5/3	15	1	Massive 91	Par 9	TTP 0	TM 27	4,4
Minimum		12	brun grisâtre foncé	5	0	Grumel 9	Gru 18	TP 45	M 64	2
Maximum		35	à brun	27	5	Poly sub 0	Pol 0	P 55	PM 9	6
						Polyédri 0		PP 0	AC 0	
Moyenne	A2	42	10 YR 5/3 à 10 YR 6/3	20	5	Massive 100	Par 0	TTP 0	TM 0	5,0
Minimum		28	brun	12	0	Grumel 0	Gru 0	TP 27	M 67	3
Maximum		62	à brun pâle	32	70	Poly sub 0	Pol 0	P 67	PM 33	6
						Polyédri 0		PP 7	AC 0	
Moyenne	B	79	10 YR 6/3 à 10 YR 6/4	26	20	Massive 56	Par 0	TTP 11	TM 0	5,7
Minimum		42	brun pâle	12	0	Grumel 0	Gru 0	TP 33	M 44	5
Maximum		115	à brun jaunâtre clair	35	65	Poly sub 11	Pol 0	P 44	PM 44	6
						Polyédri 33		PP 11	AC 0	

Pentes moyennes : 1,3 %

Profondeurs moyennes :

Accessible aux racines : 43 cm

Horizons avec moins de 30 % EG : 26 cm

Dans les horizons A2 et B l'hydromorphie se manifeste par des taches qui deviennent progressivement plus abondantes, pouvant atteindre jusqu'à 50 % du volume de l'horizon. Ces taches sont le plus souvent de couleur ocre (7,5 YR à 5 YR 4/6 à 5/8), plus rarement brunes ou grises. Elles deviennent parfois indurées vers la base du profil.

4 profils analysés pour A1 et A2, 2 profils analysés pour B

	Type horiz.	Taux de mo (%)	Azote (%)	Taux EG (%)	Texture (%)				Complexe d'échange (mé.100g ⁻¹)					Bases totales (mé.100g ⁻¹)	P ₂ O ₅ total (%)	pH eau		
					A	LF	LG	SF	SG	Ca	Mg	K	Na				T	S/T (%)
Moyenne	A1	0,9	0,4	5	6	15	23	46	12	1,1	0,6	0,13	0,0	3,3	65	15	0,43	6,1
Minimum		0,7	0,4	0	4	12	18	36	5	0,8	0,6	0,08	0,0	2,1	28	14	0,29	5,6
Maximum		1,2	0,5	15	7	22	31	50	15	1,6	0,7	0,16	0,0	5,6	86	17	0,52	6,5
Moyenne	A2	0,6	0,4	25	12	18	19	35	18	0,8	0,7	0,11	0,0	3,3	66	16	0,38	5,7
Minimum		0,4	0,3	3	8	12	17	25	13	0,4	0,5	0,09	0,0	1,6	18	13	0,15	5,4
Maximum		0,9	0,6	76	18	23	22	46	28	1,5	1,1	0,12	0,1	7,1	100	19	0,61	6,4
Minimum	B	0,5	0,4	11	11	16	17	27	15	0,2	1,1	0,08	0,0	2,4	62	15	1,09	5,8
Maximum		0,5	0,4	60	13	18	18	39	27	1,1	1,6	0,12	0,0	3,1	97	17	1,09	5,8

Les teneurs en matière organique sont faibles en surface, comme toujours dans les sols sableux ou sablo-limoneux hydromorphes. La capacité d'échange est peu développée, les teneurs en potassium échangeable et en phosphore total sont faibles. Le sol est faiblement acide en profondeur.

Les propriétés favorables à l'utilisation agricole de ces sols sont :

- la présence d'horizons A épais sans éléments grossiers ;
- la caractéristique meuble des horizons de surface ;
- des pentes souvent faibles.

Les caractères défavorables sont :

- l'engorgement de faible profondeur souvent difficilement maîtrisable ;
- la structure massive des horizons A ;
- la texture sableuse des horizons A0 et A1 ;
- le risque d'érosion sur les pentes supérieures à 2 %.

Ces sols sont bien adaptés aux cultures en buttes ou billons comme l'igname, le manioc, la patate douce ou le maïs. Pour améliorer les rendements, des apports d'éléments fertilisants sont indispensables.

LES SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX HYDROMORPHES NON INDURÉS (SÉRIE D'AYENDETÉ, DE MILLETTE ET VIELLEFON)

Les sols ferrugineux tropicaux hydromorphes non indurés représentent 15 % des sols des bas de versants de ce paysage et 20 % des sols de bas de versant du paysage sur les altérations ferrallitiques des grès de Gando. Ce type de sol n'apparaît pas dans le paysage sur les argillites et siltites de l'Oti.

Le sol est composé d'un matériau homogène sans éléments grossiers probablement d'origine colluviale, sableux en surface devenant argilo-sableux en profondeur, affecté par l'hydromorphie à faible profondeur. Le profil est toujours constitué d'horizons A1, A2 et B. Les horizons profonds sont soit de la roche altérée, soit un niveau induré de battement de nappe. Ces sols sont proches des sols colluviaux profonds qui se trouvent en bordure des hautes terrasses constituant le paysage sur les alluvions anciennes.

La surface du sol présente le plus souvent de nombreux turricules de 3 à 4 cm de hauteur. Ces sols sont parfois envahis par *Imperata*.

Type de sol : Sol ferrugineux tropical hydromorphe modal
(sol ferrugineux tropical lessivé ou appauvri, hydromorphe, sur grès de Gando 4421)

14 profils décrits

	Type horiz.	Prof. base (cm)	Couleur	Taux argile (%)	Taux EG (%)	Structure (fréquence %)	Sous structure (idem)	Porosité (idem)	Cohésion (idem)	Classe drainage
Moyenne	A1	20	10 YR 3/2 à 7,5 YR 3/2	12	0	Massive 64	Par 7	TTP 21	TM 50	3,3
Minimum		11	brun grisâtre très foncé	4	0	Grumel 36	Gru 21	TP 50	M 43	1
Maximum		34	à brun foncé	20	0	Poly sub 0	Pol 0	P 29	PM 7	6
						Polyédri 0		PP 0	AC 0	
Moyenne	A2	44	10 YR 4/4 à 7,5 YR 4/6	19	1	Massive 86	Par 0	TTP 0	TM 7	4,1
Minimum		8	brun jaunâtre foncé	6	0	Grumel 0	Gru 0	TP 21	M 43	2
Maximum		77	à brun vif	27	5	Poly sub 14	Pol 0	P 79	PM 50	6
						Polyédri 0		PP 0	AC 0	
Moyenne	B	128	10 YR 5/3 à 7,5 YR 5/4	27	2	Massive 50	Par 14	TTP 0	TM 7	4,9
Minimum		78	brun	12	0	Grumel 0	Gru 0	TP 43	M 50	4
Maximum		190		35	10	Poly sub 7	Pol 0	P 50	PM 43	6
						Polyédri 36		PP 0	AC 0	

Pentes moyennes : 2,1 %

Profondeur moyenne accessible aux racines : 101 cm

Lorsque l'hydromorphie affecte les horizons A1, ceux-ci présentent des taches diffuses ocres ou des petites taches rouille. Dans les horizons A2, les taches non indurées deviennent nombreuses, affectant jusqu'à 20 % du volume de l'horizon. Elles sont généralement ocres, plus rarement brunes ou noires. Dans les horizons B les taches peuvent représenter jusqu'à 40 % du volume de l'horizon. Il s'agit le plus souvent de taches ocres (7,5 à 5 YR 5/6 à 5/8) diffuses, parfois à centre noir, souvent faiblement indurées.

L'activité biologique, intense dans les horizons de surface, est présente jusqu'à la base des horizons B. Les horizons B présentent souvent des loges biologiques grossièrement sphériques. Les pores sont souvent partiellement remplis par des sables lavés de couleur rose témoins de la circulation de l'eau.

1 profil analysé

Type horiz.	Taux de mo (%)	Azote (‰)	Taux EG (%)	Texture (%)					Complexe d'échange (mé.100g ⁻¹)					Bases totales mé.100g ⁻¹	P ₂ O ₅ total ‰	pH eau	
				A	LF	LG	SF	SG	Ca	Mg	K	Na	T				S/T (%)
A1	1,3	0,4	1	7	13	19	44	18	2,1	0,8	0,21	0,0	3,3	100	16	0,42	6,3
A2	0,4	0,3	1	8	15	16	34	27	0,9	0,8	0,24	0,0	2,9	67	15	0,25	6,0
B			22	17	31	15	23	14	1,7	1,6	0,13	0,0	3,8	91	26		6,1

Dans le profil analysé, la teneur en matière organique de l'horizon A1 est faible. Le complexe est saturé en surface, faiblement désaturé en profondeur, le pH n'étant pas acide. La capacité d'échange est peu élevée. La teneur en potassium échangeable est moyenne, la teneur en phosphore total faible.

Les propriétés favorables à l'utilisation agricole de ces sols sont :

- une profondeur accessible aux racines des plantes supportant l'engorgement de 101 cm ;
- l'absence de contraste textural ou structural dans le sol ;
- l'absence d'éléments grossiers ;
- le caractère meuble de l'horizon A1 ;
- une assez grande homogénéité spatiale.

Les propriétés défavorables sont :

- l'engorgement à faible profondeur ;
- la texture sableuse des horizons de surface.

Ces sols conviennent bien à la culture de l'igname, du manioc, de la patate douce ou du maïs, en effectuant des buttes ou des billons pour contrôler l'engorgement. Ils sont également bien adaptés aux cultures arborées qui supportent l'excès d'eau.

LE PAYSAGE MORPHO-PÉDOLOGIQUE SUR LES ALTÉRATIONS FERRALLITIQUES DES GRÈS DE GANDO

Ce paysage s'étend sur 282 km², soit 3,0 % de la région cartographiée. Le paysage morpho-pédologique sur les altérations ferrallitiques des grès de Gando est lié à des témoins de la surface d'aplanissement fini-tertiaire. Ils sont tous situés à une altitude d'environ 200 m au nord et au sud de la Koumongou. Ce paysage est caractérisé par la présence de grands plateaux cuirassés reposant sur les altérites ferrallitiques. Ces plateaux se raccordent aux axes de drainage qu'ils dominent souvent d'une quarantaine de mètres par des versants dont les pentes sont en moyenne de 2,8 %. Au raccord entre les versants et les plateaux, les entailles d'érosion sont parfois très marquées, la dénivelée pouvant atteindre une dizaine de mètres, l'altérite ferrallitique étant mise à l'affleurement.

Sur les sommets des plateaux, les sols présentent souvent des caractères hérités de la pédogenèse ferrallitique : couleur rouge, drainage profond, texture à faible teneur en limons. Mais ces sols évoluent actuellement par soutirage interne, décoloration et déstructuration des horizons de surface vers des sols analogues aux sols des plateaux partiellement démantelés du paysage sur les grès de Gando.

Sur les hauts de versants, les altérations ferrallitiques ont été en partie détruites par érosion et par soutirage. Les sols sont constitués par une juxtaposition de sols gravillonnaires et indurés analogues à ceux des plateaux partiellement démantelés du paysage sur les grès de Gando et de sols dérivés de matériaux ferrallitiques.

En bas de versants, du fait de pentes plus fortes que dans les autres paysages de la région, les sols sont moins hydromorphes. De plus, des colluvions ferrallitiques ont souvent été entraînés à proximité des axes de drainage. Les sols sont soit des sols indurés, soit des sols profonds sableux en surface qui présentent un engorgement à des profondeurs variables.

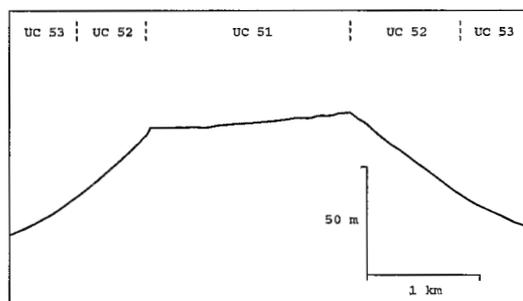


FIGURE 9

Organisation générale du paysage sur les altérations ferrallitiques des grès de Gando

Ce paysage, dont une grande partie a été englobé dans la réserve de faune de la Kéran lors de l'extension de 1981 (région d'Ossacré), pourrait constituer un atout pour le développement agricole de la région.

COMPARTIMENTS VERTICAUX DU PAYSAGE MORPHO-PÉDOLOGIQUE SUR LES ALTÉRATIONS FERRALLIQUES DES GRÈS DE GANDO

Unité morpho-pédologique	Segment pédologique	Extension (% sur le socle)	Modélé	Pente (%)		Caractères généraux des sols	Profondeur moyenne (cm)	Éléments grossiers (% volume)	Drainage interne des horizons A
				moy.	extré				
Plateaux cuirassés UC 51		10 à 1 000 ha (30 %)	Plan à plan-concave	2,1	1 3,5	Sols profonds gravillonnaires ou indurés	50	50	Généralement rapide
Hauts de versants UC 52		300 à 500 m (30 %)	Rectiligne, concave à l'amont	2,8	1 3,5	Sols gravillonnaires ou indurés sableux en surface	50	50	Engorgement en profondeur
Bas de versants UC 53		500 à 1 000 m (40 %)	Rectiligne à rectiligne-concave	1,5	0,5 2,5	Sols sableux en surface, souvent engorgés en profondeur, indurés ou profonds	70	0	Engorgement souvent proche de la surface

Unité cartographique 51 Plateaux cuirassés

Cette unité représente environ 30 % du paysage morpho-pédologique sur les altérations ferrallitiques des grès de Gando. Les plateaux ont une forme plane à plan-concave, avec des pentes pouvant atteindre 3,5 %. Ces pentes sont plus fortes que celles relevées sur les témoins fini-tertiaires situés sur le socle. Il est donc probable que la surface d'aplanissement était moins élaborée dans cette région située à proximité des reliefs de l'Atacora que dans les zones au relief moins accidenté.

Quatre types de sols sont fréquents sur les plateaux. Les plus répandus sont les sols gravillonnaires ou indurés identiques à ceux des plateaux partiellement démantelés du paysage sur les grès de Gando (80% des cas, les deux types de sols étant aussi fréquents). Ces sols sont constitués d'horizons A sableux généralement faiblement gravillonnaires qui reposent sur des horizons B épais. Les deux types de sols sont associés à une échelle métrique. Ils sont décrits dans l'unité des plateaux cuirassés partiellement démantelés du paysage sur les grès de Gando (UC 54).

Les deux autres types de sols se sont formés à partir d'un matériau ferrallitique. Les caractères qui les distinguent des autres sols sont ceux des horizons B : leur couleur est rouge (planche des 5 YR ou des 2,5 YR), ils ne sont pas engorgés en saison des pluies, leur structure est fréquemment polyédrique et leur taux d'éléments grossiers est toujours inférieur à 60 % en volume. Les caractères des horizons de surface sont en revanche peu différents des deux autres types de sols. Parmi les sols formés à partir d'un matériau ferrallitique, les sols gravillonnaires sont les plus abondants (15 % des cas). Les sols non gravillonnaires indurés à la base, décrits dans l'unité de bas de versant, sont plus rares (5 %).

Lorsque les sols sont indurés, le niveau cuirassé est généralement situé à plus de 50 cm de profondeur. Il existe cependant des zones étendues de cuirasse affleurante, en particulier à proximité de la bordure des plateaux.

LES SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX À CONCRÉTIONS SUR ALTÉRATION FERRALLITIQUE

Ces sols représentent 15 % des sols des plateaux cuirassés et 15 % des sols des hauts de versants.

Ils sont composés d'horizons A sableux à argilo-sableux à teneur en éléments grossiers variable sur des horizons B sablo-argileux gravillonnaires, la totalité du profil étant généralement bien drainée.

Lorsque les horizons A1 sont gravillonnaires, il existe souvent un pavage de gravillons en surface du sol qui ne couvre que moins de 20 % de la surface. Parfois ces sols portent des termitières cathédrales, mais elles ne sont pas nombreuses. Lorsque le niveau induré est proche de la surface, des blocs apparaissent souvent en surface du sol.

Type de sol : Sol ferrugineux tropical à concrétions (sol ferrugineux tropical lessivé ou appauvri, à concrétions, sur matériau ferrallitique issu de grès de Gando 4212)

9 profils décrits

	Type horiz.	Prof. base (cm)	Couleur	Taux argile (%)	Taux EG (%)	Structure (fréquence %)	Sous structure (idem)	Porosité (idem)	Cohésion (idem)	Classe drainage	
Moyenne	A1	14	10 YR 3/2	13	18	Massive	50	Par 0	TTP 0	TM 13	1,3
Minimum		6	brun grisâtre très foncé	9	5	Grumel	50	Gru 25	TP 63	M 75	1
Maximum		21		20	50	Poly sub	0	Pol 0	P 38	PM 13	3
						Polyédri	0		PP 0	AC 0	
Moyenne	A2	38	7,5 YR 3/2 à 5 YR 3/4	22	36	Massive	67	Par 0	TTP 0	TM 11	2,2
Minimum		25	brun foncé	12	2	Grumel	22	Gru 11	TP 67	M 78	1
Maximum		58	à brun rougeâtre foncé	35	55	Poly sub	11	Pol 0	P 33	PM 11	6
						Polyédri	0		PP 0	AC 0	
Moyenne	B	91	10 YR 5/4 à 2,5 YR 3/6	34	51	Massive	25	Par 0	TTP 0	TM 0	1,9
Minimum		80	brun jaunâtre	32	30	Grumel	0	Gru 13	TP 38	M 38	1
Maximum		107	à rouge foncé	37	60	Poly sub	0	Pol 0	P 50	PM 38	6
						Polyédri	75		PP 13	AC 25	

Pentes moyennes : 1,8 %

Profondeurs moyennes :

Accessible aux racines : 68 cm

Horizons avec moins de 30 % EG : 21 cm

La structure des horizons A est plus fragmentaire que dans les autres sols observés sur les plateaux cuirassés dans les autres paysages, bien que ces sols soient ou aient été cultivés. Ils sont parfois peu meubles à l'état sec, mais ils deviennent meubles à l'état humide.

Les éléments grossiers sont généralement des gravillons de taille centimétrique arrondis. Dans la zone située au sud de la Koumangou, des petits cailloux de quartz roulés apparaissent également dans ces horizons.

Les horizons B présentent parfois des indices d'évolution vers les sols habituels de la région : il s'agit de poches de matériau blanchi et d'une tendance à la prise en masse des éléments grossiers. Cette évolution est toutefois discrète.

1 profil analysé

Type horiz.	Taux de mo (%)	Azote (%)	Taux EG (%)	A	Texture (%)				SG	Complexe d'échange (mé.100g ⁻¹)					Bases totales mé.100g ⁻¹	P ₂ O ₅ total ‰	pH eau
					LF	LG	SF	Ca		Mg	K	Na	T	S/T (%)			
A1	4,4	1,7	26	8	8	19	46	17	10,5	2,5	0,49	0,1	13,3	100	25	3,28	6,7
A2	1,7	0,8	43	9	7	22	41	19	5,7	1,6	0,20	0,0	5,0	100	18	1,86	6,2
B	0,5	0,6	70	32	13	20	15	17	5,4	2,0	0,38	0,1	10,6	74	27	1,17	7,2

La teneur en matière organique du profil analysé est particulièrement élevée. MOUTSINGA (1983) a également relevé des teneurs assez élevées dans ce type de sol lors de l'étude détaillée de la zone. Le complexe d'échange est important et saturé en surface, les pH sont proches de la neutralité. Les teneurs en potassium échangeable et en phosphore total sont particulièrement fortes.

Les propriétés favorables à l'utilisation agricole de ces sols sont :

- une profondeur accessible aux racines de 68 cm ;
- des pentes généralement faibles ;
- des teneurs en éléments grossiers souvent faibles en surface ;
- une structure souvent fragmentaire de tout le profil ;
- l'absence de contraste textural ou structural dans le sol ;
- l'absence d'engorgement.

Le principal facteur limitant à l'exploitation de ces sols est leur extension limitée au sein du paysage.

Unité cartographique 52

Hauts de versants

Cette unité représente 30 % du paysage. Elle est située entre les plateaux cuirassés (UC 51) et les bas de versants (UC 53). Leur forme est rectiligne à l'aval, parfois à tendance convexe. À l'amont, le raccord aux plateaux est soit progressif, soit au contraire très marqué avec une entaille vive pouvant atteindre une dizaine de mètres d'épaisseur.

Les sols les plus fréquents (50 % des cas) sont des sols gravillonnaires, soit identiques à ceux des plateaux partiellement démantelés du paysage sur les grès de Gando (sols à concrétions non indurés décrits dans l'UC 54), avec des horizons soutirants au sein des horizons gravillonnaires (30 % des cas), soit identiques à ceux des plateaux de ce paysage (20 % des cas) avec des altérations ferrallitiques à la base. Ces sols sont associés à une échelle de quelques dizaines de mètres avec des sols indurés identiques à ceux des plateaux partiellement démantelés du paysage sur les grès de Gando (sols indurés à concrétions décrits dans l'UC 54, 30 % des cas). Plus rarement (20 % des cas) apparaissent des sols profonds sur matériau ferrallitiques (décrits dans l'UC 53).

Les propriétés favorables à l'utilisation agricole de ces sols sont :

- une profondeur accessible aux racines de 50 cm en moyenne ;
- une assez grande homogénéité spatiale des horizons A ;
- un taux d'éléments grossiers généralement faible dans les horizons A ;
- un engorgement qui reste généralement limité aux horizons profonds.

Les facteurs défavorables sont :

- une pente souvent assez forte pour la région (2,8 % en moyenne) ;
- une texture sableuse des horizons superficiels.

Unité cartographique 53

Bas de versants

Cette unité représente 40 % du paysage. Elle est limitée à l'amont par le haut de versant (UC 52) et elle s'étend à l'aval jusqu'aux axes de drainage. La forme est généralement rectiligne à l'amont et concave à l'aval à proximité des axes de drainage, généralement peu enfoncés par rapport à la surface topographique.

Deux types de sols principaux se trouvent sur les bas de versants. En contrebas des sols du haut de versant, les sols les plus abondants sont les sols indurés sableux en surface (60 % des cas). Ces sols sont soit engorgés seulement en profondeur (30 % des cas, sols indurés à concrétions décrits dans l'unité des plateaux partiellement démantelés du paysage sur les grès de Gando), soit engorgés à faible profondeur (30 % des cas, sols ferrugineux tropicaux hydromorphes indurés décrits dans l'unité de bas de versant du paysage sur les grès de Gando). Dans les autres cas, les bas de versants sont colluvionnés par du matériau ferrallitique (40 % des cas). Lorsque le drainage interne du sol est rapide, des sols rouges profonds indurés en profondeur se maintiennent (20 % des cas, sols ferrugineux tropicaux sur matériau ferrallitique décrits ci-dessous). Dans le cas contraire (20 % des cas), le matériau évolue vers des sols sableux hydromorphes en profondeur identiques à ceux des bas de versants du paysage sur les grès de Gando (sols ferrugineux tropicaux hydromorphes non indurés).

LES SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX INDURÉS EN PROFONDEUR SUR MATÉRIAU FERRALLITIQUE (SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX LESSIVÉS SANS CONCRÉTIONS SUR MATÉRIAU COLLUVIAL ISSU DE QUARTZITE ET MICASCHISTE ATACORIENS, DE FAURE ET VIENNOT)

Les sols ferrugineux tropicaux indurés en profondeur sur matériau ferrallitique représentent 20 % des sols des bas de versants, 20 % des sols des hauts de versant et 5 % des sols des plateaux cuirassés de ce paysage. Ils représentent également 30 % des sols des collines sur roches silico-ferrugineuses et 30 % des sols des hauts de versants du paysage sur les formations du Buem. Ils apparaissent enfin sur les hauts de versants du paysage sur les schistes de Kanté, où ils représentent 20 % des sols. Par ailleurs ces sols sont entraînés jusque dans les plaines alluviales où ils sont parfois abondants le long des affluents de la Kourmongou.

Les sols sont constitués d'un matériau ferrallitique épais sablo-argileux dépourvu d'éléments grossiers. Ce matériau est appauvri en argile en surface. Sa couleur est généralement rouge dans les horizons B, sauf lorsqu'ils sont soumis à un engorgement. Ce matériau surmonte un horizon induré apparaissant généralement à plus de 70 cm de profondeur, qui comprend un mélange de gravillons ferrugineux, de cailloux de quartz et de débris de roche partiellement ferruginisés.

La surface du sol présente le plus souvent des turricules de vers en surface, qui sont parfois nombreux. Les termitières cathédrales sont rares. Des cailloux et des blocs de cuirasse sont présents en surface.

Type de sol : Sol ferrugineux tropical induré en profondeur
(sol ferrugineux tropical lessivé ou appauvri, induré, sur matériau ferrallitique 4312)

23 profils décrits

	Type horiz.	Prof. base (cm)	Couleur	Taux argile (%)	Taux EG (%)	Structure (fréquence %)	Sous structure (idem)	Porosité (idem)	Cohésion (idem)	Classe drainage
Moyenne	A1	17	10 YR 3/2 à 7,5 YR 3/2	13	0	Massive 91	Par 4	TTP 4	TM 4	1,7
Minimum		8	brun grisâtre très foncé	5	0	Grumel 9	Gru 17	TP 57	M 78	1
Maximum		34	à brun foncé	25	2	Poly sub 0	Pol 0	P 35	PM 17	4
						Polyédri 0		PP 4	AC 0	
Moyenne	A2	39	7,5 YR 4/4 à 7,5 YR 5/6	22	1	Massive 96	Par 4	TTP 0	TM 9	2,2
Minimum		23	brun foncé	10	0	Grumel 4	Gru 4	TP 30	M 52	1
Maximum		72	à brun vif	37	20	Poly sub 0	Pol 4	P 70	PM 39	4
						Polyédri 0		PP 0	AC 0	
Moyenne	B	105	10 YR 5/4 à 2,5 YR 4/8	33	3	Massive 47	Par 0	TTP 0	TM 5	2,7
Minimum		42	brun jaunâtre	20	0	Grumel 0	Gru 5	TP 37	M 58	1
Maximum		175	à rouge	37	27	Poly sub 11	Pol 5	P 63	PM 37	5
						Polyédri 42		PP 0	AC 0	

Pentes moyennes : 2,0 %

Profondeur moyenne accessible aux racines : 89 cm

Dans les horizons A, la structure est le plus souvent massive, avec une tendance grumeleuse dans le chevelu racinaire. Ces horizons sont souvent peu meubles à l'état sec, comme souvent avec les matériaux ferrallitiques dans cette zone climatique. Ils deviennent meubles à l'état humide.

Les horizons A2 présentent souvent une légère hydromorphie qui se manifeste par des taches diffuses ocre ou par une imprégnation irrégulière de matière organique.

La structure des horizons B est souvent nettement polyédrique. Ils ont fréquemment des taches diffuses de couleur rouge et plus blanches qui peuvent représenter jusqu'à 10 % du volume de l'horizon. Ces taches sont parfois coalescentes et plus ou moins indurées.

Les horizons B ont souvent de nombreuses loges biologiques identiques à celles des sols profonds du paysage sur les alluvions anciennes et du paysage sur les grès de Dapaong et du Mont Bombouaka. Ce sont des loges grossièrement sphériques de quelques centimètres de diamètre. Des fentes verticales analogues à celles des autres sols rouges ferrallitiques existent parfois.

4 profils analysés pour A1 et A2, 2 profils analysés pour B

	Type horiz.	Taux de mo (%)	Azote (%)	Taux EG (%)	Texture (%)					Complexe d'échange (mé.100g ⁻¹)					Bases totales mé.100g ⁻¹	P ₂ O ₅ total %	pH eau	
					A	LF	LG	SF	SG	Ca	Mg	K	Na	T				S/T (%)
Moyenne	A1	1,1	0,4	5	7	11	16	43	22	1,6	0,5	0,26	0,0	4,1	76	16	0,42	6,4
Minimum		0,6	0,3	0	5	7	5	33	12	0,7	0,1	0,14	0,0	0,9	38	15	0,25	5,6
Maximum		2,1	0,5	11	13	16	25	54	46	2,4	0,7	0,52	0,0	8,6	100	17	0,60	7,0
Moyenne	A2	0,4	0,3	9	11	11	16	37	26	1,0	0,4	0,14	0,0	1,9	82	16	0,35	5,9
Minimum		0,3	0,3	0	6	8	6	23	14	0,8	0,3	0,07	0,0	1,2	65	13	0,22	5,5
Maximum		0,7	0,4	21	23	13	26	51	40	1,2	0,5	0,32	0,0	2,2	100	24	0,52	6,5
Minimum	B	0,3	0,3	2	11	9	7	18	10	0,7	0,5	0,08	0,0	2,6	36	14	0,22	5,2
Maximum		0,5	0,4	16	39	15	24	39	32	1,3	1,6	0,58	0,0	8,8	97	32	0,58	6,3

Le taux de matière organique est faible dès la surface. Bien que le taux de saturation soit généralement supérieur à 70 %, le pH est faiblement acide. Les teneurs en potassium échangeable sont très variables, les teneurs en phosphore total sont faibles.

Les propriétés favorables à l'utilisation agricole de ces sols sont :

- une profondeur accessible aux racines de 89 cm en moyenne ;
- l'absence d'éléments grossiers ;
- l'absence d'hydromorphie à proximité de la surface.

Les propriétés défavorables sont :

- la structure massive des horizons A ;
- la texture sableuse de l'horizon de surface ;
- la faible extension de ces sols au sein du paysage ;
- des propriétés chimiques médiocres.

Ces sols sont excellents pour toutes les cultures pluviales.

LE PAYSAGE MORPHO-PÉDOLOGIQUE SUR LES FORMATIONS DU BUEM

Ce paysage s'étend sur 386 km², soit 4,0 % de la région cartographiée. Les formations du Buem sont constituées de roches qui ont été plissées et parfois déplacées sous forme d'écaillés lors de la surrection de l'Atacora. Il s'agit donc d'un ensemble hétérogène qui comprend des grès intercalés de roches à grès plus fins comme dans la vallée de l'Oti à l'ouest, des schistes comme dans la région de Kanté à l'est et des roches silico-ferrugineuses. C'est la présence des roches silico-ferrugineuses qui donne à cet ensemble des caractères particuliers, car elles sont résistantes à l'érosion et elles constituent une source de fer pour les sols qu'elles dominent.

Lors de l'élaboration de la surface fini-tertiaire le paysage devait être constitué de collines de roches silico-ferrugineuses émergeant d'une centaine de mètres au-dessus d'un glacis de piémont dans lequel s'est développé une altération ferrallitique puissante. Au cours du quaternaire, le glacis a été entaillé et des colluvions ferrallitiques ont été redistribués le long des versants.

Le paysage se compose de collines de roches silico-ferrugineuses qui dominent des versants à pentes régulières souvent entaillés par la reprise d'érosion subactuelle. Sur les collines, lorsque le colluvionnement est important, les sols sont composés d'un matériau ferrallitique profond, sans éléments grossiers, généralement induré à la base. Lorsque l'érosion est vive, la charge en éléments grossiers est importante et le matériau ferrallitique disparaît souvent. Les sols des hauts de versants sont soit des sols gravillonnaires souvent indurés à la base sur une altération ferrallitique profonde, soit des sols colluviaux profonds identiques à ceux des collines. En bas de versant, l'héritage ferrallitique a été déblayé et les sols sont des sols sableux engorgés à proximité de la surface identiques à ceux du paysage sur les grès de Gando.

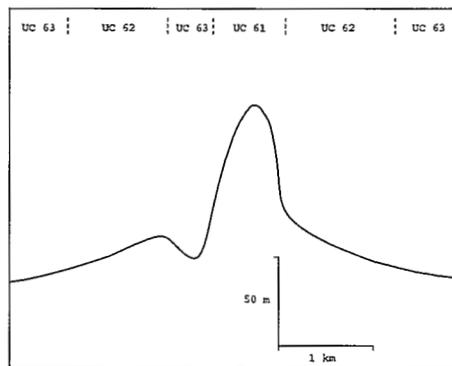


FIGURE 10
Organisation générale du paysage sur les formations du Buem

Cette description correspond au cas général observé, mais il existe de nombreuses exceptions en raison de la juxtaposition sur de faibles distances de roches très différentes. Dans ces zones, les formes de relief et les sols se rattachent soit au paysage sur les grès de Gando, soit au paysage sur les schistes de Kanté. Les formations du Buem sont trop peu étendues dans la région étudiée pour que les détails de l'organisation du paysage puissent être précisés.

COMPARTIMENTS VERTICAUX DU PAYSAGE MORPHO-PÉDOLOGIQUE SUR LES FORMATIONS DU BUEM

Unité morpho-pédologique	Segment pédologique	Extension (% sur le socle)	Modelé	Pente (%)		Caractères généraux des sols	Profondeur moyenne (cm)	Eléments grossiers (% volume)	Drainage interne des horizons A
				moy.	extré				
Collines de roches silico-ferrugineuses (UC 61)		1 à 100 ha (10 %)	Convexe à plan-convexe	3,7	1 8	Sols caillouteux peu profonds et sols colluviaux profonds	40	Variable (0 à 70 %)	Très rapide
Hauts de versants (UC 62)		10 à 100 ha (60 %)	Plan à plan convexe	1,8	0 3	Sols gravillonnaires souvent indurés et sols colluviaux profonds	50	Variable (0 à 50 %)	Rapide
Bas de versants (UC 63)		10 à 100 ha (30 %)	Plan à plan-concave	1,4	0 3	Sols sableux engorgés à faible profondeur	60	0	Engorgement à faible profondeur ou en surface

Unité cartographique 61 **Collines de roches silico-ferrugineuses**

Cette unité représente environ 10% du paysage sur les formations du Buem. Les collines ont des pentes qui peuvent être fortes, mais la pente moyenne n'est que de 3,7%. Elles sont généralement en continuité avec les hauts de versant (UC 62), mais parfois l'érosion a été suffisante pour que le bas de versant (UC 63) les atteignent.

Le matériau constitutif des sols est le plus souvent d'origine ferrallitique, comme en témoignent une couleur rouge et une teneur en argile de 35% des horizons de profondeur. Dans les zones de pentes faibles (moins de 3%), ce matériau a été colluvionné, donnant naissance à des sols profonds sans éléments grossiers reposant sur un niveau induré profond (sols ferrugineux tropicaux indurés sur col-

lutions ferrallitiques, 30 % des cas). Lorsque la pente est plus forte (3 à 6 %), le sol reste profond (67 cm en moyenne), mais le matériau ferrallitique contient en moyenne 64 % d'éléments grossiers, cailloux de quartz et de roche (sol peu évolué caillouteux sur colluvions ferrallitiques décrits dans le bas de versant du paysage sur les altérations ferrallitiques des grès de Gando UC 53, 30 % des cas). Ce n'est que sur les pentes les plus fortes (plus de 6 %) que le matériau ferrallitique a été en grande partie déblayé. Les sols sont toujours très riches en éléments grossiers, mais ils sont moins épais (36 cm en moyenne), moins rouges et moins argileux (sols caillouteux peu épais, 40 % des cas).

LES SOLS PEU ÉVOLUÉS CAILLOUTEUX SUR COLLUVIONS FERRALLITIQUES

Les sols peu évolués caillouteux sur colluvions ferrallitiques représentent 30 % des sols des collines de roches silico-ferrugineuses et 10 % des sols des hauts de versants de ce paysage.

Ils sont composés d'un matériau ferrallitique de couleur ocre à rouge riche en éléments grossiers, qui repose à 67 cm en moyenne sur la roche altérée, en général des schistes. Le profil est constitué d'horizons A1, A2 et B. Leur extension latérale est faible, car ils sont juxtaposés à l'échelle décimétrique avec des sols peu évolués caillouteux développés sur un matériau non ferrallitique.

Les cailloux et blocs de roche ou de quartz sont parfois abondants en surface. Des affleurements de roche de quelques mètres carrés sont fréquents, mais ils ne représentent généralement que moins de 5 % de la surface.

Type de sol : Sol peu évolué caillouteux sur colluvions ferrallitiques
(Sol peu évolué d'apport colluvial, sur colluvions ferrallitiques 19)

5 profils décrits

	Type horiz.	Prof. base (cm)	Couleur	Taux argile (%)	Taux EG (%)	Structure (fréquence %)	Sous structure (idem)	Porosité (idem)	Cohésion (idem)	Classe drainage
Moyenne	A1	16	10 YR 3/1 à 10 YR 3/2	16	30	Massive 60	Par 0	TTP 0	TM 20	1,0
Minimum		8	noir	7	5	Grumel 40	Gru 0	TP 40	M 60	1
Maximum		30	à brun grisâtre très foncé	22	70	Poly sub 0 Polyédri 0	Pol 0	P 60 PP 0	PM 20 AC 0	1
Moyenne	A2	44	7,5 YR 3/3 à 7,5 YR 3/4	24	52	Massive 40	Par 0	TTP 0	TM 20	1,0
Minimum		33	brun foncé	10	30	Grumel 40	Gru 20	TP 80	M 80	1
Maximum		63	à brun vif	35	70	Poly sub 20 Polyédri 0	Pol 0	P 20 PP 0	PM 0 AC 0	1
Moyenne	B	67	7,5 YR 5/6 à 5 YR 5/6	35	64	Massive 25	Par 0	TTP 0	TM 0	1,0
Minimum		54	brun vif	32	40	Grumel 0	Gru 0	TP 75	M 50	1
Maximum		80	à rouge jaunâtre	37	90	Poly sub 0 Polyédri 75	Pol 25	P 25 PP 0	PM 50 AC 0	1

Pentes moyennes : 4,6 %

Profondeurs moyennes :

Accessible aux racines : 32 cm

Horizons avec moins de 30 % EG : 9 cm

Épaisseur des horizons avec plus de 30 % EG : 48 cm

Les horizons A sont appauvris en argile, le profil granulométrique étant identique à celui des sols ferrugineux tropicaux indurés sur colluvions ferrallitiques. Le drainage interne est toujours très rapide, aucune tache n'a été décrite même dans les horizons de profondeur. La couleur est moins rouge que dans les sols colluviaux sans éléments grossiers.

La teneur en éléments grossiers est variable dans les horizons A1, supérieure à 30 % en-dessous. Les éléments grossiers sont principalement des graviers de quartz et des cailloux et des blocs de roche partiellement ferruginisés. Cette teneur élevée en éléments grossiers permet souvent le maintien d'une structure grumeleuse qui supprime la compaction observée sur les sols colluviaux sans éléments grossiers.

1 profil analysé

Type horiz.	Taux de mo (%)	Azote (‰)	Taux EG (%)	Texture (%)					Complexe d'échange (mé.100g ⁻¹)					Bases totales mé.100g ⁻¹	P ₂ O ₅ total ‰	pH eau	
				A	LF	LG	SF	SG	Ca	Mg	K	Na	T				S/T (%)
A1	1,4	0,6	27	7	6	9	42	34	3,1	0,9	0,21	0,0	7,4	57	21	0,72	6,6
A2	0,6	0,4	40	11	7	9	37	39	2,0	0,6	0,11	0,0	4,2	64	40	0,42	6,5
B	0,3	0,4	71	33	11	9	21	26	2,6	1,8	0,24	0,0	5,5	84	36	0,31	6,1

La teneur en matière organique du profil analysé est faible en surface pour un sol non cultivé, mais cette teneur est habituelle sur ce type de matériau. Le complexe d'échange est important, compte tenu de la teneur en argile et du taux de matière organique : il comprend probablement des argiles 2/1 en plus des kaolinites. Malgré un taux de saturation de 57 % en surface, le pH est près de la neutralité. La teneur en potassium échangeable est moyenne à faible, la teneur en phosphore total moyenne en surface, faible en profondeur.

Les propriétés favorables à l'utilisation agricole de ces sols sont :

- une profondeur accessible aux racines de 32 cm en moyenne ;
- l'absence d'engorgement.

Les facteurs défavorables sont :

- la pente souvent forte (4,6 % en moyenne) ;
- l'extension réduite des ces sols ;
- la forte charge en éléments grossiers ;
- la présence de blocs en surface et d'affleurements de roche par endroit.

LES SOLS CAILLOUTEUX PEU ÉPAIS (SÉRIE D'ATALOTÉ, DE MILLETTE ET VIEILLEFON)

Ces sols n'ont été décrits que sur les collines de roches silico-ferrugineuses, où ils représentent 40 % des sols. Ils sont associés aux sols caillouteux sur altération ferrallitique.

Ils sont caractérisés par un profil peu épais (30 cm en moyenne) et un taux d'éléments grossiers supérieur à 40 % dès la surface. L'horizon situé à la base du profil est généralement une isaltérite de schistes.

Comme les sols caillouteux sur altération ferrallitique, ils présentent des cailloux et des blocs de roche et des graviers de quartz en surface ainsi que quelques affleurements de roche.

Type de sol : Sol caillouteux peu épais
(Sol peu évolué d'érosion régosolique, sur les formations du Buem 17)

6 profils décrits

	Type	Prof. horiz. base (cm)	Couleur	Taux argile (%)	Taux EG (%)	Structure (fréquence %)	Sous structure (idem)	Porosité (idem)	Cohésion (idem)	Classe drainage
Moyenne	A1	14	10 YR 3/1 à 10 YR 3/2	13	63	Massive 17	Par 0	TTP 33	TM 33	1,3
Minimum		5	noir	4	40	Grumel 83	Gru 0	TP 67	M 67	1
Maximum		17	à brun grisâtre très foncé	22	80	Poly sub 0	Pol 0	P 0	PM 0	3
						Polyédri 0		PP 0	AC 0	
Moyenne	A2	36	10 YR 4/4 à 7,5 YR 4/4	22	72	Massive 20	Par 0	TTP 80	TM 40	1,6
Minimum		25	brun jaunâtre foncé	9	50	Grumel 80	Gru 0	TP 20	M 60	1
Maximum		45	à brun foncé	37	80	Poly sub 0	Pol 0	P 0	PM 0	4
						Polyédri 0		PP 0	AC 0	

Pentes moyennes : 8,1 %

Profondeurs moyennes :

Accessible aux racines : 15 cm

Horizons avec moins de 30 % EG : 0 cm

Épaisseur des horizons avec plus de 30 % EG : 30 cm

La texture est variable, souvent assez argileuse à la base en raison probablement du maintien de résidus de matériau ferrallitique. La structure est généralement grumeleuse sur tout le profil, favorisée par la teneur en éléments grossiers. Le profil est toujours bien drainé, meuble et poreux.

Les éléments grossiers sont principalement constitués de graviers de quartz et de plaquettes de schistes partiellement ferruginisées.

1 profil analysé

Type horiz.	Taux de mo (%)	Azote (%)	Taux EG (%)	Texture (%)					Complexe d'échange (mé.100g ⁻¹)					Bases totales mé.100g ⁻¹	P ₂ O ₅ total %	pH eau	
				A	LF	LG	SF	SG	Ca	Mg	K	Na	T				S/T (%)
A1	2,9	1,1	63	12	12	6	23	47	5,1	3,0	0,93	0,1	7,2	87	48	0,92	6,4
A2	1,9	0,9	68	22	17	8	18	34	3,6	3,0	0,45	0,1	9,2	77	46	0,47	5,7

Dans le profil analysé, la teneur en matière organique est élevée, d'où un complexe d'échange assez développé. Les teneurs en potassium échangeable sont particulièrement élevées, les teneurs en phosphore total moyennes en surface et faibles en profondeur.

Les propriétés favorables à l'utilisation agricole de ces sols sont :

- leur structure grumeleuse ;
- leur taux de matière organique élevé ;
- leur drainage interne rapide.

Les facteurs défavorables sont :

- les pentes fortes ;
- la présence de blocs en surface ;
- la teneur en éléments grossiers dès la surface ;
- l'extension latérale réduite.

Les sols des collines ne sont donc pas adaptés à une intensification de l'agriculture. Ils pourraient en revanche convenir pour effectuer des reboisements, car les altérites sont souvent pénétrables par les racines des arbres.

Unité cartographique 62

Hauts de versants

Cette unité représente 60 % du paysage sur les formations du Buem. Elle présente souvent une morphologie plane de glacis de piémont qui se raccorde aux collines de roches silico-ferrugineuses (UC 61). Vers l'aval, le passage au bas de versant (UC 63) est souvent insensible.

Les sols sont le plus souvent (60 % des cas) des sols gravillonnaires dérivés d'un matériau ferrallitique, dont ils ont gardé une couleur rouge et une texture sablo-argileuse en profondeur. Ces sols sont indurés dans la moitié des cas, les sols indurés (sol ferrugineux tropicaux indurés à concrétions) et les sols non indurés (sols ferrugineux tropicaux à concrétions) étant juxtaposés à une échelle de quelques mètres.

Plus rarement (40 % des cas), les versants ont été colluvionnés. Les sols sont des sols ferrugineux tropicaux indurés sur colluvions ferrallitiques (décrits dans le bas de versant du paysage sur les altérations ferrallitiques des grès de Gando UC 53, 30 % des cas) ou des sols peu évolués caillouteux sur colluvions ferrallitiques (décrits dans l'UC 61, 10 % des cas). Ces zones de colluvionnement représentent toujours des superficies inférieures à un hectare.

LES SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX À CONCRÉTIONS SUR MATÉRIAU FERRALLITIQUE

Les sols ferrugineux tropicaux à concrétions sur matériau ferrallitique ne sont présents que dans cette unité cartographique, où ils représentent 30 % des sols.

Ce sont des sols rouges gravillonnaires qui surmontent des altérites ferrallitiques souvent gréseuses. Le profil est constitué d'horizons A et d'horizons B.

Lorsque les éléments grossiers sont présents dans l'horizon de surface, il existe un mulch d'éléments grossiers en surface, composé de gravillons ferrugineux et de graviers de quartz. Dans les champs cultivés, ce mulch peut recouvrir toute la surface du sol.

Bien que les horizons A1 soient appauvris, la teneur en argile n'est pas trop sableuse (16% en moyenne). En profondeur, la texture est proche de celle des autres sols dérivés de matériau ferrallitique du même paysage.

La teneur en éléments grossiers augmente avec la profondeur. Bien qu'elle soit élevée, elle reste toutefois plus faible que celle des sols sur argillites et siltites de l'Oti et sur grès de Gando. Les éléments grossiers sont le plus souvent composés d'un mélange de gravillons ferrugineux (les plus nombreux), de graviers de quartz et de résidus d'altérite plus ou moins imprégnés d'oxydes métalliques.

En surface, la texture est massive et l'horizon compact lorsque le taux d'éléments grossiers est faible. En profondeur la structure est souvent polyédrique ; malgré cette fragmentation de la structure, l'horizon est souvent peu meuble car il présente une tendance à l'induration (continuité avec les sols indurés).

Type de sol : Sol ferrugineux tropical à concrétions sur matériau ferrallitique
(sol ferrugineux tropical lessivé ou appauvri, à taches et concrétions, non hydromorphe,
sur matériau ferrallitique colluvial 4213)

7 profils décrits

	Type horiz.	Prof. base (cm)	Couleur	Taux argile (%)	Taux EG (%)	Structure (fréquence %)	Sous structure (idem)	Porosité (idem)	Cohésion (idem)	Classe drainage
Moyenne	A1	15	10 YR 3/2 à 7,5 YR 4/4	16	25	Massive 86	Par 0	TTP 0	TM 0	1,7
Minimum		11	brun grisâtre très foncé	12	2	Grumel 14	Gru 0	TP 14	M 57	1
Maximum		19	à brun foncé	22	52	Poly sub 0	Pol 0	P 86	PM 43	3
						Polyédri 0		PP 0	AC 0	
Moyenne	A2	35	7,5 YR 4/4 à 5 YR 3/4	24	33	Massive 57	Par 0	TTP 0	TM 0	2,1
Minimum		27	brun foncé	12	2	Grumel 29	Gru 29	TP 43	M 86	1
Maximum		47	à brun rougeâtre foncé	27	60	Poly sub 14	Pol 0	P 57	PM 14	4
						Polyédri 0		PP 0	AC 0	
Moyenne	B	75	7,5 YR 5/6 à 5 YR 4/6	32	51	Massive 29	Par 0	TTP 0	TM 0	2,4
Minimum		43	brun vif	27	40	Grumel 14	Gru 0	TP 43	M 14	1
Maximum		135	à rouge jaunâtre	35	80	Poly sub 0	Pol 14	P 29	PM 86	5
						Polyédri 57		PP 29	AC 0	

Pentes moyennes : 1,1 %

Profondeurs moyennes :

Accessible aux racines : 37 cm

Horizons avec moins de 30 % EG : 18 cm

Épaisseur des horizons avec plus de 30 % EG : 54 cm

Les horizons A sont dépourvus de taches. Des taches apparaissent dans les horizons B, soit sous forme de petites taches rouges, soit sous forme de plages plus rouges et plus blanches. Ces taches ne sont pas indurées.

2 profils analysés

	Type horiz.	Taux de mo (%)	Azote (%o)	Taux EG (%)	Texture (%)					Complexe d'échange (mé.100g ⁻¹)					Bases totales mé.100g ⁻¹	P ₂ O ₅ total %o	pH eau	
					A	LF	LG	SF	SG	Ca	Mg	K	Na	T				S/T (%)
Minimum	A1	0,9	0,4	14	5	8	11	30	33	2,7	0,6	0,12	0,0	2,5	100	18	0,52	6,9
Maximum		1,4	0,6	34	10	13	14	31	46	2,8	1,0	0,16	0,0	3,8	100	19	0,79	7,1
Minimum	A2	0,5	0,3	25	6	7	11	21	29	1,3	0,4	0,11	0,0	1,4	99	15	0,42	6,9
Maximum		0,8	0,5	62	21	17	12	29	47	2,7	1,4	0,12	0,0	4,3	100	23	0,60	7,1
Minimum	B	0,4	0,3	56	10	9	8	10	22	1,3	0,5	0,13	0,0	1,7	63	15	0,46	6,4
Maximum		0,4	0,3	65	43	17	11	21	50	2,4	2,3	0,19	0,0	7,6	100	42	0,46	6,5

Dans les deux profils analysés, le taux de matière organique est faible dès la surface. La capacité d'échange est peu développée, les teneurs en potassium échangeable étant faibles dès la surface. Les teneurs en phosphore total sont moyennes sur tout le profil. Le pH est proche de la neutralité.

Les propriétés favorables à l'utilisation agricole de ces sols sont :

- une pente faible ;
- une profondeur accessible aux racines de 37 cm ;
- une texture argilo-sableuse en surface passant progressivement à sablo-argileuse en profondeur ;
- un drainage interne rapide.

Les facteurs défavorables sont :

- la teneur en éléments grossiers élevée dans les horizons profonds ;
- le caractère compact des horizons superficiels en l'absence d'éléments grossiers ;
- des propriétés chimiques médiocres.

LES SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX INDURÉS

Les sols ferrugineux tropicaux indurés ne sont présents que dans cette unité cartographique, où ils représentent 30 % des sols.

Ce sont des sols rouges gravillonnaires indurés à une profondeur comprise entre 20 et 40 cm. Leurs horizons A sont très proches de ceux des sols ferrugineux tropicaux à concrétions sur matériau ferrallitique avec lesquels ils sont en continuité. Le niveau induré est généralement gravillonnaire. Sa teneur en fer est peu élevée : sur 2 échantillons analysés, elle n'est que de 15 % en Fe_2O_3 .

Les blocs de cuirasse sont fréquents en surface du sol et des affleurements de cuirasse apparaissent par endroit. Lorsque l'horizon A1 est gravillonnaire, un mulch gravillonnaire est présent en surface. Il peut recouvrir la surface du sol dans les champs cultivés.

Type de sol : Sol ferrugineux tropical induré à concrétions
(sol ferrugineux tropical lessivé ou appauvri, induré, sur formations du Buem 43214)

6 profils décrits

	Type horz.	Prof. base (cm)	Couleur	Taux argile (%)	Taux EG (%)	Structure (fréquence %)	Sous structure (idem)	Porosité (idem)	Cohésion (idem)	Classe drainage
Moyenne	A1	14	10 YR 3/2 à 7,5 YR 3/2	15	14	Massive 100	Par 0	TTP 0	TM 0	1,5
Minimum		9	brun grisâtre trèsfoncé	9	0	Grumel 0	Gru 17	TP 17	M 67	1
Maximum		17	à brun foncé	17	40	Poly sub 0	Pol 0	P 83	PM 33	4
						Polyédri 0		PP 0	AC 0	
Moyenne	A2	33	10 YR 4/4 à 5 YR 3/3	25	41	Massive 67	Par 0	TTP 0	TM 17	1,5
Minimum		20	brun jaunâtre foncé	17	17	Grumel 33	Gru 17	TP 83	M 67	1
Maximum		40	à brun rougeâtre foncé	32	60	Poly sub 0	Pol 17	P 17	PM 17	4
						Polyédri 0		PP 0	AC 0	

Pentes moyennes : 1,8 %

Profondeurs moyennes :

Accessible aux racines : 34 cm

Horizons avec moins de 30 % EG : 15 cm

Les propriétés des horizons A sont identiques à celles des sols ferrugineux tropicaux à concrétions sur matériau ferrallitique en ce qui concerne la profondeur, le taux d'argile et la structure. La même cohésion à l'état sec apparaît pour l'horizon de surface lorsque le taux d'éléments grossiers est faible. Les éléments grossiers sont principalement des gravillons ferrugineux, avec des graviers de quartz et des résidus d'altérite plus ou moins ferruginisés.

Les résultats des analyses chimiques des deux profils étudiés sont proches de ceux obtenus pour les sols gravillonnaires, sauf en ce qui concerne le taux de matière organique, plus élevé en surface comme c'est la règle pour les sols indurés à faible profondeur.

2 profils analysés

	Type horiz.	Taux de mo (%)	Azote (‰)	Taux EG (%)	A	Texture (%)				Complexe d'échange (mé.100g ⁻¹)					Bases totales mé.100g ⁻¹	P ₂ O ₅ total ‰	pH eau	
						LF	LG	SF	SG	Ca	Mg	K	Na	T				S/T (%)
Minimum	A1	1,2	0,6	16	6	9	14	35	30	2,8	1,3	0,18	0,0	5,0	86	19	0,73	6,9
Maximum		2,3	0,8	42	7	12	15	38	38	4,8	1,4	0,24	0,0	5,3	100	20	1,07	7,0
Minimum	A2	0,6	0,4	39	9	11	13	24	38	1,9	0,5	0,10	0,0	2,0	100	17	0,64	6,8
Maximum		1,3	0,6	64	10	13	14	29	40	3,6	1,2	0,15	0,0	4,2	100	21	0,87	6,9

Les propriétés favorables à l'utilisation agricole de ces sols sont proches de celles des sols gravillonnaires :

- une pente faible ;
- une profondeur accessible aux racines de 34 cm ;
- un drainage interne rapide.

Les facteurs défavorables sont :

- la présence d'horizons indurés à faible profondeur ;
- la teneur en éléments grossiers élevée dans les horizons A2 ;
- le caractère compact des horizons superficiels en l'absence d'éléments grossiers ;
- des propriétés chimiques médiocres.

Les hauts de versants, avec des sols gravillonnaires bien drainés à texture argilo-sableuse en surface et des sols colluviaux profonds, constituent des zones intéressantes au plan agricole, en particulier pour la culture du coton.

Unité cartographique 63 **Bas de versants**

Cette unité représente 30 % du paysage. Elle a une forme plane à plan-concave régulière qui se raccorde au haut de versant (UC 62) ou, plus rarement, directement aux collines de roches silico-ferrugineuses (UC 61).

Cette unité comprend deux types de sols principaux, les sols sableux engorgés à faible profondeur et les sols alluviaux à texture équilibrée. Les sols sableux engorgés à faible profondeur sont souvent indurés. Ces sols sont identiques à des sols décrits dans le paysage sur les grès de Gando (bas de versant, UC 56) : sols ferrugineux tropicaux hydromorphes indurés (30 % des cas) et sols ferrugineux tropicaux hydromorphes non indurés (40 % des cas). Les sols alluviaux à texture équilibrée (30 % des cas) se trouvent à proximité des axes de drainage, où ils forment des bandes étroites de quelques hectares. Ils sont identiques aux sols des bourrelets de berge (sols hydromorphes alluviaux à texture équilibrée) décrits dans le paysage des plaines alluviales.

Ces sols à texture sableuse en surface, dépourvus d'éléments grossiers, et engorgés à faible profondeur conviennent bien aux cultures d'igname et de manioc.

LE PAYSAGE MORPHO-PÉDOLOGIQUE SUR LES SCHISTES DE KANDÉ

Ce paysage s'étend sur 272 km², soit 2,8 % de la région cartographiée. Le paysage morpho-pédologique sur les schistes de Kandé est constitué par une succession de collines convexes. Il est bordé à l'est par les grès-quartzites de l'Atacora auxquels il se raccorde par un versant à forte pente.

Les collines sont le résultat de l'érosion de la surface fini-tertiaire à altérations ferrallitiques profondes, dont il ne subsiste qu'un témoin cuirassé au Togo (au nord-ouest de Kandé), mais qui prend une grande extension au Bénin un peu plus au nord. Ce paysage subit en effet une érosion intense, en raison de la proximité de la Koumangou (ou Kéran), dont le lit est enfoncé de 50 mètres par rapport à la surface topographique. Cet enfoncement du réseau hydrographique semble lié à la suppression d'un seuil rocheux au niveau du passage des collines de roches silico-ferrugineuses du Buem. L'érosion de l'ensemble du bassin versant (étudiée au Bénin sur des parcelles expérimentales dans la région de Boukombé) a produit un déblaiement total des niveaux gravillonnaires des sols ferrallitiques initiaux, les sols étant caractérisés par une absence totale de gravillons ferrugineux.

Dans la plupart des sols des sommets de versants l'isaltérite de schistes est située à quelques décimètres en-dessous de la surface du sol, les horizons superficiels étant dérivés de l'isaltérite par pédoturbation et enrichissement en éléments grossiers par entraînement de la terre fine. Sur les versants, la troncature du sol initial est plus prononcée : les altérites ne sont pas ferrallitiques en général et un engorgement de la base des profils apparaît. En bas de versant, la pente est plus faible et l'érosion moins prononcée. Les sols sont des sols argilo-sableux hydromorphes dépourvus d'éléments grossiers dans les horizons de surface.

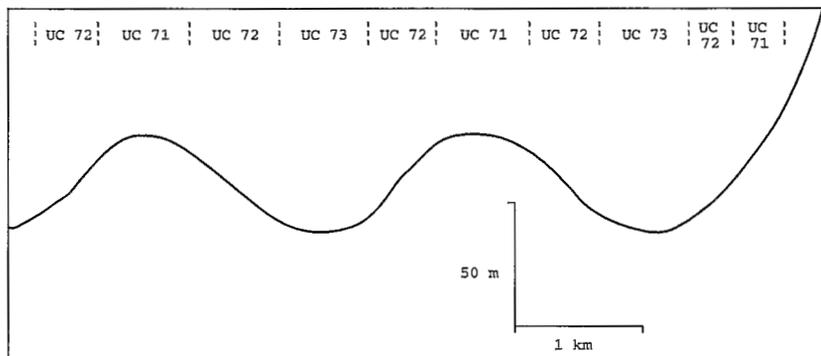


FIGURE 11
Organisation générale du paysage sur les schistes de Kandé

COMPARTIMENTS VERTICAUX DU PAYSAGE MORPHO-PÉDOLOGIQUE SUR LES SCHISTES DE KANDÉ

Unité morpho-pédologique	Segment pédologique	Extension (% sur le socle)	Modelé	Pente (%) moy. extrê		Caractères généraux des sols	Profondeur moyenne (cm)	Éléments grossiers (% volume)	Drainage interne des horizons A
Sommet de versant convexe et versant de raccord à l'Atacora (UC 71)		1 à 10 ha (10 %)	Convexe	2,4	0	Sols caillouteux sur isaltérite ferrallitique de schistes	32	50	Très rapide
Haut de versant (UC 72)		10 à 100 ha (60 %)	Convexe	3,6	2	Sols caillouteux engorgés à la base	33	50	Engorgement à la base
Bas de versant (UC 73)		10 à 500 ha (30 %)	Concave	3,0	1	Sols argilo-sableux hydromorphes	53	25	Engorgement à faible profondeur

Unité cartographique 71

Sommets de collines convexes et versants de raccord à l'Atacora

Cette unité représente 10 % du paysage morpho-pédologique sur les schistes de Kanté. La forme est typiquement convexe, les zones planes étant rares et les signes d'érosion visibles jusqu'en sommet de forme (pente moyenne de 2,4 %). Dans certains cas, le sommet de forme est armé par un filon de quartz de quelques mètres d'épaisseur.

Les sols sont pour la plupart (90 % des cas) des sols ferrallitiques tronqués au niveau de l'isaltérite. Plus rarement (10 % des cas), sur les versants de raccord à l'Atacora, la troncature a été plus profonde et les sols sont des sols caillouteux peu profonds identiques à ceux décrits sur les collines de roches silico-ferrugineuses (paysage sur les formations du Buem, UC 61).

LES SOLS FERRALLITIQUES TRONQUÉS CAILLOUTEUX
(SÉRIE DE KANDÉ, DE MILLETTE ET VIEILLEFON, SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX LESSIVÉS SANS
CONCRÉTIONS SUR MICASHISTE ET SCHISTE QUARTZEUX DU BUEM, DE FAURE ET VIENNOT)

Les sols ferrallitiques tronqués caillouteux constituent 90 % des sols des sommets de versants et 30 % des hauts de versants de ce paysage.

Ils sont composés en surface d'horizons A riches en graviers de quartz sur une épaisseur moyenne de 38 cm. Ces horizons surmontent un horizon B constitué de la juxtaposition de matériau pédoturbé riche en graviers de quartz et d'isaltérite de schistes. L'isaltérite (horizon C) devient dominante en profondeur.

Les graviers et les cailloux de quartz sont nombreux en surface, et les agriculteurs disent avoir constaté leur augmentation au cours des dernières décennies. Quelques termitières cathédrales sont parfois présentes, mais la plupart ne sont plus habitées car elles sont utilisées comme aliments pour la volaille.

Type de sol : Sol ferrallitique tronqué caillouteux

(Sol ferrallitique faiblement désaturé, rajeuni avec érosion et remaniement, sur schistes de Kanté 52)

7 profils décrits

	Type horiz.	Prof. base (cm)	Couleur	Taux argile (%)	Taux EG (%)	Structure (fréquence %)	Sous structure (idem)	Porosité (idem)	Cohésion (idem)	Classe drainage	
Moyenne	A1	14	10 YR 3/1 à 10 YR 4/2	15	39	Massive	36	Par 0	TTP 0	TM 0	1,3
Minimum		10	noir	7	0	Grumel	64	Gru 27	TP 73	M 91	1
Maximum		20	à brun grisâtre foncé	22	60	Poly sub Polyédri	0 0	Pol 0	P 27 PP 0	PM 9 AC 0	3
Moyenne	A2	38	10 YR 4/4 à 7,5 YR 5/4	28	49	Massive	18	Par 0	TTP 0	TM 27	1,4
Minimum		28	brun jaunâtre foncé	17	15	Grumel	0	Gru 18	TP 64	M 64	1
Maximum		59	à brun	32	65	Poly sub Polyédri	82 0	Pol 0	P 36 PP 0	PM 9 AC 0	3
Moyenne	B	97	5 YR 5/6 à 5 YR 5/8	34	45	Massive	0	Par 0	TTP 0	TM 0	2,3
Minimum		55	rouge jaunâtre	32	40	Grumel	0	Gru 0	TP 14	M 29	1
Maximum		160		35	52	Poly sub Polyédri	0 100	Pol 0	P 43 PP 43	PM 71 AC 0	4
Moyenne	C		7,5 YR 5/6 à 5 YR 5/8	35	9	Massive	0	Par 0	TTP 0	TM 0	2,2
Minimum			brun vif	32	0	Grumel	0	Gru 10	TP 70	M 90	1
Maximum			à rouge jaunâtre	40	30	Poly sub Polyédri	0 100	Pol 0	P 10 PP 10	PM 0 AC 0	6

Pentes moyennes : 2,6 %

Profondeurs moyennes :

Accessible aux racines : 32 cm

Horizons avec moins de 30 % EG : 4 cm

Épaisseur des horizons avec plus de 30 % EG : 71 cm

Le taux d'éléments grossiers est important dès la surface. Il est maximum dans les horizons A, où la terre fine est entraînée par ruissellement superficiel. Il est faible dans les horizons C, où la description correspond à la phase pédoturbée, qui représente moins de 10 % du volume de l'horizon. Les éléments

grossiers sont principalement des graviers et des cailloux de quartz anguleux, avec quelques plaquettes de schistes faiblement imprégnées d'oxydes métalliques. L'isaltérite est de couleur jaune paille à orangé, avec parfois de larges taches noires. Elle est parcourue de filonnets de quartz qui sont en place jusqu'au sommet des horizons B. Des micropeds se trouvent entre les plaquettes de schistes jusqu'à plus de deux mètres de profondeur.

Ces sols ont une structure fragmentaire nette liée à l'activité biologique dont ils sont le siège. Elle est grumeleuse en surface et devient progressivement finement polyédrique en profondeur, les micropeds étant mis en forme par les éléments grossiers au contact desquels ils se trouvent.

Dans les horizons A la couleur est homogène. Dans les horizons B, elle est légèrement hétérogène, soit par imprégnation irrégulière de matière organique, soit par décoloration de la bordure des pores.

2 profils analysés

	Type horiz.	Taux de mo		Taux EG (%)	Texture (%)				Complexe d'échange (mé.100g ⁻¹)					Bases totales mé.100g ⁻¹	P ₂ O ₅ total ‰	pH eau		
		(%)	(‰)		A	LF	LG	SF	SG	Ca	Mg	K	Na				T	S/T (%)
Minimum	A1	2,4	1,1	64	13	16	2	25	29	3,6	1,3	0,32	0,0	5,0	91	30	0,73	7,1
Maximum		2,6	1,1	65	14	17	13	39	34	4,5	1,4	0,34	0,0	6,7	100	36	1,07	7,2
Minimum	A2	0,9	0,6	74	12	18	13	18	29	1,1	1,0	0,20	0,0	2,9	73	25	0,39	6,2
Maximum		1,5	0,8	75	16	28	15	22	30	4,4	1,0	0,24	0,0	7,8	81	57	0,92	7,1
Minimum	C	0,7	0,7	41	15	31	9	10	18	0,3	0,3	0,16	0,0	5,1	10	44	0,64	5,4
Maximum		0,7	0,9	57	28	37	12	13	31	3,4	1,0	0,31	0,0	7,3	93	50	0,64	7,2

Les teneurs en matière organique sont élevées dans les horizons de surface. Dans ces horizons la teneur en argile est de l'ordre de 15 % et la teneur en limons de 20 à 30 %. Ces sols ne sont donc pas sableux en surface, contrairement à la plupart des sols du nord du Togo. Le complexe d'échange est assez développé en surface et il est presque saturé, d'où un pH neutre. Les teneurs en potassium échangeable et en phosphore total sont élevées en surface, moyennes en profondeur.

Les propriétés favorables à l'utilisation agricole de ces sols sont :

- leur structure fragmentaire ;
- une bonne homogénéité latérale ;
- une profondeur accessible aux racines de 32 cm ;
- un drainage interne très rapide ;
- des propriétés chimiques meilleures que la moyenne des sols de la région.

Les propriétés défavorables sont :

- les pentes souvent fortes ;
- la présence de nombreux éléments grossiers sur et dans le sol.

Il s'agit de sols dans lesquels une érosion liée à une culture intensive s'est ajoutée à une érosion liée à l'évolution du modelé. Les sols de ce paysage sont ceux du nord-Togo pour lesquels les problèmes de conservation sont les plus sérieux. Pour stopper cette évolution, il serait nécessaire de vulgariser les techniques de conservation des sols. Il est possible d'espérer diminuer la dégradation du sol si l'érosion peut être ralentie, car l'activité biologique intense remonte des quantités importantes de terre fine des horizons profonds.

Unité cartographique 72 Hauts de versants

Cette unité représente 60 % du paysage sur les schistes de Kandé. Elle correspond à la zone de plus forte pente des collines convexes, donc celle où les phénomènes d'érosion sont les plus marqués. Elle est limitée à l'amont par le sommet des collines (UC 71) et à l'aval par le bas de versant convexe (UC 73).

Dans 80 % des cas les sols présentent un gradient toposéquentiel, les sols ferrallitiques tronqués caillouteux du sommet (30 % des cas) devenant progressivement engorgés en profondeur en direction de l'axe de drainage (sols ferrugineux tropicaux à taches, 50 % des cas). Dans 20 % des cas les hauts de versants sont recouverts par un matériau colluvial ferrallitique souvent profond et induré à la base. Les sols sont identiques aux sols ferrugineux tropicaux indurés sur colluvions ferrallitiques décrits dans l'unité de bas de versant du paysage sur les altérations ferrallitiques des grès de Gando (UC 53). Ces zones colluviales sont en général inférieures à un hectare.

LES SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX À TACHES

Les sols ferrugineux tropicaux à taches représentent 50 % des sols des hauts de versants et 40 % des sols des bas de versants de ce paysage.

Ils sont composés en surface d'horizons A généralement bien drainés au sommet riche en graviers de quartz sur une épaisseur moyenne de 43 cm. Ces horizons surmontent un horizon B également riche en éléments grossiers qui présente de nombreuses taches d'hydromorphie. À la base se trouve une isaltérite de schistes dont la morphologie est très variable selon le niveau de troncature du sol ferrallitique initial. Lorsque la troncature n'est pas profonde, elle présente des caractères voisins de l'isaltérite des sommets, avec une couleur jaune paille et des taches noires. Lorsque la troncature est profonde, l'altération n'est plus ferrallitique et l'isaltérite est de couleur gris clair à verdâtre.

Type de sol : Sol ferrugineux tropical à taches

(sol ferrugineux tropical lessivé ou appauvri, à taches et concrétions, sur schistes de Kandé 4226)

7 profils décrits

	Type	Prof. horiz. base (cm)	Couleur	Taux argile (%)	Taux EG (%)	Structure (fréquence %)	Sous structure (idem)	Porosité (idem)	Cohésion (idem)	Classe drainage
Moyenne	A1	17	10 YR 3/1 à 10 YR 3/3	11	31	Massive 82	Par 0	TTP 0	TM 18	1,9
Minimum		9	noir	5	0	Grumel 18	Gru 18	TP 55	M 27	1
Maximum		23	à brun foncé	20	70	Poly sub 0 Polyédri 0	Pol 0	P 45 PP 0	PM 55 AC 0	4
Moyenne	A2	43	10 YR 3/2 à 7,5 YR 4/6	22	41	Massive 36	Par 0	TTP 9	TM 27	2,5
Minimum		23	brun grisâtre très foncé	12	0	Grumel 27	Gru 0	TP 45	M 55	1
Maximum		65	à brun vif	32	80	Poly sub 36 Polyédri 0	Pol 0	P 36 PP 9	PM 18 AC 0	4
Moyenne	B	107	10 YR 5/4 à 7,5 YR 5/4	30	46	Massive 18	Par 0	TTP 9	TM 9	4,1
Minimum		70	brun jaunâtre	12	0	Grumel 0	Gru 0	TP 9	M 18	1
Maximum		140	à brun	37	85	Poly sub 9 Polyédri 55	Pol 18	P 55 PP 18	PM 713 AC 0	6

Pentes moyennes : 4,0 %

Profondeurs moyennes :

Accessible aux racines : 34 cm

Horizons avec moins de 30 % EG : 10 cm

Épaisseur des horizons avec plus de 30 % EG : 96 cm

Les horizons A de ces sols sont proches de ceux des sols des sommets de versants. Ils s'en distinguent par une texture plus sableuse et une moindre fragmentation de la structure. Le taux d'éléments grossiers (principalement des graviers et des cailloux de quartz) est variable. Il est le plus souvent aussi élevé que sur les sommets, mais dans certains cas les horizons A sont dépourvus d'éléments grossiers.

Les horizons B ont une couleur moins rouge que sur les sommets, avec des taches représentant de 10 à 50 % du volume de l'horizon. Ces taches sont de couleur variable selon les sols, de rouge (2,5 YR 4/8) à ocre (5 YR 4/6), noir ou gris (2,5 Y 7/2). Elles sont rarement faiblement indurées.

2 profils analysés

	Type horiz.	Taux de mo (%)	Azote (%)	Taux EG (%)	Texture (%)					Complexe d'échange (mé.100g ⁻¹)					Bases totales mé.100g ⁻¹	P ₂ O ₅ total ‰	pH eau	
					A	LF	LG	SF	SG	Ca	Mg	K	Na	T				S/T (%)
Minimum	A1	2,7	1,0	67	8	10	2	30	35	6,5	1,3	0,19	0,0	8,1	100	26	0,87	6,2
Maximum		3,8	1,4	74	10	11	15	37	39	7,6	1,6	0,29	0,0	8,5	100	27	1,28	6,5
Minimum	A2	0,7	0,4	78	6	10	6	24	39	0,8	0,2	0,16	0,0	1,6	71	15	0,39	5,5
Maximum		1,2	0,7	82	18	12	16	27	42	2,7	1,6	0,18	0,0	6,3	75	27	0,45	6,5
Minimum	B	0,6	0,6	76	5	11	14	11	28	0,5	0,7	0,07	0,0	8,0	17	14	0,29	5,3
Maximum		0,6	0,6	85	11	37	17	23	44	3,6	3,4	0,44	0,1	8,4	89	44	0,42	6,5

Le taux de matière organique est élevé en surface, comme sur les sommets. La capacité d'échange est assez élevée et le taux de saturation généralement supérieur à 70 %. Le pH est proche de la neutralité en surface, mais il est souvent acide en profondeur. Les valeurs de pH sont plus faibles que sur les sommets. Les teneurs en potassium échangeable et en phosphore total sont élevées en surface, moyennes à faibles en profondeur.

Les facteurs favorables à l'utilisation agricole de ces sols sont :

- une bonne homogénéité latérale ;
- une profondeur accessible aux racines de 34 cm.

Les propriétés défavorables sont :

- les pentes fortes associées à de nombreuses trace d'érosion ;
- la présence de nombreux éléments grossiers sur et dans le sol ;
- l'engorgement de profondeur.

Unité cartographique 73 **Bas de versants**

Cette unité représente 30 % du paysage sur les schistes de Kanté. Les pentes, fortes à l'amont (3 à 5 %), deviennent faibles à l'aval (moins de 2 %). Cette unité est limitée à l'amont par l'unité de haut de versants (UC 72). Elle s'étend à l'aval jusqu'aux axes de drainage. Les axes de drainage sont fréquemment enfoncés de plusieurs mètres par rapport au bas de versant, mais les traces d'érosion sont souvent faibles sur les bas de versant.

À l'amont de la forme, les sols sont identiques à ceux de l'aval du haut de versant (sols ferrugineux tropicaux à taches, 40 % des cas). Progressivement les horizons A deviennent moins riches en éléments grossiers, en même temps que l'hydromorphie monte vers la surface. Les sols sont alors des sols ferrugineux tropicaux hydromorphes argilo-sableux sans éléments grossiers en surface (60 % des cas).

LES SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX HYDROMORPHES

Les sols ferrugineux tropicaux hydromorphes ne sont présents que sur les bas de versants, où ils représentent 60 % des sols.

Ils sont composés d'horizons A argilo-sableux hydromorphes à faible profondeur, généralement dépourvus d'éléments grossiers, reposant sur des horizons B sablo-argileux à teneur variable en éléments grossiers. Les horizons de profondeur sont soit des isaltérites, soit des horizons hydromorphes compacts. Ces sols ne sont que rarement indurés en profondeur.

La surface du sol présente généralement des turricules de vers souvent nombreux.

Type de sol : Sol ferrugineux tropical hydromorphe
(sol ferrugineux tropical lessivé ou appauvri, hydromorphe, sur schistes de Kandé 4423)

8 profils décrits

	Type horiz.	Prof. base (cm)	Couleur	Taux argile (%)	Taux EG (%)	Structure (fréquence %)	Sous structure (idem)	Porosité (idem)	Cohésion (idem)	Classe drainage
Moyenne	A1	17	10 YR 3/2 à 10 YR 4/2	21	1	Massive 88	Par 0	TTP 0	TM 0	5,3
Minimum		8	brun grisâtre très foncé	10	0	Grumel 13	Gru 25	TP 25	M 75	4
Maximum		35	à brun foncé	35	2	Poly sub 0	Pol 0	P 50	PM 25	6
						Polyédri 0		PP 25	AC 0	
Moyenne	A2	35	10 YR 4/2 à 10 YR 5/2	28	11	Massive 67	Par 0	TTP 0	TM 0	5,7
Minimum		23	brun jaunâtre foncé	17	0	Grumel 0	Gru 0	TP 0	M 50	4
Maximum		53	à brun grisâtre	35	60	Poly sub 17	Pol 17	P 67	PM 50	6
						Polyédri 0		PP 33	AC 0	
Moyenne	B	75	10 YR 4/2 à 10 YR 6/2	34	26	Massive 25	Par 0	TTP 0	TM 0	5,9
Minimum		42	rouge grisâtre foncé	27	0	Grumel 0	Gru 0	TP 13	M 25	5
Maximum		110	à gris brunâtre clair	40	60	Poly sub 25	Pol 13	P 63	PM 75	6
						Polyédri 38		PP 0	AC 0	

Pentes moyennes : 2,3 %

Profondeurs moyennes :

Accessible aux racines : 53 cm

Horizons avec moins de 30 % EG : 33 cm

La texture des horizons A est souvent équilibrée. La structure est généralement massive, et le sol est peu meuble à l'état sec (il devient meuble à l'état humide). Dans les horizons B, la structure est plus fragmentaire en raison de la présence fréquente d'éléments grossiers (graviers et cailloux de quartz principalement).

Lorsque l'hydromorphie affecte les horizons de surface, elle se manifeste par des petites taches rouille et des gaines rouille le long des racines. Dans les horizons A2, les taches sont de couleur rouille (10 YR 5/8 à 5 YR 5/6), plus rarement rouge (2,5 YR 4/8). Ces taches ne sont pas indurées et elles

représentent jusqu'à 20 % du volume de l'horizon. Dans les horizons B les taches deviennent plus nombreuses (jusqu'à 40 % du volume de l'horizon). Les taches rouges sont souvent plus noires au centre et indurées. Parfois les pores sont partiellement remplis par des sables déliés témoins de la circulation de la nappe.

1 profil analysé

Type horiz.	Taux de mo (%)	Azote (‰)	Taux EG (%)	Texture (%)					Complexe d'échange (mé.100g ⁻¹)					Bases totales mé.100g ⁻¹	P ₂ O ₅ total ‰	pH eau	
				A	LF	LG	SF	SG	Ca	Mg	K	Na	T				S/T (%)
A1	1,0	0,4	4	5	11	32	38	14	1,4	0,9	0,13	0,0	4,5	54	16	0,32	5,9
A2	0,8	0,5	16	11	16	27	30	17	1,5	1,0	0,14	0,1	4,3	63	21	0,32	5,9
B			78	37	19	12	11	22	3,5	4,0	0,29	0,1	12,4	63	0	38	6,1

Dans le profil analysé la teneur en matière organique est faible dès la surface. La capacité d'échange est faible en surface et le taux de saturation de l'ordre de 60 % sur tout le profil. Le pH est faiblement acide, les teneurs en potassium échangeable et en phosphore total sont faibles.

Les facteurs favorables à l'utilisation agricole de ces sols sont :

- des pentes inférieures à 2 % à proximité des axes de drainage ;
- une assez grande homogénéité latérale ;
- une profondeur accessible aux racines des plantes supportant l'engorgement de 53 cm ;
- une texture souvent équilibrée des horizons de surface ;
- l'absence d'éléments grossiers dans les horizons A.

Les facteurs défavorables sont :

- l'engorgement à proximité de la surface ;
- la structure massive des horizons A ;
- les propriétés chimiques médiocres.

LE PAYSAGE MORPHO-PÉDOLOGIQUE SUR LES ALLUVIONS ANCIENNES DE L'OTI

Ce paysage s'étend sur 329 km², soit 3,4 % de la région cartographiée. Il correspond à des dépôts d'alluvions anciennes, vestiges d'un cours divagant de l'Oti, qui se présentent actuellement sous forme de pastilles d'un diamètre de quelques kilomètres. Ces hautes terrasses ont une composition granulométrique et géochimique constante sur l'ensemble de la région : le matériau est typiquement ferrallitique, avec une phase argileuse principalement kaolinique et une phase sableuse uniquement quartzreuse. Ces dépôts proviennent probablement du déblaiement des anciens sols ferrallitiques du socle éburnéen situés en amont du bassin et qui présentent la même granulométrie des sables. Ils reposent sur les argilites et les siltites non altérés par l'intermédiaire d'un mince niveau de graviers de quartz roulés.

La pente des terrasses est toujours faible (moins de 1 % en moyenne). Aussi les phénomènes d'érosion sont très limités. L'évolution des sols est déterminée par le régime hydrique des sols, lui-même sous la dépendance de l'épaisseur du dépôt. Les alluvions anciennes ferrallitiques forment un matériau perméable, mais les argilites et les siltites sont imperméables. Au centre des zones de dépôt, où les argilites et les siltites n'apparaissent qu'à plusieurs mètres de profondeur, le flux hydrique est tamponné et aucune nappe ne se forme en saison des pluies. Les sols ne subissent qu'un appauvrissement superficiel en argile et leur morphologie présente de nombreuses similitudes avec les sols colluviaux des grès de Dapaong et du Mont Bombouaka. À la périphérie des terrasses, en revanche, une nappe perchée s'établit au contact des argilites et des siltites lors de chaque saison des pluies. Elle induit la formation d'un niveau induré qui se rapproche de la surface du sol sur les bordures. Parfois les alluvions anciennes ont été entraînées par colluvionnement sur les bordures des terrasses, formant des niveaux sableux épais engorgés en profondeur. Les hautes terrasses de l'Oti présentent donc généralement une partie centrale avec des sols sableux bien drainés entourée par une auréole irrégulière de sols indurés et de sols sableux hydromorphes en profondeur.

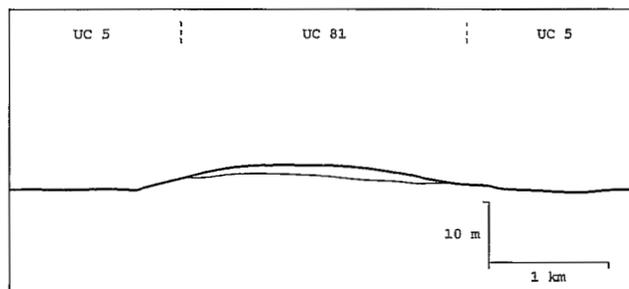


FIGURE 12
Organisation générale du paysage sur les alluvions anciennes de l'Oti

**COMPARTIMENTS VERTICAUX DU PAYSAGE MORPHO-PÉDOLOGIQUE
SUR LES ALLUVIONS ANCIENNES DE L'OTI**

Unité morpho-pédologique	Segment pédologique	Extension (% sur le socle)	Modelé	Pente (%)		Caractères généraux des sols	Profondeur moyenne (cm)	Eléments grossiers (% volume)	Drainage interne des horizons A
				moy.	extrê				
Haute terrasse UC 81	Zone centrale	10 à 1000 ha (30 %)	Plan	0,7	0	Sols profonds sableux en surface	140	0	Très rapide
	Zone périphérique	100 à 1000 ha (70 %)	Plan	0,9	0	Sols indurés et sols sableux souvent hydromorphes	50 (très variable)	< 15	Engorgement de la base fréquent

**Unité cartographique 81
Hautes terrasses de l'Oti**

LA ZONE CENTRALE (SÉRIES DE KOUKOMBOU, MANIADJOTI ET SADORI)

La zone centrale des hautes terrasses représente en moyenne 30 % du paysage, mais cette proportion varie considérablement selon les terrasses : elle peut atteindre jusqu'à 70 % sur les terrasses où le dépôt alluvial est profond, et elle peut ne pas exister lorsqu'il est mince.

Elle correspond à des sols profonds homogènes sur l'ensemble de la zone. Ces sols sont profonds sans éléments grossiers. Le profil est constitué d'horizons A sableux épais (48 cm en moyenne) passant progressivement à des horizons B plus argileux dépourvus d'éléments grossiers de couleur souvent rouge (planche des 5 YR ou des 2,5 YR). En profondeur apparaissent des taches d'hydromorphie et fréquemment un niveau induré. La limite avec les sols indurés a été fixée pour une profondeur d'apparition de la carapace ou de la cuirasse de 120 cm.

Ces sols portent fréquemment des termitières cathédrales (3 à 5 termitières à l'hectare). La surface du sol comporte des sables déliés lorsqu'elle est soumise au piétinement du bétail. Ces sols sont souvent envahis par *Imperata*.

Type de sol : Sol ferrugineux tropical modal
(sol ferrugineux tropical lessivé ou appauvri, modal, sur alluvions ferrallitiques anciennes 412)

13 profils décrits

	Type horiz.	Prof. base (cm)	Couleur	Taux argile (%)	Taux EG (%)	Structure (fréquence %)	Sous structure (idem)	Porosité (idem)	Cohésion (idem)	Classe drainage
Moyenne	A1	20	7,5 YR 4/4 à 5 YR 3/4	10	1	Massive 92	Par 54	TTP 0	TM 31	1,6
Minimum		10	brun foncé	4	0	Grumel 8	Gru 23	TP 69	M 69	1
Maximum		30	à brun rougeâtre foncé	20	2	Poly sub 0	Pol 0	P 31	PM 0	4
						Polyédri 0		PP 0	AC 0	
Moyenne	A2	48	7,5 YR 5/6 à 5 YR 4/6	19	0	Massive 100	Par 0	TTP 0	TM 8	1,8
Minimum		25	brun vif	10	0	Grumel 0	Gru 0	TP 31	M 62	1
Maximum		70	à rouge jaunâtre	32	2	Poly sub 0	Pol 0	P 69	PM 31	4
						Polyédri 0		PP 0	AC 0	
Moyenne	B	127	10 YR 6/3 à 2,5 YR 4/8	33	0	Massive 75	Par 0	TTP 8	TM 8	2,4
Minimum		90	brun pâle	32	0	Grumel 8	Gru 0	TP 17	M 33	1
Maximum		160	à rouge	37	2	Poly sub 0	Pol 25	P 75	PM 58	5
						Polyédri 17		PP 0	AC 0	

Pentes moyennes : 0,7 %

Profondeur moyenne accessible aux racines : 137 cm

Dans les horizons A1 la structure est rarement fragmentaire : elle est généralement massive, avec des tendances grumeleuses dans le chevelu des racines. Elle est lamellaire par endroit lorsque le sol a été cultivé en billons. Mais ces structures sont fragiles et le sol présente souvent une forte tendance particulaire.

Les horizons A2 sont généralement compacts avec une structure massive nette. Ils sont souvent peu meubles à sec et ne s'ameublissent que peu à l'humectation. Leur couleur est rarement homogène. Ils présentent en effet soit des imprégnations irrégulières de matière organique, soit des taches ocres et parfois blanches qui peuvent représenter jusqu'à 30 % du volume de l'horizon. Ils présentent parfois des fentes verticales étroites qui se prolongent en profondeur.

Les horizons B de ces sols sont représentatifs des "sols rouges" décrits par FAUCK (1972). Ils présentent de nombreux caractères communs avec les horizons B des sols ferrugineux tropicaux modaux sur les grès de Dapaong et du Mont Bombouaka : profondeur importante (127 cm en moyenne), couleur rouge souvent marquée, texture sablo-argileuse à 30 % d'argile, présence de niches biologiques et de fentes verticales. Les niches biologiques et les fentes sont en tout point identiques à celles décrites sur les grès. La principale différence entre les deux types de sols est la granulométrie des sables, dominée par les sables fins sur les grès (SF/SG de 2) alors que les sables grossiers dominent sur les hautes terrasses (SF/SG de 0,5 comme sur le socle éburnéen).

Les taches deviennent plus nombreuses en profondeur, où elles peuvent représenter jusqu'à 60 % du volume de l'horizon. Elles sont de couleur ocre à rouge (2,5 YR 4/6 à 10 R 4/6), parfois plus jaune. Elles deviennent de plus en plus indurées en profondeur (souvent à 2 mètres ou au-delà) et forment parfois le squelette des horizons profonds. Dans ce cas, l'horizon s'indure progressivement en profondeur et il devient une carapace de battement de nappe à la base du profil.

5 profils analysés

	Type horiz.	Taux de mo (%)	Azote (‰)	Taux EG (%)	Texture (%)				Complexe d'échange (mé.100g ⁻¹)						Bases totales mé.100g ⁻¹	P ₂ O ₅ total ‰	pH eau	
					A	LF	LG	SF	SG	Ca	Mg	K	Na	T				S/T (%)
Moyenne	A1	0,5	0,3	1	6	6	13	27	51	1,4	0,5	0,12	0,0	3,4	76	16	0,31	6,4
Minimum		0,4	0,2	0	5	3	8	21	34	0,6	0,3	0,08	0,0	0,8	41	14	0,15	5,7
Maximum		0,7	0,4	3	7	10	21	30	63	3,2	0,7	0,19	0,1	10,0	100	17	0,68	7,3
Moyenne	A2	0,3	0,3	3	15	8	16	16	45	1,3	0,6	0,10	0,0	3,6	65	20	0,25	6,0
Minimum		0,2	0,2	0	10	2	8	2	30	0,9	0,4	0,07	0,0	1,6	39	15	0,15	5,1
Maximum		0,3	0,3	6	22	16	28	22	56	2,1	0,7	0,13	0,0	7,6	100	25	0,39	7,5
Moyenne	B	0,2	0,2	10	24	10	12	16	34	1,8	1,2	0,14	0,0	4,1	80	21	0,29	5,9
Minimum		0,2	0,2	0	2	4	8	9	27	1,5	1,0	0,06	0,0	2,5	54	18	0,18	5,2
Maximum		0,2	0,3	33	32	18	15	23	44	2,9	1,6	0,21	0,1	5,6	100	25	0,40	7,0

La texture de ces sols est très différente de celle des sols des plaines alluviales qui les entourent. Ils présentent en effet de faibles taux de limons fins, comme la plupart des matériaux ferrallitiques, alors que les sols de la vallée de l'Oti sont souvent des sols limoneux. De plus la nature géochimique des argiles est différente, l'argile dominante étant la kaolinite sur les hautes terrasses, alors qu'illite et montmorillonite dominent ailleurs.

Ces sols sableux sont cultivés depuis longtemps sans jachère. C'est probablement la raison qui explique des taux de matière organique très faibles. Le taux d'argile étant inférieur à 15% en moyenne dans les horizons A et ces horizons ayant un taux de saturation d'environ 70%, les teneurs en bases échangeables sont faibles. Les teneurs en potassium échangeable et en phosphore total sont faibles sur tout le profil. Le pH, proche de la neutralité en surface, diminue en profondeur. Ces propriétés chimiques sont proches de celles observées sur les sols ferrugineux tropicaux modaux sur grès, montrant la convergence d'évolution de matériaux différents soumis à une pédogenèse de type ferrallitique.

Pour une utilisation agricole, ces sols présentent les caractères favorables suivants :

- ils sont situés sur des zones très planes où les risques d'érosion sont faibles ;
- ils sont très profonds ;
- ils sont faciles à travailler car meubles ou très meubles en surface, même à sec ;
- ils ne comportent pas d'éléments grossiers ;
- ils sont homogènes latéralement sur de grandes superficies ;
- ils ne sont jamais engorgés à proximité de la surface ;
- ils ne comportent pas de contrastes brutaux entre les différents horizons.

Les facteurs défavorables sont :

- une texture très sableuse en surface et jusqu'à une profondeur pouvant atteindre jusqu'à 50 cm ;
- une faible teneur en matière organique ;
- une structure massive dans les horizons A, l'horizon A2 étant souvent compact.

Ces sols sont les plus intéressants de toute la vallée de l'Oti pour les cultures pluviales. Les anciens villages de la région étaient d'ailleurs presque tous implantés sur les zones de hautes terrasses. Lors de l'extension du parc de la Kéran en 1981, les hautes terrasses ont presque toutes été englobées dans la réserve, retirant au monde rural de la région son principal atout.

LA ZONE PÉRIPHÉRIQUE

La zone périphérique représente en moyenne 70 % du paysage. Elle englobe la zone centrale et est entourée par les plaines alluviales (UC 5). Elle porte deux types de sols principaux, les sols indurés (50 % des sols du paysage en moyenne) et les sols sableux engorgés en profondeur (20 % des sols du paysage). Les sols sableux apparaissent sous forme de taches de quelques hectares au contact avec les plaines alluviales.

Les sols indurés (séries de Tiekou, Manian et Padori)

Tous les sols présentant un niveau induré à moins de 120 cm ont été regroupés dans ce type de sol. Le profil est généralement constitué d'horizons A sableux en surface et dépourvus d'éléments grossiers et d'horizons B souvent gravillonnaires ou hydromorphes surmontant un niveau induré apparaissant en moyenne à 60 cm de profondeur. Les horizons B sont absents dans 30 % des cas.

Cette organisation varie cependant fortement latéralement selon la profondeur d'apparition du niveau induré et l'intensité de l'hydromorphie. D'une manière générale, le niveau induré se rapproche de la surface du sol à proximité des plaines alluviales, en même temps que l'hydromorphie remonte dans le profil. Lorsque le niveau induré est profond, les horizons A sont proches de ceux de la zone centrale, les horizons B étant argileux, rouges et bien drainés. Lorsqu'il est superficiel, les horizons A ont une couleur plus grise, les horizons B étant argilo-sableux, d'une couleur terne et affectés par l'hydromorphie à des degrés variables, lorsqu'ils existent.

Le niveau induré est une carapace ou une cuirasse vacuolaire constituée soit de gravillons soudés, soit de taches indurées coalescentes. Il englobe des cailloux de quartz roulés, qui deviennent nombreux à la base, au contact des argillites et des siltites (base du dépôt). La teneur en fer du niveau induré varie entre 4 et 32 % en Fe_2O_3 (4 déterminations).

Les termitières sont assez fréquentes dans cette zone, soit des termitières cathédrales (2 à 3 à l'hectare), soit des petites termitières de 30 à 50 cm de hauteur (quelques dizaines à l'hectare). Dans les zones à drainage ralenti, l'activité des vers est très forte dans les horizons A, avec de nombreux turricules d'environ 5 cm de hauteur en surface souvent associés aux tiges de graminées. Lorsque le niveau induré est à moins de 30 cm de profondeur, quelques blocs de cuirasse sont parfois présents en surface du sol, mais les affleurements sont rares. Les pavages de gravillons en surface apparaissent lorsque le niveau induré est proche de la surface.

Les horizons A sont plus argileux que dans les sols de la zone centrale (+ 5 % d'argile environ). Ces horizons ont généralement une structure massive nette, la tendance particulière étant plus faible que dans les sols de la zone centrale en raison du taux d'argile plus élevé. Ils présentent une structure lamellaire marquée lorsqu'ils sont cultivés en billons. L'horizon A2 est fréquemment peu meuble à sec, mais il devient meuble à l'état humide. L'horizon A1 est généralement bien drainé, l'horizon A2 présente souvent des taches d'hydromorphie, petites taches diffuses non indurées de couleur ocre à rouge (2,5 YR 4/8 à 5/8).

Les caractères des horizons B sont variables en fonction de l'hydromorphie et du taux d'éléments grossiers. Lorsqu'ils sont bien drainés, la couleur est ocre (planche des 5 YR), alors qu'elle est plus terne dans le cas contraire (planche des 10 YR à l'état humide, couleur blanche à l'état sec). Dans le cas où ces horizons sont engorgés, ils présentent de nombreuses taches dont la nature est variable : taches diffuses non indurées ocres à rouge, taches indurées rouges, taches rouges au contact entre les éléments grossiers ou ségrégations plus rouges au centre des agrégats et décolorations le long des pores. En l'absence d'éléments grossiers, la structure est massive et l'horizon est compact, alors qu'elle présente une tendance polyédrique lorsqu'ils sont nombreux. Dans tous les cas, ces horizons sont le siège d'une importante activité biologique.

Type de sol : Sol ferrugineux tropical induré
(sol ferrugineux tropical lessivé ou appauvri, induré, sur alluvions anciennes ferrallitiques 4313)

22 profils décrits

	Type horiz.	Prof. base (cm)	Couleur	Taux argile (%)	Taux EG (%)	Structure (fréquence %)	Sous structure (idem)	Porosité (idem)	Cohésion (idem)	Classe drainage
Moyenne	A1	18	10 YR 3/3 à 7,5 YR 4/4	14	7	Massive 91	Par 5	TTP 5	TM 18	2,1
Minimum		10	brun foncé	4	0	Grumel 9	Gru 18	TP 64	M 82	1
Maximum		40		20	60	Poly sub 0	Pol 0	P 32	PM 0	5
						Polyédri 0		PP 0	AC 0	
Moyenne	A2	41	7,5 YR 5/4 à 5 YR 4/4	25	12	Massive 88	Par 0	TTP 0	TM 13	3,2
Minimum		27	brun	12	0	Grumel 6	Gru 13	TP 44	M 25	1
Maximum		72	à brun rougeâtre	35	50	Poly sub 6	Pol 0	P 56	PM 63	4
						Polyédri 0		PP 0	AC 0	
Moyenne	B	56	10 YR 6/4 à 5 YR 5/6	29	39	Massive 50	Par 0	TTP 21	TM 7	3,4
Minimum		25	brun jaunâtre clair	20	0	Grumel 7	Gru 7	TP 50	M 36	1
Maximum		90	à rouge jaunâtre	35	70	Poly sub 7	Pol 7	P 29	PM 50	5
						Polyédri 36		PP 0	AC 7	

Pentes moyennes : 1,0 %

Profondeur moyenne accessible aux racines : 36 cm

3 profils analysés pour A1 et A2, 2 profils analysés pour B

	Type horiz.	Taux de mo (%)	Azote (%)	Taux EG (%)	Texture (%)					Complexe d'échange (mé.100g ⁻¹)					Bases totales mé.100g ⁻¹	P ₂ O ₅ total %	pH eau	
					A	LF	LG	SF	SG	Ca	Mg	K	Na	T				S/T (%)
Moyenne	A1	0,7	0,4	3	7	8	15	26	44	1,5	0,5	0,12	0,0	2,4	82	15	0,35	6,5
Minimum		0,4	0,3	2	4	4	11	20	30	1,3	0,4	0,10	0,0	1,9	69	12	0,25	6,2
Maximum		1,0	0,6	4	11	11	21	32	54	1,9	0,8	0,13	0,0	2,7	100	17	0,44	6,6
Moyenne	A2	0,4	0,3	7	11	11	13	19	42	1,1	0,7	0,12	0,0	2,2	83	15	0,31	6,1
Minimum		0,3	0,3	3	9	4	8	14	31	0,7	0,4	0,08	0,0	1,3	57	11	0,25	5,7
Maximum		0,5	0,4	12	13	15	19	27	53	1,9	0,9	0,15	0,0	3,1	100	19	0,36	6,3
Minimum	B	0,6	0,5	4	23	6	7	12	28	1,2	0,6	0,10	0,0	3,5	57	15	0,32	5,8
Maximum		0,6	0,5	68	24	21	15	18	46	1,6	0,8	0,14	0,0	3,8	100	20	0,53	6,1

Les teneurs en matière organique sont faibles dans les horizons A, comme dans les sols de la zone centrale, en raison de la texture sableuse et de l'exploitation agricole de ces sols. Les teneurs en matière organique des horizons B sont un peu plus élevées que dans le cas des sols non indurés. Il a été noté lors des descriptions que la pénétration de matière organique est plus profonde dans les sols indurés que dans les sols non indurés.

Les teneurs en bases échangeables sont très faibles, malgré un taux de saturation de plus de 80 %. Une acidification rapide des sols est à craindre en cas d'utilisation agricole intensive. Les teneurs en potassium échangeable et en phosphore total sont faibles dans tout le profil. Ces propriétés sont voisines de celles des sols de la zone centrale.

Pour une utilisation agricole, les sols présentent les caractères favorables suivants :

- ils sont situés sur des pentes faibles ;
- ils sont faciles à travailler, car meubles en surface, même à l'état sec ;
- ils ne comportent pas d'éléments grossiers dans les horizons A ;
- ils ne sont pas engorgés en surface.

Les facteurs défavorables sont :

- la variabilité latérale d'apparition du niveau induré ;
- la variabilité latérale d'apparition de l'hydromorphie au sein du profil ;
- la texture sableuse des horizons de surface ;
- la structure massive des horizons A et de l'horizon B lorsqu'il n'est pas gravillonnaire, avec une forte compaction en profondeur ;
- la faible teneur en matière organique ;
- les propriétés chimiques médiocres.

Les propriétés agricoles de ces sols sont donc variables à une échelle inférieure à l'hectare. En sol profond et bien drainé, elles sont proches de celles des sols de la zone centrale (bonne aptitude aux cultures pluviales). En sol à drainage ralenti, ces sols conviennent bien à la culture de l'igname en buttes et du manioc ou du maïs en billons.

Les sols sableux engorgés en profondeur (série de Nabouakou)

Ces sols représentent en moyenne 20 % du paysage, cette proportion variant largement d'une terrasse à l'autre.

Ils sont constitués d'horizons A sableux généralement hydromorphes au moins à la base et d'horizons B sablo-argileux à argilo-sableux hydromorphes profonds, le sol étant totalement dépourvu d'éléments grossiers. Les horizons situés à la base du sol sont variables selon le matériau sur lequel s'est effectué le dépôt colluvial : niveau induré, roche en place ou alluvions récentes de l'Oti.

Ces sols portent parfois des termitières cathédrales (2 à 3 à l'hectare). La surface du sol présente généralement des turricules de vers nombreux de quelques centimètres de hauteur.

Type de sol : Sol ferrugineux tropical hydromorphe

(sol ferrugineux tropical lessivé ou appauvri, hydromorphe, sur alluvions anciennes ferrallitiques 4422)

8 profils décrits

	Type horiz.	Prof. base (cm)	Couleur	Taux argile (%)	Taux EG (%)	Structure (fréquence %)	Sous structure (idem)	Porosité (idem)	Cohésion (idem)	Classe drainage
Moyenne	A1	22	10 YR 4/2 à 7,5 YR 4/4	12	1	Massive 88	Par 25	TTP 0	TM 50	3,4
Minimum		10	brun grisâtre foncé	7	0	Grumel 13	Gru 25	TP 88	M 50	2
Maximum		31	à brun foncé	17	2	Poly sub 0	Pol 0	P 13	PM 0	6
						Polyédri 0		PP 0	AC 0	
Moyenne	A2	47	10 YR 5/4 à 7,5 YR 5/4	14	1	Massive 100	Par 13	TTP 0	TM 25	4,3
Minimum		25	brun jaunâtre	3	0	Grumel 0	Gru 0	TP 88	M 63	2
Maximum		68	à brun	22	2	Poly sub 0	Pol 0	P 13	PM 13	6
						Polyédri 0		PP 0	AC 0	
Moyenne	B	122	10 YR 6/3 à 7,5 YR 5/4	29	0	Massive 88	Par 0	TTP 13	TM 0	5,0
Minimum		110	brun pâle	22	0	Grumel 0	Gru 0	TP 38	M 25	4
Maximum		140	à brun	35	2	Poly sub 0	Pol 38	P 38	PM 75	6
						Polyédri 0		PP 13	AC 0	

Pentes moyennes : 0,6 %

Profondeur moyenne accessible aux racines : 93 cm

Les horizons A1 et A2 sont proches : sableux, de couleur brune, à structure massive mais généralement meubles même à sec. Les horizons A2 sont de couleur moins sombre et ils présentent une hydromorphie généralement marquée. L'hydromorphie se manifeste par des taches diffuses non indurées dont la couleur varie selon les sols d'ocre (7,5 YR 5/8) à brun foncé et à noir. Les propriétés morphologiques des horizons A sont donc proches de celles des sols indurés, à l'exception d'une texture plus sableuse en A2, d'une hydromorphie plus marquée (d'où une couleur moins rouge) et de l'absence de compaction de l'horizon A2.

Les horizons B présentent une structure massive nette fréquemment à tendance polyédrique. Comme les horizons B des "sols rouges", ils ont souvent des fentes verticales étroites (moins de 1 mm) se prolongeant jusqu'à la base de l'horizon. Ces fentes comportent des sables déliés, preuve qu'elles constituent une voie de circulation de l'eau. La couleur des horizons B est hétérogène. La couleur décrite est la couleur dominante, mais ces horizons ont des plages plus blanches et plus jaunes, ainsi que de nombreuses taches. Les taches sont identiques à celles des horizons A2 au sommet. En profondeur, les taches deviennent indurées, de couleur ocre (7,5 YR 5/8) à centre noir. Elles constituent par coalescence un réseau induré qui forme souvent le squelette de l'horizon.

2 profils analysés

	Type horiz.	Taux de mo		Taux EG (%)	A	Texture (%)				Complexe d'échange (mé.100g ⁻¹)					Bases totales mé.100g ⁻¹	P ₂ O ₅ total %o	pH eau	
		(%)	(%o)			LF	LG	SF	SG	Ca	Mg	K	Na	T				S/T (%)
Minimum	A1	0,5	0,3	0	4	6	3	30	26	0,9	0,4	0,08	0,0	0,5	74	11	0,20	6,1
Maximum		0,6	0,4	1	6	7	32	52	36	1,1	0,5	0,13	0,0	2,4	100	15	0,27	6,1
Minimum	A2	0,2	0,3	0	8	10	11	33	24	0,5	0,2	0,09	0,0	0,8	38	14	0,10	5,0
Maximum		0,3	0,4	1	10	11	19	39	38	0,8	0,5	0,11	0,0	3,7	100	15	0,18	5,7
Minimum	B	0,2	0,3	11	19	10	14	15	15	1,5	0,9	0,07	0,0	2,3	57	17	0,14	5,1
Maximum		0,2	0,3	25	26	12	19	33	43	1,8	1,0	0,15	0,0	5,2	100	23	0,19	5,4

Les horizons A sont sableux, avec un taux de matière organique très faible. La capacité d'échange est faible à très faible. Il en résulte des teneurs en bases échangeables extrêmement réduites. Les teneurs en potassium échangeable et en phosphore total sont très faibles. Le pH est acide en profondeur.

Les propriétés favorables à l'utilisation agricole de ces sols sont :

- les pentes très faibles limitant le risque d'érosion ;
- la profondeur accessible aux racines des plantes supportant l'engorgement de 93 cm ;
- la bonne homogénéité latérale des sols en ce qui concerne la profondeur et la texture ;
- l'absence d'éléments grossiers et de contrastes à l'intérieur du profil ;
- le caractère meuble des horizons A.

Les propriétés défavorables sont :

- l'engorgement temporaire apparaissant à une profondeur variable ;
- la texture sableuse des horizons A ;
- les propriétés chimiques très médiocres.

Par leur profondeur et leur engorgement, ces sols conviennent particulièrement bien aux cultures arborées. Ils peuvent également être utilisés pour des cultures supportant un engorgement de profondeur, mais des rendements élevés ne pourront être obtenus qu'avec une fertilisation importante.

LE PAYSAGE MORPHO-PÉDOLOGIQUE DES PLAINES ALLUVIALES

Ce paysage s'étend sur 1 423 km², soit 14,9 % de la région cartographiée. Le paysage morpho-pédologique des plaines alluviales comprend toutes les zones à topographie plane traversées par un axe de drainage. Ces zones sont soumises à des apports alluviaux ou colluviaux qui les rendent très hétérogènes sur le plan pédologique. Seuls les caractères généraux de ces sols peuvent être précisés à l'échelle de cette étude. Des descriptions détaillées de certains secteurs figurent dans les documents cités en introduction.

Ces sols correspondent à la base de l'entaille actuelle, dans les zones où l'axe de drainage a atteint le niveau de base local. Ce sont donc des sols jeunes dans lesquels le caractère le plus important est l'hydromorphie en surface ou à faible profondeur.

Ce paysage est surtout développé dans la plaine de l'Oti et, dans une moindre mesure, dans la plaine de la Koumangou (Kéran). Le lit mineur de l'Oti et de la Koumangou, encaissé souvent de plusieurs mètres, est encombré de bancs de sables grossiers submergés en saison des pluies. En bordure du lit mineur, des bourrelets de berge se sont développés par endroits le long de la Koumangou. Ces bourrelets de berge, dont la superficie ne dépasse jamais quelques hectares, portent des sols généralement profonds à texture équilibrée. Le lit majeur de l'Oti et de la Koumangou s'étend souvent sur plusieurs kilomètres. Il s'agit de vastes plaines qui sont submergées pendant plusieurs mois au cours de la saison des pluies. Cette submersion ne résulte pas d'un débordement des rivières, car elle apparaît alors que les rivières ne sont pas en crue. Il s'agit d'une zone dans laquelle les eaux de pluie et de ruissellement stagnent en raison des pentes très faibles vers les axes de drainage.

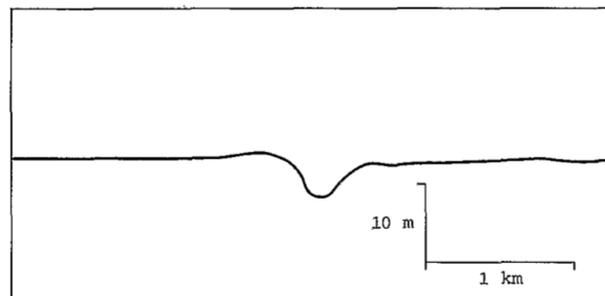


FIGURE 13
Organisation générale du paysage des plaines alluviales

COMPARTIMENTS VERTICAUX DU PAYSAGE MORPHO-PÉDOLOGIQUE DES PLAINES ALLUVIALES

Unité morpho-pédologique	Segment pédologique	Extension (% sur le socle)	Modelé	Pente (%) moy. extrê	Caractères généraux des sols	Profondeur moyenne (cm)	Éléments grossiers (% volume)	Drainage interne des horizons A
Plaines alluviales du socle éburnéen		10 à 100 ha (< 1 %)	Plan	< 1	Variables	-	0	Engorgement à faible profondeur
Plaines alluviales en contrebas des grès (Dapaong, Mont Bombouaka et Gando)		100 à 1000 ha (2 %)	Plan	< 1	Sols sableux hydromorphes	70	0	Engorgement à faible profondeur
Plaines alluviales de l'Oti et de la Koumangou (Kéran)	Lit mineur	1 à 10 ha (< 1%)	Plan	< 1	Sols très sableux	< 20	0	Engorgement de surface par submersion
	Lit majeur	1000 à 10 000 ha (98 %)	Plan	0,5 2	Sols hydromorphes alluviaux à texture variable et sols hydromorphes sableux peu épais	Très variable	0	Engorgement en surface ou à faible profondeur

Unité cartographique 5 Plaines alluviales

LES PLAINES ALLUVIALES DU SOCLE ÉBURNÉEN

Les plaines alluviales sont très rares sur le socle (moins de 1 % du paysage), les axes de drainage étant pour la plupart dans une phase d'érosion active. La morphologie de ces plaines est irrégulière, rendant le contrôle de l'eau difficile. Un seul profil a été décrit et analysé.

Type horiz.	Prof. base (cm)	Couleur	Taux EG (%)	Structure	Sous structure	Porosité	Cohésion	Classe drainage
A1	8	10 YR 3/1 brun foncé à taches rouille	0	Massive		P	M	5
A2	20	idem	0	Massive	Polyédrique	P	M	5
B	45	2,5 Y 3/0 gris très foncé à taches ocres	0	Polyédrique	Polyédrique	P	M	5

Profondeur accessible aux racines : 45 cm

Type horiz.	Taux de mo (%)	Azote (%)	Taux EG (%)	Texture (%)					Complexe d'échange (mé.100g ⁻¹)						Bases totales mé.100g ⁻¹	P ₂ O ₅ total ‰	pH eau
				A	LF	LG	SF	SG	Ca	Mg	K	Na	T	S/T (%)			
A1	2,5	1,2	8	31	35	24	10	1	9,4	5,4	0,25	0,2	22,0	70	72	1,18	5,9
A2	2,3	1,1	8	30	32	25	14	1	10,7	6,7	0,21	0,3	22,0	82	73	1,00	5,9
B	1,8	0,8	15	45	38	8	8	1	16,5	11,0	0,21	1,1	32,0	88	91	1,59	6,4

Ce profil a été décrit dans une vaste plaine située à 16 km au nord-nord-est de Dapaong. Ce sol est meuble jusqu'à plus de deux mètres. Il est argilo-limoneux et ne présente ni contraste textural, ni contraste structural. Les propriétés chimiques sont parmi les meilleures de la région, avec une capacité d'échange cationique de plus de 20 mé.100g⁻¹, une teneur en potassium échangeable supérieure à 0,2 mé.100g⁻¹ et une teneur en phosphore total supérieure à 1‰. Seul le pH est un peu faible.

Ce type de sol peut être d'un grand intérêt à l'échelle d'un village, car il peut être utilisé en rizière ou en cultures maraîchères. Mais l'intérêt régional est limité par la faible extension de ces zones sur le socle éburnéen et par l'hétérogénéité spatiale des sols alluviaux.

LES PLAINES ALLUVIALES EN CONTREBAS DES GRÈS (GRÈS DE DAPAONG ET DU MONT BOMBOUAKA ET GRÈS DE GANDO)

Les plaines alluviales en contrebas des grès représentent 2 % du paysage. Elles sont principalement situées au sein du paysage sur les argilites et siltites de la Fosse aux Lions et à la partie amont de certains axes de drainage du paysage sur les argilites et siltites de l'Oti.

Ces plaines sont caractérisées par la présence d'un épais matériau sableux à sables fins provenant de l'érosion des reliefs gréseux situés à proximité. Ce matériau présentant un drainage interne rapide, l'engorgement des sols est souvent limité aux horizons profonds. Mais la profondeur d'apparition de l'hydromorphie varie rapidement en fonction des conditions de drainage locales. Les sols sont identiques aux sols sableux engorgés à faible profondeur du bas de versant du paysage sur les grès de Dapaong et du Mont Bombouaka (UC 24) et aux sols sableux profonds des paysages sur les grès de Gando (UC 53 et 56). Ce sont d'excellents sols de culture traditionnelle et de culture arborée, homogènes pour la texture, mais hétérogènes en ce qui concerne l'intensité de l'engorgement.

LES SOLS DES PLAINES ALLUVIALES DE L'OTI ET DE LA KOUMANGOU

Le lit mineur

Le lit mineur de l'Oti et de la Koumangou ne représente que moins de 1 % du paysage. Les rivières coulent souvent sur la roche mise nue au milieu de dépôts sableux à sables grossiers souvent épais (série de l'Oti de MILLETTE et VIEILLEFON). Ces dépôts sableux forment des ensembles de 1 à 10 hectares submergés lors des crues. Ces sols sont inaptes à toute mise en valeur.

Les bourrelets de berge

Les bourrelets de berge représentent 10 % du paysage des plaines alluviales. Ils se présentent sous forme de bandes allongées de quelques hectares en bordure du lit mineur de la Koumangou qui portent les forêts galeries. La surface du sol présente une morphologie ondulée de quelques mètres d'amplitude.

Le sol est constitué d'alluvions argilo-sableuses profondes sans contrastes texturaux ni structuraux d'une épaisseur moyenne de 100 cm reposant sur des horizons hydromorphes de nature variée (alluvions ou roche plus ou moins altérée). Ces sols correspondent à la série de Koumangou de MILLETTE et VIEILLEFON.

Type de sol : Sol hydromorphe alluvial à texture équilibrée
(sol hydromorphe peu humifère à pseudogley, à texture équilibrée, sur alluvions 66)

10 profils décrits

	Type	Prof. horiz. base (cm)	Couleur	Taux argile (%)	Taux EG (%)	Structure (fréquence %)	Sous structure (idem)	Porosité (idem)	Cohésion (idem)	Classe drainage	
Moyenne	A1	21	10 YR 3/1 à 10 YR 5/2	24	0	Massive	78	Par 0	TTP 0	TM 11	4,7
Minimum		10	gris très foncé	17	0	Grumel	11	Gru 0	TP 22	M 67	3
Maximum		28	à brun grisâtre	32	0	Poly sub Polyédri	11 0	Pol 0	P 67 PP 11	PM 22 AC 0	6
Moyenne	A2	58	10 YR 4/1 à 10 YR 6/2	25	0	Massive	56	Par 0	TTP 0	TM 11	5,0
Minimum		37	gris foncé	17	0	Grumel	0	Gru 0	TP 0	M 33	4
Maximum		78	à gris brunâtre clair	35	0	Poly sub Polyédri	11 22	Pol 11	P 100 PP 0	PM 56 AC 0	6
Moyenne	B	96	10 YR 3/3 à 10 YR 4/4	28	2	Massive	30	Par 0	TTP 0	TM 0	5,4
Minimum		50	brun foncé	10	0	Grumel	0	Gru 0	TP 0	M 30	4
Maximum		155	à brun jaunâtre foncé	42	20	Poly sub Polyédri	0 40	Pol 20	P 40 PP 40	PM 60 AC 0	6

Pentes moyennes : 0,5 %

Profondeur moyenne accessible aux racines : 65 cm

La teneur en argile est constante sur tout le profil. La structure est rarement fragmentaire en surface, mais elle est fréquemment polyédrique ou à tendance polyédrique en profondeur. L'hydromorphie apparaît généralement dès les horizons de surface, sous forme de petites taches ocres non indurées diffuses ou, lorsqu'elle est plus intense, sous forme de taches ou de gaines rouille associées aux racines. Dans les horizons A2 et B, les taches représentent entre 10 et 30 % du volume de l'horizon. Elles sont généralement de couleur ocre (7,5 YR 4/6 à 5/6), plus rarement noires. Ces horizons sont souvent peu meubles à sec, mais ils deviennent meubles à l'état humide.

1 profil analysé

Type horiz.	Taux de mo (%)	Azote (%)	Taux EG (%)	Texture (%)					Complexe d'échange (mé.100g ⁻¹)					Bases totales mé.100g ⁻¹	P ₂ O ₅ total %o	pH eau	
				A	LF	LG	SF	SG	Ca	Mg	K	Na	T				S/T (%)
A1	2,3	0,7	2	19	29	22	27	3	3,3	2,2	0,20	0,1	10,2	75	31	0,60	6,7
A2	0,7	0,5	40	19	31	23	18	9	2,9	1,9	0,19	0,1	7,2	70	29	0,35	6,5
B			26	29	21	25	21	5	6,6	3,5	0,26	0,4	11,0	98	42		7,6

Dans le profil analysé, la teneur en matière organique atteint 2,3 % en surface, en accord avec les couleurs foncées décrites sur le terrain. Avec la teneur en argile de 19 %, la capacité d'échange est élevée pour la région (10 mé.100g⁻¹). Le taux de saturation étant supérieur à 70 %, les teneurs en bases échangeables ne sont pas faibles, d'où un pH proche de la neutralité. Les teneurs en potassium échangeable et en phosphore total sont cependant seulement moyennes.

Les facteurs favorables à l'utilisation agricole de ces sols sont :

- des pentes faibles ;
- une profondeur accessible aux racines de 65 cm, sans contraste à l'intérieur du sol ;
- une texture argilo-sableuse des horizons de surface ;
- une teneur assez élevée en matière organique en surface ;
- des propriétés chimiques correctes.

Les facteurs défavorables sont :

- l'engorgement à faible profondeur, difficilement maîtrisable ;
- la faible extension spatiale de cette unité.

Ces sols conviennent aux cultures de décrue, mais ils ne peuvent, par leur extension limitée, que constituer un appoint dans un système cultural reposant sur l'utilisation d'autres types de sols.

Les sols du lit majeur

Le lit majeur représente 98 % du paysage. Il est composé de trois principaux types de sols hydromorphes également représentés dans le paysage : les sols sableux peu épais à concrétions à la base (décrits dans la base de versant du paysage sur les argillites et siltites de l'Oti, UC 44), les sols limono-sableux en surface compacts en profondeur et les sols argilo-limoneux. Ces différents types de sols apparaissent sous formes de vastes zones juxtaposées de plusieurs dizaines d'hectares. Les sols sableux peu épais sont principalement situés à la partie amont des plaines, dans les zones d'érosion récente. Les deux autres types de sol sont des sols alluviaux qui occupent le centre des plaines, la différence entre les deux types provenant de la nature des alluvions qui leur ont donné naissance.

Les sols sableux en surface compacts en profondeur (séries de Naméni, Baoulé et Tandjouraré)

Ces sols représentent 30 % du paysage des plaines alluviales. Ils sont composés d'horizons A limono-sableux sans éléments grossiers reposant à une profondeur moyenne de 30 cm sur des horizons B plus argileux compacts dépourvus d'éléments grossiers, la limite entre les deux types d'horizons étant parfois de type planique. Comme pour les sols sableux peu épais à concrétions à la base, l'horizon de surface est d'origine biologique (horizon A0). Les horizons A1 et A2 n'existent pas dans 50 % des cas, l'horizon A0 reposant alors directement sur l'horizon B. Les horizons B reposent sur des horizons hydromorphes très compacts qui n'ont jamais été traversés.

La surface du sol est constituée par la juxtaposition d'édifices de vers de 50 à 60 cm de diamètre et de 20 à 30 cm de hauteur. La couleur de la surface du sol est blanche à l'état sec.

Type de sol : Sol hydromorphe limono-sableux en surface et compact en profondeur
(sol hydromorphe peu humifère à pseudogley,
limono-sableux en surface et compact en profondeur, sur alluvions 64)

12 profils décrits

	Type horiz.	Prof. base (cm)	Couleur	Taux argile (%)	Taux EG (%)	Structure (fréquence %)	Sous structure (idem)	Porosité (idem)	Cohésion (idem)	Classe drainage
Moyenne	A0	15	10 YR 3/3 à 10 YR 5/3	11	0	Massive 80	Par 30	TTP 10	TM 60	5,4
Minimum		10	gris foncé	3	0	Grumel 20	Gru 20	TP 80	M 40	4
Maximum		24	à brun	22	0	Poly sub 0 Polyédri 0	Pol 0	P 10 PP 0	PM 0 AC 0	6
Moyenne	A1	29	10 YR 5/3 à 10 YR 6/4	14	0	Massive 86	Par 0	TTP 14	TM 29	5,6
Minimum		18	brun	4	0	Grumel 14	Gru 0	TP 14	M 57	5
Maximum		43	à brun jaunâtre clair	22	2	Poly sub 0 Polyédri 0	Pol 14	P 71 PP 0	PM 14 AC 0	6
Moyenne	A2	45	10 YR 5/3 à 7,5 YR 5/4	17	3	Massive 83	Par 17	TTP 0	TM 17	5,3
Minimum		30	brun	4	0	Grumel 0	Gru 0	TP 33	M 33	5
Maximum		55		27	15	Poly sub 17 Polyédri 0	Pol 0	P 67 PP 0	PM 50 AC 0	6
Moyenne	B	95	10 YR 6/3 à 7,5 YR 5/4	24	0	Massive 58	Par 0	TTP 0	TM 8	5,8
Minimum		64	brun pâle	7	0	Grumel 0	Gru 0	TP 8	M 25	5
Maximum		140	à brun	32	2	Poly sub 17 Polyédri 17	Pol 8	P 67 PP 25	PM 33 AC 33	6

Pentes moyennes : 0,6 %

Profondeur moyenne accessible aux racines : 62 cm

En raison de l'intense activité biologique qui règne dans l'horizon A0, les traces d'hydromorphie sont limitées à des tendances rouille ou des petites taches rouille le long des racines. Les tendances grumeleuses ont été observées dans le chevelu des racines. Comme pour les autres horizons A0, la base de l'horizon comporte parfois des nombreux pores biologiques vacuolaires larges.

En profondeur, les taches d'hydromorphie rouille (7,5 YR 4/6 à 5/8) deviennent progressivement abondantes. Elles représentent 10 à 20 % du volume des horizons A1 et A2 lorsqu'ils existent, et 10 à 50 % du volume des horizons B. Ce sont de petites taches d'environ 1 cm de diamètre, parfois coalescentes dans les horizons B, jamais indurées.

Les horizons B sont caractérisés par leur forte cohésion à l'état sec. Cette cohésion disparaît à l'état humide, mais la compaction de ces horizons constitue un obstacle à la pénétration de l'eau et des racines.

3 profils analysés pour les horizons A0 et B, 2 profils analysés pour l'horizon A1 et 1 profil analysé pour l'horizon A2

Type horiz.	Taux de mo (%)	Azote (‰)	Taux EG (%)	Texture (%)					Complexe d'échange (mé.100g ⁻¹)					Bases totales mé.100g ⁻¹	P ₂ O ₅ total ‰	pH eau		
				A	LF	LG	SF	SG	Ca	Mg	K	Na	T				S/T (%)	
Moyenne	A0	1,0	0,4	0	9	32	16	31	13	1,7	0,6	0,13	0,1	4,6	65	18	0,35	6,0
Minimum		0,6	0,3	0	3	4	2	26	1	0,8	0,3	0,10	0,0	1,7	47	15	0,20	5,5
Maximum		1,9	0,5	1	18	51	24	37	34	3,0	1,1	0,20	0,1	9,3	100	21	0,61	6,3
Minimum	A1	0,2	0,1	0	2	2	2	33	3	0,4	0,2	0,07	0,0	2,5	27	15	0,15	5,6
Maximum		0,4	0,3	8	11	49	13	38	49	0,8	0,3	0,08	0,1	2,7	46	16	0,16	6,1
	A2	0,8	0,	7	25	45	1	28	2	1,3	1,0	0,16	0,1	5,4	48	21	0,30	5,3
Moyenne	B	0,4	0,5	25	22	15	16	30	20	1,7	1,3	0,21	0,2	7,1	47	21	0,16	5,8
Minimum		0,4	0,5	0	6	3	15	25	3	0,6	0,3	0,10	0,0	4,5	14	15	0,15	5,5
Maximum		0,4	0,5	62	36	21	16	36	51	3,4	2,4	0,31	0,5	9,1	71	31	0,17	6,1

La texture est caractérisée par les faibles taux d'argile des horizons superficiels. Comme toujours dans les horizons A0, la teneur en matière organique est faible, le pH n'est pas acide, le complexe partiellement désaturé, les teneurs en potassium échangeable et en phosphore total faibles.

Le complexe d'échange est plus développé dans les horizons B (7 mé.100g⁻¹), mais les teneurs en bases échangeables ne sont guère plus fortes qu'en surface car la désaturation du complexe est plus importante. Les teneurs en potassium échangeable et en phosphore total sont faibles comme dans les horizons de surface.

Les propriétés favorables à l'utilisation agricole de ces sols sont :

- des pentes très faibles ;
- une grande homogénéité spatiale ;
- une profondeur accessible aux racines des plantes supportant l'excès d'eau de 60 cm ;
- le caractère meuble des horizons superficiels.

Les facteurs défavorables à l'utilisation agricole sont :

- la submersion temporaire très difficile à contrôler ;
- la texture limono-sableuse des horizons superficiels ;
- la faible teneur en matière organique ;
- les propriétés chimiques médiocres.

Ces sols peuvent être utilisés en riziculture, bien que la texture limono-sableuse constitue une sérieuse limitation.

Les sols argilo-limoneux (séries de Namiélé et de Boukou)

Les sols argilo-limoneux constituent 30 % des sols du paysage. Ils sont constitués d'un matériau homogène sans éléments grossiers ne présentant ni contraste textural, ni contraste structural. Le profil est constitué d'horizons A0 (60 % des cas) ou d'horizons A1 (40 % des cas), selon l'intensité de

l'activité biologique, et d'horizons A2 reposant sur des horizons B structurés. Les horizons profonds sont très divers : horizons gravillonnaires parfois indurés sur la roche plus ou moins altérée, horizons hydromorphes à caractères vertiques ou roche plus ou moins altérée.

La surface du sol présente fréquemment des effondrements d'une cinquantaine de centimètres de profondeur dont l'origine n'a pas pu être précisée. La surface présente parfois un réseau de fentes peu larges. Les turricules de vers sont généralement abondants, mais ils sont rarement groupés en édifices.

Type de sol : Sol hydromorphe argilo-limoneux
(sol hydromorphe peu humifère à pseudogley, argilo-limoneux, sur alluvions 65)

14 profils décrits

	Type horiz.	Prof. base (cm)	Couleur	Taux argile (%)	Taux EG (%)	Structure (fréquence %)	Sous structure (idem)	Porosité (idem)	Cohésion (idem)	Classe drainage	
Moyenne	A0	14	10 YR 3/2 à 10 YR 5/2	24	0	Massive	44	Par 11	TTP 11	TM 22	5,3
Minimum		7	brun grisâtre très foncé	5	0	Grumel	56	Gru 22	TP 89	M 78	3
Maximum		18	à brun grisâtre	50	0	Poly sub Polyédri	0 0	Pol 0	P 0	PM 0	6
Moyenne	A1	19	10 YR 3/1 à 10 YR 5/2	29	0	Massive	33	Par 0	TTP 0	TM 17	5,2
Minimum		12	gris très foncé	12	0	Grumel	50	Gru 33	TP 83	M 67	4
Maximum		28	à brun grisâtre	60	0	Poly sub Polyédri	0 0	Pol 0	P 17	PM 0	6
Moyenne	A2	36	10 YR 5/2 à 10 YR 6/2	35	1	Massive	33	Par 0	TTP 0	TM 17	5,4
Minimum		16	brun grisâtre	5	0	Grumel	8	Gru 0	TP 67	M 75	4
Maximum		54	à gris brunâtre clair	60	5	Poly sub Polyédri	33 0	Pol 17	P 17	PM 8	6
Moyenne	B	103	10 YR 5/2 à 10 YR 6/3	42	2	Massive	14	Par 0	TTP 0	TM 7	5,9
Minimum		60	brun grisâtre	12	0	Grumel	0	Gru 0	TP 14	M 57	5
Maximum		200	à brun pâle	70	10	Poly sub Polyédri	36 50	Pol 0	P 71	PM 29	6

Pentes moyennes : 0,4 %

Profondeur moyenne accessible aux racines : 74 cm

Le profil textural moyen montre une augmentation progressive du taux d'argile vers la profondeur, la teneur des horizons de surface étant de l'ordre de 30 %. La structure des différents horizons est fragmentaire plus ou moins marquée, caractère rare dans la région. Elle est grumeleuse dans les horizons de surface, polyédrique dans les horizons B. Les horizons A sont meubles à très meubles.

Ces sols présentent de nombreuses taches d'hydromorphie, plus que les autres sols hydromorphes. Ces taches apparaissent dès l'horizon A0 ou l'horizon A1, et elles deviennent très abondantes en profondeur (20 à 50 % du volume des horizons A2, 20 à 70 % du volume des horizons B). Ce sont des taches diffuses de couleur rouille (7,5 YR à 5 YR 4/6 à 5/8) à rouge (2,5 YR 4/6 à 5/8) qui sont parfois légèrement indurées.

Lorsque les horizons A2 et B présentent des éléments grossiers, il s'agit de petites concrétions arrondies de moins d'un centimètre de diamètre et leur taux ne dépasse jamais 10 % en volume.

3 profils analysés

	Type horiz.	Taux de mo (%)	Azote (‰)	Taux EG (%)	Texture (%)					Complexe d'échange (mé.100g ⁻¹)					Bases totales mé/100g	P ₂ O ₅ total ‰	pH eau	
					A	LF	LG	SF	SG	Ca	Mg	K	Na	T				S/T (%)
Moyenne	A1	3,1	1,5	2	34	24	23	15	3	3,2	1,9	0,37	0,1	11,7	61	27	0,73	5,8
Minimum		1,1	0,7	1	6	16	9	6	1	2,2	1,1	0,19	0,1	2,6	32	14	0,37	5,3
Maximum		4,6	2,2	5	58	33	47	26	7	4,1	2,3	0,56	0,2	19,7	100	36	1,31	6,7
Moyenne	A2	1,2	0,8	6	28	25	14	14	3	2,8	1,9	0,21	0,1	9,6	65	24	0,40	5,7
Minimum		0,6	0,5	2	8	17	7	9	1	1,2	0,9	0,12	0,0	1,7	43	14	0,20	5,2
Maximum		2,0	1,2	12	49	30	26	24	7	4,0	2,8	0,34	0,1	15,0	100	30	0,73	6,6
Moyenne	B	0,6	0,5	26	35	27	15	19	5	3,1	2,3	0,18	0,1	7,9	71	24	0,38	5,6
Minimum		0,4	0,4	15	22	23	9	11	3	2,1	1,7	0,15	0,1	5,0	53	20	0,27	5,5
Maximum		0,7	0,6	43	47	31	26	28	7	4,8	3,2	0,25	0,3	10,0	80	27	0,56	5,7

La teneur en matière organique de l'horizon de surface est particulièrement élevée, surtout en comparaison des très faibles teneurs mesurées dans les sols hydromorphes sableux ou limono-sableux. La capacité d'échange est assez élevée en surface (12 mé.100g⁻¹), mais le taux de saturation moyen n'étant que de 60 % la teneur en bases échangeables n'est pas forte. Les teneurs en potassium échangeables sont cependant assez fortes en surface et moyennes en profondeur. Les teneurs en phosphore total sont moyennes en surface, faibles en profondeur. Le pH est assez faible dès la surface.

Les propriétés favorables à l'utilisation agricole de ces sols sont :

- une pente très faible ou nulle ;
- une grande homogénéité spatiale ;
- une profondeur accessible aux racines des plantes supportant l'excès d'eau de 74 cm ;
- une teneur en matière organique élevée en surface ;
- des propriétés chimiques assez favorables ;
- le caractère meuble des horizons superficiels.

Le principal facteur défavorable est la submersion difficile à contrôler. Ces sols seraient excellents pour toutes les plantes qui supportent l'excès d'eau, en particulier le riz.

BIBLIOGRAPHIE

- AFFATON (P.), 1975.- Etude géologique et structurale du Nord Ouest Dahomey, du Nord Togo et du Sud Est de la Haute Volta. *Trav. Lab. Sci. Terre*, sér. B, n°10, 203 p.
- AICARD (P.), 1957.- *Le Précambrien du Togo et de Nord-Ouest Dahomey*. Th. Univ. Nancy, 226 p.
- BOULET (R.), 1970.- La géomorphologie et les principaux types de sols en Haute-Volta septentrionale. *Cah. Orstom, Sér. Pédol.*, 8(3) : 245-271.
- BOULET (R.) et LEPRUN (J.C.), 1969.- *Etude pédologique de la Haute Volta. Région Est*. Rapp. Orstom (Dakar), 311 p., multigr.
- CPCS, 1967.- *Classification des sols*. Rapp. ENSA Grignon, 87 p., multigr.
- DROUET (J.J.), 1986.- Le cycle sédimentaire et les milieux de dépôt du précambrien supérieur infratillitique dans le bassin des Volta au Nord-Togo. *J. of Afric. Earth Sci.*, 5(5) : 455-464.
- DROUET (J.J.), 1987.- Les carbonates stromatolitiques du précambrien terminal au Nord-Togo : milieux de dépôt et première diagenèse. *Current Research in Afric. Earth Sci.*, Matheis et Schandelmeier (edit.), Balkema, Rotterdam : 143-146.
- DROUET (J.J.), 1989.- Une marge passive au flanc oriental du craton éburnéen durant le Précambrien terminal. Répartition des sédiments post-glaciaires à stromatolites et phosphates au Nord-Togo (Afrique de l'Ouest). *C.R. Acad. Sci. Paris*, 309(2) : 1055-1060.
- DROUET (J.J.), 1990.- Paléogéographie littorale en Afrique de l'Ouest juste avant la grande glaciation du Précambrien terminal. Les grès fluvio-tidaux de la formation de Yembouré au Nord-Togo. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 311(2) : 1537-1543.
- DROUET (J.J.), AFFATON (P.), SEDDOH (K.F.), GODONOU (K.S.) & LAWSON (L.T.), 1984.- Synthèse lithostratigraphique du précambrien supérieur infratillitique du bassin des Volta au Nord-Togo. *Géologie Africaine*, Klerkx et Michot (édit.) : 217-225.
- DROUET (J.J.), OUASSANE (I.), POSS (R.) & UKOH (K.M.), 1988.- *Notice explicative de la carte géologique à 1/50 000. Feuille Bombouaka*. Mémoire DGMG/BNRM n°7, BRGM (Orléans) éditeur, 28 p., 1 carte h.t.
- FAUCK (R.), 1972.- *Les sols rouges sur sables et sur grès d'Afrique occidentale. Contribution à l'étude des sols des régions tropicales*. Mém. Orstom n°61, Paris, 255 p.
- FAURE (P.), 1977.- *Carte pédologique de reconnaissance de la République Populaire du Bénin à 1/200 000. Feuilles de Natitingou et Porga*. Not. expl. Orstom n°66, Paris, 68 p.
- FAURE (P.), 1985.- Les sols de la Kara (Nord-Est Togo). *Relations avec l'environnement. Carte pédologique à 1/50 000*. Trav. Doc. Orstom n°183, Paris, 281 p.

- Glossaire de pédologie. Description des horizons en vue de leur traitement informatique. 1969.- Init. Doc. Techn. n°13, Orstom, Paris, 82 p.
- JANEAU (J.L.), 1986.- *Compte rendu de mission au Togo du 27-03-86 au 1-4-86 : Esquisse au 1/50 000 des états de surface du bassin versant de Nadjoundi. Description post-simulation de pluie des parcelles expérimentales du bassin d'Hindenwou.* Rapp. Orstom (Abidjan), 11 p., multigr.
- LAMOUREUX (M.), 1958.- *Etudes pédologiques dans le Nord Togo. I. Le secteur de modernisation de Toaga-Nassable. II. Reconnaissance dans les cercles de Mango et Dapango.* Rapp. Orstom (Lomé), 82 p., multigr.
- LAMOUREUX (M.), 1959.- *Les sols à vocation rizicole du Nord Togo. 1ère partie : 1. La plaine de Païokou, 2. Notes préliminaires sur la plaine de Mandouri et de la fosse aux lions, 3. Reconnaissance agropédologique de la région de Pouda-Massedena.* Rapp. Orstom (Lomé), 38 p., multigr.
- LAMOUREUX (M.), 1961.- *Les sols à vocation rizicole du Nord Togo. 2e partie : La fosse aux lions.* Rapp. Orstom (Lomé), 51 p., multigr.
- LAMOUREUX (M.), 1961.- *Reconnaissance agropédologique du périmètre de Galangaschi. Considérations générales sur l'économie du Nord Togo.* Rapp. Orstom (Lomé), 16 p., multigr.
- LAMOUREUX (M.), 1969.- *Carte pédologique du Togo au 1/1000 000.* Not. expl. Orstom n°34, Paris, 91 p.
- LE COCQ (A.), 1968.- *Les sols des parcelles d'expérimentation de l'IRAT à Barkoissi.* Rapp. Orstom (Lomé), 24 p., multigr.
- LE COCQ (A.), 1970.- *Etude pédo-hydrologique de bassins versants représentatifs et expérimentaux. Tome I. Le Nioufoko à Natjoundi. Cartes des sols au 1/50 000.* Rapp. Orstom (Lomé), 87 p., multigr.
- LE COCQ (A.), 1986.- *Région de Bassar. Les sols et leurs capacités agronomiques.* Not. expl. Orstom n°102, Paris, 103 p.
- LEMOINE (J.C.) et FAYE, 1969.- *SORAD des Savanes. Programme d'aménagement. Etude pédologique.* Rapp. BDPA n°69/019, 63 p.
- LEMOINE (J.C.) et al., 1968.- *Etude pour la mise en valeur de la vallée de l'Oti. Plaine de Mandouri. Tome III : Etude pédologique.* BDPA, 45 p.
- LEVÈQUE (A.), 1979.- *Pédogenèse sur le socle granito gneissique du Togo. Différenciation des sols et remaniements superficiels.* Trav. Doc. Orstom n°108, Paris, 224 p.
- MILLETTE (G.) et VIEILLEFON (J.), 1965.- *Etudes pédo-hydrologiques au Togo. I : Contribution aux études pour la mise en valeur des régions sud et nord. Recommandations. II : Les sols de la région maritime et de la région des savanes.* FAO (Rome)- Orstom (Paris), I : 93 p., II: 189 p.
- MOUTSINGA (J.B.), 1983.- *Etude pédologique à 1/50 000 de la région de Gando Namoni Nord-Togo.* Rapp. Orstom (Lomé), 85 p., multigr.
- OUEDRAOGO (H.), 1976.- *Carte pédologique du bassin versant de l'Oubiario (Nord Togo).* Rapp. Orstom (Lomé), 70 p., multigr.
- POSS (R.) et ROSSI (G.), 1987.- *Systèmes de versants et évolution morphopédologique au Nord Togo.* Z. Geomorph. N.F., 31(1) : 21-43.
- SIMPARA (N.), 1978.- *Etude géologique et structurale des unités externes de la chaîne panafricaine (600 M.A.) des Dahomeyides dans la région de Bassar (Togo).* Th. Univ. Aix-Marseille, 164 p., multigr.

TYPES DE SOLS SELON LA CLASSIFICATION FRANÇAISE (CPCS, 1967)

SOLS PEU ÉVOLUÉS

SOLS PEU ÉVOLUÉS D'ÉROSION

Sols peu évolués d'érosion régosoliques

- 111 Sol peu évolué d'érosion régosolique sur altérite de roche leucocrate à mésocrate
- 112 Sol peu évolué d'érosion régosolique sur altérite de roche leucocrate à mésocrate faciès profond
- 12 Sol peu évolué d'érosion régosolique sur altérite de roche mélanocrate, non hydromorphe
- 13 Sol peu évolué d'érosion régosolique sur altérite de roche mélanocrate, hydromorphe
- 14 Sol peu évolué d'érosion régosolique sur grès de Dapaong et du Mont Bombouaka
- 15 Sol peu évolué régosolique, sur argilites et siltites de l'Oti
- 17 Sol peu évolué d'érosion régosolique, sur les formations du Buem

Sols peu évolués d'érosion lithiques

- 18 Sol peu évolué d'érosion lithique, sur silexites

SOLS PEU ÉVOLUÉS D'APPORT COLLUVIAL

- 19 Sol peu évolué d'apport colluvial, sur colluvions ferrallitiques

VERTISOLS À DRAINAGE EXTERNE POSSIBLE À STRUCTURE ARRONDIE

- 21 Vertisol à drainage externe possible à structure arrondie

SOLS BRUNIFIÉS

SOLS BRUNIFIÉS DES PAYS TROPICAUX

Sols brun eutrophes ferruginisés

- 31 Sol brunifié des pays tropicaux, sol brun eutrophe tropical, sol brun eutrophe ferruginisé

SOLS À SESQUIOXYDES DE FER

SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX LESSIVÉS OU APPAUVRIS

Modaux

- 411 Sol ferrugineux tropical lessivé ou appauvri, modal, sur colluvions de grès de Dapaong et du Mont Bombouaka
- 412 Sol ferrugineux tropical lessivé ou appauvri, modal, sur alluvions ferrallitiques anciennes

À taches et concrétions

Non hydromorphes

- 4211 Sol ferrugineux tropical lessivé ou appauvri, à taches ou concrétions, non hydromorphe, sur colluvions de grès de Dapaong et du Mont Bombouaka
- 4212 Sol ferrugineux tropical lessivé ou appauvri, à concrétions, sur matériau ferrallitique issu de grès de Gando
- 4213 Sol ferrugineux tropical lessivé ou appauvri, à taches et concrétions, non hydromorphe, sur matériau ferrallitique colluvial

Hydromorphes au moins à la base

- 4221 Sol ferrugineux tropical lessivé ou appauvri, à taches ou concrétions, hydromorphe au moins à la base, sur socle éburnéen
- 4222 Sol ferrugineux tropical lessivé ou appauvri, à taches ou concrétions, hydromorphe au moins à la base, modal sur argilites et siltites de l'Oti
- 4223 Sol ferrugineux tropical lessivé ou appauvri, à taches ou concrétions, hydromorphe au moins à la base, à plaquettes ferruginisées sur argilites et siltites de l'Oti
- 4224 Sol ferrugineux tropical lessivé ou appauvri, à taches et concrétions, sur grès de Gando
- 4225 Sol ferrugineux tropical lessivé ou appauvri, à taches ou concrétions, hydromorphe au moins à la base, à plaquettes ferruginisées sur grès de Gando
- 4226 Sol ferrugineux tropical lessivé ou appauvri, à taches et concrétions, sur schistes de Kandé

Indurés

Non gravillonnaires

- 4311 Sol ferrugineux tropical lessivé ou appauvri, induré, sur grès de Dapaong et du Mont Bombouaka
- 4312 Sol ferrugineux tropical lessivé ou appauvri, induré, sur matériau ferrallitique
- 4313 Sol ferrugineux tropical lessivé ou appauvri, induré, sur alluvions anciennes ferrallitiques

Gravillonnaires

Non hydromorphes

- 43211 Sol ferrugineux tropical lessivé ou appauvri, induré, à concrétions, non hydromorphe, sur altération ferrallitique sur le socle éburnéen
- 43213 Sol ferrugineux tropical lessivé ou appauvri, induré, à concrétions, sur grès de Gando
- 43214 Sol ferrugineux tropical lessivé ou appauvri, induré, sur formations du Buem

Hydromorphes au moins à la base

- 43221 Sol ferrugineux tropical lessivé ou appauvri, induré, hydromorphe au moins à la base, sur socle éburnéen
- 43222 Sol ferrugineux tropical lessivé ou appauvri, induré, à concrétions, sur argilites et siltites de l'Oti

Hydromorphes

Hydromorphes indurés

- 4411 Sol ferrugineux tropical lessivé ou appauvri, hydromorphe, induré, sur argilites et siltites de l'Oti
4412 Sol ferrugineux tropical lessivé ou appauvri, hydromorphe, induré, sur grès de Gando

Hydromorphes non indurés

- 4421 Sol ferrugineux tropical lessivé ou appauvri, hydromorphe, sur grès de Gando
4422 Sol ferrugineux tropical lessivé ou appauvri, hydromorphe, sur alluvions anciennes ferrallitiques
4423 Sol ferrugineux tropical lessivé ou appauvri, hydromorphe, sur schistes de Kanté

SOLS FERRALLITIQUES

Sols ferrallitiques faiblement désaturés

Rajeunis avec érosion et remaniement

- 51 Sol ferrallitique faiblement désaturé rajeuni avec érosion et remaniement
52 Sol ferrallitique faiblement désaturé, rajeuni avec érosion et remaniement, sur schistes de Kanté

SOLS HYDROMORPHES

SOLS HYDROMORPHES PEU HUMIFÈRES

Sols à pseudogley

- 61 Sol hydromorphe peu humifère, sol à pseudogley, colluvial sur altérite de socle éburnéen
62 Sol hydromorphe peu humifère à pseudogley, sableux et gravillonnaires à la base, sur argilites et siltites de l'Oti
64 Sol hydromorphe peu humifère à pseudogley, limono-sableux en surface et compact en profondeur, sur alluvions
65 Sol hydromorphe peu humifère à pseudogley, argilo-limoneux, sur alluvions
66 Sol hydromorphe peu humifère à pseudogley, à texture équilibrée, sur alluvions
69 Sol hydromorphe à pseudogley, colluvial sableux issu de grès de Dapaong ou du Mont Bombouaka

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	3
--------------------	---

CHAPITRE 1

LE MILIEU NATUREL

LE CADRE GÉOLOGIQUE	5
Le socle éburnéen	6
Le bassin sédimentaire de l'Oti	6
Le groupe de Dapaong et du Mont Bombouaka	6
Le groupe de l'Oti	7
Le groupe de la zone des collines	7
LE CADRE GÉOMORPHOLOGIQUE	7
La surface d'aplanissement du Miocène	8
La surface d'aplanissement fini-tertiaire	8
Les reprises d'érosion quaternaires	8
Les reprises d'érosion actuelles	9

CHAPITRE 2

LA MÉTHODOLOGIE

LES VOLUMES PÉDOLOGIQUES ET LEURS LIMITES	11
LE CONTENU PÉDOLOGIQUE	11
La méthode de traitement de l'information	11
Les données descriptives	12
La profondeur de la base de l'horizon	12
La couleur	13
Le taux d'argile	13

Le taux d'éléments grossiers	13
La structure	13
La porosité	14
La cohésion	14
La classe de drainage	14
La pente	15
La profondeur accessible aux racines	15
L'épaisseur des horizons avec moins de 30 % d'éléments grossiers	15
L'épaisseur des horizons avec plus de 30 % d'éléments grossiers	15
Les données analytiques	15
Le taux de matière organique	16
La teneur en azote	16
Le taux d'éléments grossiers	16
La texture	16
Les bases échangeables	16
La capacité d'échange	16
Les bases totales	16
Le phosphore total	16
Le pH eau	16

CHAPITRE 3

LES PAYSAGES MORPHO-PÉDOLOGIQUES SUR LE SOCLE ÉBURNÉEN

UNITÉ CARTOGRAPHIQUE 11 :	
PLATEAUX CUIRASSÉS PARTIELLEMENT DÉMANTELÉS ET VERSANTS DE RACCORD	18
Les plateaux cuirassés partiellement démantelés	20
Les versants de raccord	21
UNITÉ CARTOGRAPHIQUE 12 : GLACIS POLYGÉNIQUE	22
Les sols ferrugineux à concrétions	23
Les sols ferrugineux tropicaux indurés	25
UNITÉ CARTOGRAPHIQUE 13 : ENTAILLES D'ÉROSION	27
L'amont des entailles	27
Les sols sur roches leucocrates et mésocrates	27
<i>Sols peu évolués - Sols peu évolués faciès profond</i>	<i>27</i>
Les sols sur roches mélanocrates	30
<i>Sols peu évolués vertiques - Sols brun eutrophes ferruginés - Vertisols - Planosols</i>	<i>30</i>
L'aval des entailles	36
UNITÉ CARTOGRAPHIQUE 15 :	
SOMMETS D'INTERFLUVE CONVEXES À PLAN-CONVEXES À AFFLEUREMENTS ROCHEUX ...	37

CHAPITRE 4

LE PAYSAGE MORPHO-PÉDOLOGIQUE SUR LES GRÈS DE DAPAONG ET DU MONT BOMBOUAKA

UNITÉ CARTOGRAPHIQUE 21 :	
VERSANTS CONFORMES AU PENDAGE DES GRÈS À NOMBREUX AFFLEUREMENTS DE ROCHE ET FALAISES	40
Les sols peu évolués sur régolite de grès	42
UNITÉ CARTOGRAPHIQUE 22 : VERSANTS CONFORMES AU PENDAGE DES GRÈS À AFFLEUREMENTS DE ROCHE PEU NOMBREUX	43
Les sols ferrugineux tropicaux modaux	44
Les sols ferrugineux tropicaux à concrétions	47
UNITÉ CARTOGRAPHIQUE 11 : LES PLATEAUX CUIRASSÉS	48
UNITÉ CARTOGRAPHIQUE 24 :	
AVAL DES VERSANTS CONFORMES AU PENDAGE DES GRÈS.....	49
Les sols ferrugineux tropicaux indurés	49
Les sols sableux engorgés à faible profondeur	51
UNITÉ CARTOGRAPHIQUE 23 : ENTAILLES D'ÉROSION	53

CHAPITRE 5

LE PAYSAGE MORPHO-PÉDOLOGIQUE SUR LES ARGILITES ET SILTITES DE LA FOSSE AUX LIONS

CHAPITRE 6

LE PAYSAGE MORPHO-PÉDOLOGIQUE SUR LES ARGILITES ET SILTITES DE L'OTI

UNITÉ CARTOGRAPHIQUE 41 : PLATEAUX CUIRASSÉS	59
Les sols indurés à concrétions	60
Les sols à concrétions non indurés	62

UNITÉ CARTOGRAPHIQUE 43 : ENTAILLES D'ÉROSION	64
Les sols peu évolués riches en débris de roche	65
Les sols ferrugineux tropicaux à plaquettes ferruginisées	66
UNITÉ CARTOGRAPHIQUE 44 : BAS DE VERSANT	68
Les sols ferrugineux tropicaux hydromorphes indurés	68
Les sols hydromorphes sableux peu épais à concrétions à la base	71
UNITÉ CARTOGRAPHIQUE 42 : VERSANTS SUR SILEXITE	73

CHAPITRE 7

LE PAYSAGE MORPHO-PÉDOLOGIQUE SUR LES GRÈS DE GANDO

UNITÉ CARTOGRAPHIQUE 54 : PLATEAUX CUIRASSÉS PARTIELLEMENT DÉMANTELÉS ...	77
Les sols indurés à concrétions	77
Les sols à concrétions non indurés	79
UNITÉ CARTOGRAPHIQUE 55 : ENTAILLES D'ÉROSION	81
Les sols ferrugineux tropicaux à plaquettes ferruginisées	81
UNITÉ CARTOGRAPHIQUE 56 : BAS DE VERSANT	83
Les sols ferrugineux tropicaux hydromorphes indurés	83
Les sols ferrugineux tropicaux hydromorphes non indurés	85

CHAPITRE 8

LE PAYSAGE MORPHO-PÉDOLOGIQUE SUR LES ALTÉRATIONS FERRALLITIQUES DES GRÈS DE GANDO

UNITÉ CARTOGRAPHIQUE 51 : PLATEAUX CUIRASSÉS.....	88
Les sols ferrugineux tropicaux à concrétions sur altération ferrallitique	89
UNITÉ CARTOGRAPHIQUE 52 : HAUTS DE VERSANTS	90
UNITÉ CARTOGRAPHIQUE 53 : BAS DE VERSANTS	91
Les sols ferrugineux tropicaux indurés en profondeur sur matériau ferrallitique	91

CHAPITRE 9

LE PAYSAGE MORPHO-PÉDOLOGIQUE SUR LES FORMATIONS DU BUEM

UNITÉ CARTOGRAPHIQUE 61 : COLLINES DE ROCHES SILICO-FERRUGINEUSES.....	96
Les sols peu évolués caillouteux sur colluvions ferrallitiques	97
Les sols caillouteux peu épais	98
UNITÉ CARTOGRAPHIQUE 62 : HAUTS DE VERSANTS	100
Les sols ferrugineux tropicaux à concrétions sur matériau ferrallitique	100
Les sols ferrugineux tropicaux indurés	102
UNITÉ CARTOGRAPHIQUE 63 : BAS DE VERSANTS	103

CHAPITRE 10

LE PAYSAGE MORPHO-PÉDOLOGIQUE SUR LES SCHISTES DE KANDÉ

UNITÉ CARTOGRAPHIQUE 71 :	
SOMMETS DE COLLINES CONVEXES ET VERSANTS DE RACCORD À L'ATACORA	106
Les sols ferrallitiques tronqués caillouteux	107
UNITÉ CARTOGRAPHIQUE 72 : HAUTS DE VERSANTS	109
Les sols ferrugineux tropicaux à taches	109
UNITÉ CARTOGRAPHIQUE 73 : BAS DE VERSANTS	110
Les sols ferrugineux tropicaux hydromorphes	111

CHAPITRE 11

LE PAYSAGE MORPHO-PÉDOLOGIQUE SUR LES ALLUVIONS ANCIENNES DE L'OTI

UNITÉ CARTOGRAPHIQUE 81 : HAUTES TERRASSES DE L'OTI.....	114
La zone centrale	114
La zone périphérique	117
Les sols indurés	117
Les sols sableux engorgés en profondeur	119

LE PAYSAGE MORPHO-PÉDOLOGIQUE DES PLAINES ALLUVIALES

UNITÉ CARTOGRAPHIQUE 5 : PLAINES ALLUVIALES	123
Les plaines alluviales du socle éburnéen	123
Les plaines alluviales en contrebas des grès	123
Les sols des plaines alluviales de l'Oti et de la Koumangou	124
Le lit mineur.....	124
Les bourrelets de berge	124
Les sols du lit majeur.....	125
<i>Les sols sableux en surface compacts en profondeur - Les sols argilo-limoneux ...</i>	126
 BIBLIOGRAPHIE	 131
 TYPES DE SOLS SELON LA CLASSIFICATION FRANÇAISE	 133

Cette étude décrit les paysages et les sols du territoire togolais situés au nord du dixième parallèle. Elle repose sur la reconnaissance de paysages morpho-pédologiques caractérisés par une morphologie semblable et une organisation des sols sur les versants analogues. Elle termine le vaste travail de cartographie pédologique à moyenne échelle entrepris par l'Orstom au Togo depuis 1960.

L'étude débute par une description du cadre géomorphologique régional en relation avec la nature des roches et la succession des climats au cours du quaternaire. Dix paysages morpho-pédologiques ont été identifiés et représentés à 1/500 000. Chaque paysage morpho-pédologique est caractérisé par une succession de types de sols organisés le long d'une toposéquence. Les types de sols ont été regroupés en unités cartographiques en fonction des unités géomorphologiques.

La description des paysages et des sols est effectuée à différents niveaux de synthèse, en condensant à l'aide de moyens statistiques les observations de terrain et les résultats analytiques. Cette description s'appuie sur des tableaux synthétiques permettant un accès aisé aux différents paramètres pédologiques.

Les propriétés favorables et défavorables à une intensification de la mise en valeur agricole sont précisées pour chaque unité cartographique. Ce document est conçu avant tout comme un outil pour les responsables de la planification et du développement rural togolais.



100 FF t.c.

Diffusion :

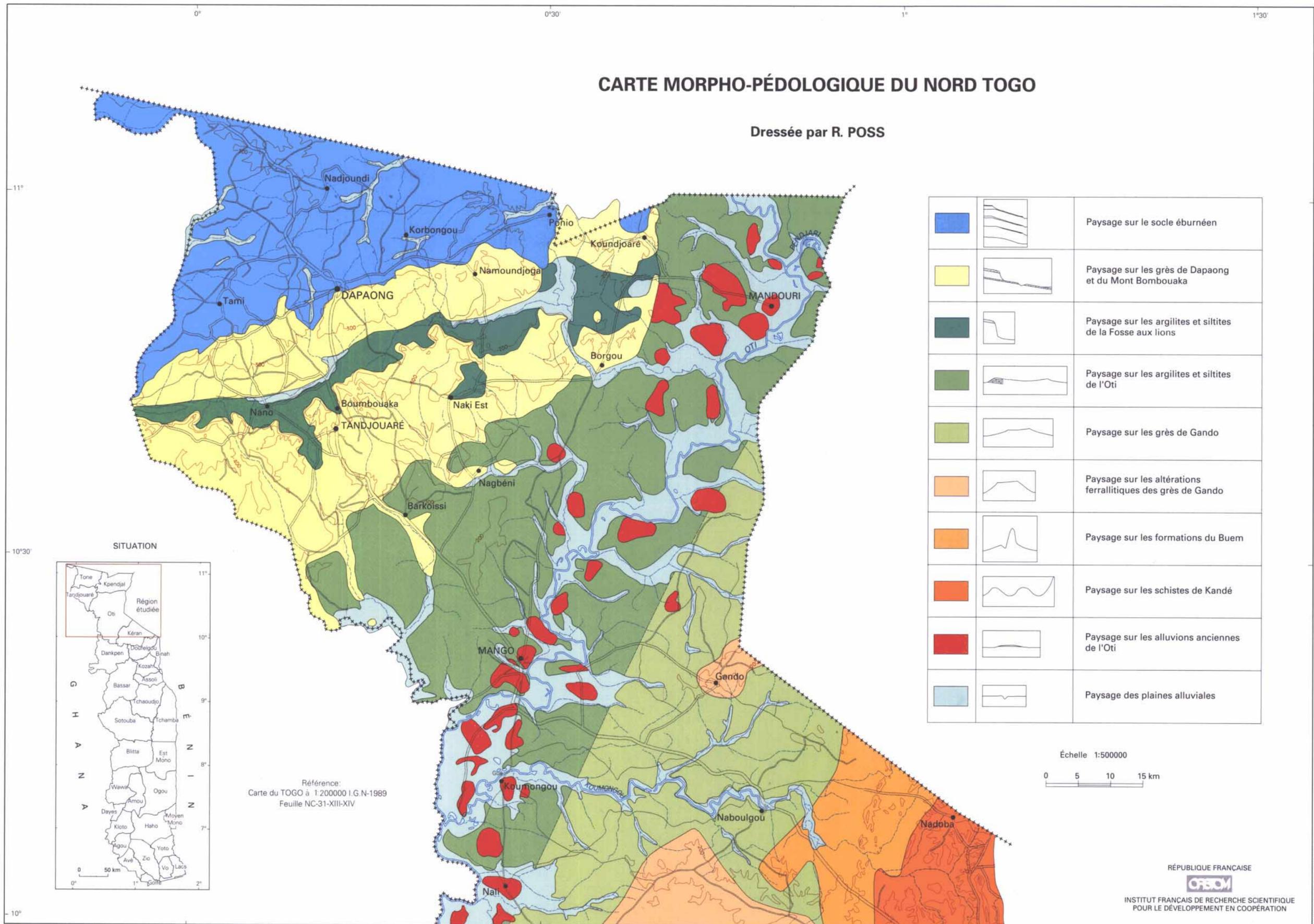
209-213, rue La Fayette
75480 Paris cedex 10

32, avenue Henri-Varagnat
93143 Bondy cedex

ISBN 2-7099-1178-7

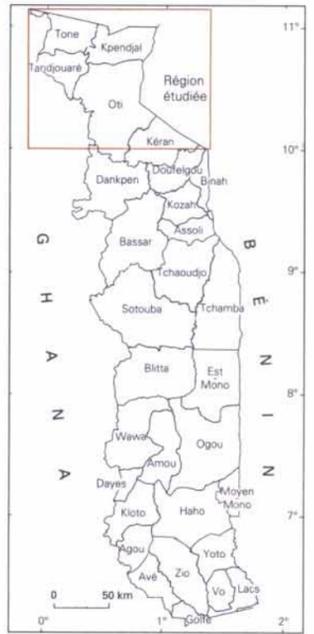
CARTE MORPHO-PÉDOLOGIQUE DU NORD TOGO

Dressée par R. POSS

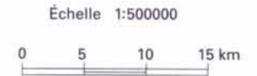


		Paysage sur le socle éburnéen
		Paysage sur les grès de Dapaong et du Mont Bombouaka
		Paysage sur les argilites et siltites de la Fosse aux lions
		Paysage sur les argilites et siltites de l'Oti
		Paysage sur les grès de Gando
		Paysage sur les altérations ferrallitiques des grès de Gando
		Paysage sur les formations du Buem
		Paysage sur les schistes de Kandé
		Paysage sur les alluvions anciennes de l'Oti
		Paysage des plaines alluviales

SITUATION



Référence:
Carte du TOGO à 1:200000 I.G.N-1989
Feuille NC-31-XIII-XIV



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
ORSTOM
INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION