

**LES FORMATIONS SUPERFICIELLES LATÉRITIQUES
DANS LA RÉGION DE DOUALA
MORPHOLOGIE GÉNÉRALE ET SENSIBILITÉ AUX ACTIVITÉS HUMAINES**

A. ZOGNING*

RESUME

Les formations superficielles latéritiques de Douala sont développées sur des roches sédimentaires essentiellement sableuses à sablo-argileuses. Avec un climat très humide et chaud, l'altération y est profonde et les différenciations morphologiques sont assez semblables d'un secteur à l'autre : trois ensembles d'horizons disposés en auréoles concentriques correspondant au modèle convexe de la surface du sol se succèdent généralement de haut en bas :

- un ensemble meuble sablo-argileux,
- un ensemble grossier riche en nodules et concrétions ferrugineuses,
- un ensemble d'altérations, pouvant affecter plusieurs niveaux sédimentaires superposés.

Ces formations sont très sensibles aux activités humaines, notamment aux activités agricoles et aux grands travaux : elles répondent aux activités agricoles par l'érosion en nappe, et aux grands travaux (routiers, ferroviaires et immobiliers) par le ravinement, les éboulements et les glissements de terrain. Des études de stabilisation sont donc nécessaires pour éviter des catastrophes.

* Centre Géographique National
BP 157 Yaoundé (Cameroun)

INTRODUCTION

Ville industrielle et commerciale, principale porte d'entrée et de sortie du Cameroun, Douala est une métropole de près d'un million deux cents mille âmes. Elle connaît de ce fait avec sa région, une pression humaine considérable qui se traduit dans les paysages par une croissance urbaine rapide et assez mal maîtrisée, un développement constant des voies de communication, une extension toujours plus grande des surfaces de culture, tant vivrières que commerciales...

Développées sur des sédiments sableux et sablo-argileux, les formations superficielles de cette zone sont très sensibles aux activités humaines : l'érosion, les glissements de terrain et les éboulements sont les principales formes de dégradations qui résultent des différents types d'interventions.

Après avoir présenté les formations sédimentaires du bassin nous décrirons les formations superficielles latéritiques qui s'y développent et terminerons par leur sensibilité aux activités humaines, à la lumière de quelques faits d'observation.

I - LES FORMATIONS SEDIMENTAIRES

Disposées en demi-croissant autour de Douala, les différentes séries présentent une forte composante sableuse et argileuse.

Les affleurements du Crétacé, assez fréquents dans la vallée du Mungo présentent :

- des formations gréseuses et argileuses à caractère continental (grès de base),
- des grès et argiles sableuses avec intercalations calcaires,
- des argiles à intercalations sableuses,
- des calcaires gréseux, des argiles schisteuses à intercalation de grès et de sables grossiers, etc...

Les affleurements du Tertiaire offrent également des roches sableuses notamment :

- les grès friables, fins à grossiers avec intercalations des grès kaoliniques, d'argiles et de grès ferrugineux de la région de DIZANGUE,
- les grès marneux, les marnes noires et grises et les grès ferrugineux grossiers qui affleurent à MBONGE,

- les grès calcaires ou marneux, les marnes et les calcaires plus ou moins ferrugineux de la vallée du WOURI,
- et enfin les sables jaunes et les argiles bariolées du Miopliocène du Site de Douala et ses environs immédiats.

Le Quaternaire est représenté par 60 à 70 m de dépôts d'estuaire, formés d'une alternance de sables fluviatiles souvent grossiers, des vases et des limons, pour l'essentiel recouvert par la mangrove.

Au total donc, on a affaire à des roches dont l'altération donne comme résultat des formations superficielles sableuses, sablo-argileuses ou argilo-sableuses.

II - LES FORMATIONS SUPERFICIELLES LATERITIQUES (Fig.1)

Du fait des pluies abondantes (3 à 5 mètres par an) et des températures élevées et constantes (25° en moyenne), les formations sédimentaires que nous venons de décrire sont affectées par une altération profonde. Les différenciations morphologiques sont assez semblables d'un point à l'autre ; on distingue nettement trois ensembles d'horizons qui se succèdent de haut en bas :

- un ensemble meuble, sablo-argileux,
- un ensemble grossier, riche en matériaux ferrugineux,
- un ensemble d'altération.

A - L'ensemble meuble

Il est formé de deux horizons :

- un horizon humifère argilo-sableux, de couleur brun foncé à noirâtre. Il est relativement peu épais (20-50 cm) et passe très progressivement, par une limite diffuse, à l'horizon inférieur.

- un horizon jaune-brun ou roux généralement très épais (peut atteindre 4 à 5 mètres). Il est constitué de sables argileux (plus de 60% de sable dans la gravière de MAKEPE (S. MORIN, G. MAINET, 1984)). Ce sont des sables moyens, dans l'ensemble argileux. Cependant sur certaines coupes on note des concentrations de sables grossiers et argileux en poches ou en horizons discontinus. On y rencontre parfois comme à MASSOUMBOU de gros blocs de cuirasse isolés et bien individualisés de l'horizon gravillonnaire sous-jacent. La limite avec cet ensemble est brutale et souvent sinueuse.

B - L'ensemble grossier

Il est mis en place par plusieurs types de différenciations :

a) Une différenciation simple, en un seul horizon gravillonnaire formé d'éléments grossiers de tailles hétérométriques. Les éléments grossiers sont constitués par des nodules et concrétions ferrugineuses, des blocs et des plaquettes de cuirasses anguleuses, des boules reliques d'une cuirasse dégradée, etc... Tous ces matériaux sont enveloppés dans une matrice sablo-argileuse qui s'apparente aux produits de l'horizon meuble supérieur. Tous ces éléments sont répartis sans classement

quelconque apparent ; on peut tout simplement remarquer une concentration relative des éléments grossiers à la limite supérieure de l'horizon, et un appauvrissement en éléments fins de la matrice.

L'épaisseur est variable ; elle est irrégulière dans certaines coupes, comme dans celle du carrefour Douala-Bafoussam-Limbé. Ailleurs, comme à Miang par exemple, elle est quasi régulière tout au long de la tranchée.

b) La différenciation se fait aussi souvent en une ou plusieurs dalles de cuirasse. C'est le cas dans les coupes des gravières de MAKEPE I et d'AKWA NORD. Les niveaux indurés peuvent se développer indifféremment à l'intérieur d'une même couche sédimentaire (ex. : profils S. MORIN p. 62 et 67), ou de façon préférentielle à la limite entre deux niveaux : un argileux à la base, l'autre sableux au dessus. Cette limite peut être sédimentaire ou d'horizon hydromorphe. L'épaisseur faible, varie de 1 à 12 cm. La dalle peut être bien conservée ou brisée en morceaux anguleux plus ou moins redressés et disjoints.

c) On rencontre enfin une différenciation complexe, associant les deux types ci-dessus décrits. Celle-ci présente un horizon grossier comparable aux précédents, et une ou plusieurs dalles, grossièrement parallèles à l'horizon gravillonnaire comme à MASSOUMBOU I ; il est à noter ici que toutes les dalles de cuirasses n'existent que sous l'horizon grossier. Dans bien des cas, certaines dalles sont recoupées par l'horizon gravillonnaire qu'elles accroissent par la base (ex. : Km 25 de l'axe lourd Douala-Yaoundé). A certains endroits, des plaquettes anguleuses qui résultent de leur fragmentation sont basculées et disposées suivant des orientations diverses plus ou moins distantes les unes des autres, au coeur de l'horizon grossier.

Ces petites dalles de cuirasse se développent dans un horizon meuble inférieur qui s'apparente au premier. Il est sablo-argileux, avec assez souvent des concentrations de sables grossiers au contact de l'horizon gravillonnaire. Si la limite avec cet horizon supérieur est nette, on passe par contre très progressivement des sables argileux jaunes aux argiles sableuses grises et bariolées de l'horizon d'altération. Quelquefois cependant une dalle de cuirasse plus ou moins épaisse sert de limite entre les deux horizons. A Miang, des argiles sédimentaires, à structure feuilletée conservée sont indurées juste au niveau supérieur de l'horizon d'altération. Il en est de même de la coupe du Km 25 de l'axe lourd.

C - Les horizons d'altération

A la différence des horizons supérieurs, on reconnaît ici les structures de la roche mère plus ou moins bien conservées. Les différentes séries sédimentaires apparaissent, certes de façon diffuse, du fait des caractères nouveaux résultant de l'altération : argilisation, bariolage, etc... Dans les détails cependant les différences lithologiques persistent. Dans les couches de sable, certains grains de quartz profondément altérés s'écrasent entre les doigts et donnent une poudre fine. Mais d'autres, plus nombreux sans doute, résistent à l'altération. Les argiles apparaissent, massives ou feuilletées. Ces différentes structures sédimentaires à pendage monoclinale sont en discordance avec les formations latéritiques supérieures, disposées en auréoles concentriques correspondant au modelé en demi-orange de la surface du sol, auréole à

l'intérieur desquels la redistribution de matériaux constitutifs a été totale : il n'est point possible d'y retrouver les traces du prolongement de la roche-mère sous-jacente.

En dépit de cette caractérisation des profils d'altération dans les roches sédimentaires, les données ne nous semblent pas encore suffisantes pour tenter une interprétation de leur genèse et de leur évolution. Car s'il existe des analogies avec les formations sur socles (déjà bien étudiées) les différences restent encore nombreuses. Elles sont vraisemblablement fondées sur les disparités lithologiques et pourraient fournir, avec des études morphologiques fines et des analyses en laboratoire, des compléments d'information sur les connaissances acquises sur socle. On pourrait bien y trouver des éléments de réponse à l'épineux problème de la formation in situ ou par remaniement de l'horizon gravillonnaire ainsi que de l'épais ensemble meuble supérieur. De même, de cette réponse dépend l'interprétation qu'on en fait sur les variations paléoenvironnementales survenues dans la vaste région couverte par ces formations au cours du quaternaire.

De toutes façons, ces formations sont fragiles et très sensibles aux activités humaines ; elles risquent de l'être davantage si la tendance à la soudanisation du climat ne s'inversait pas.

III - ACTIVITES HUMAINES ET DEGRADATION DES FORMATIONS SUPERFICIELLES LATERITIQUES

Après 75 ans de colonisation allemande et de protectorat franco-britannique, l'économie camerounaise, dès le départ tournée vers l'extérieur, s'est surtout développée dans les régions côtières. Aussi le littoral en général, le secteur de Douala en particulier est-il aujourd'hui une zone de grande concentration d'activités humaines dont la pression se traduit ici par :

- l'extension des surfaces cultivées en milieu rural,
- l'extension et la densification de l'habitat du fait de l'accroissement rapide de la population urbaine,
- le développement des grands travaux routiers et ferroviaires du fait de la diversification et de l'intensification de leurs trafics,
- l'ouverture de carrière de sable, etc...

Ces activités exigent des travaux de terrassement plus ou moins profonds qui mettent à nu des horizons plus ou moins instables et les exposent à des risques divers : érosion, éboulements, glissements de terrain, etc...

A - Les activités agricoles

Elles sont responsables du décapage de l'horizon superficiel humifère, réservoir de notre alimentation. On peut les classer en deux catégories :

1° - Les plantations agro-industrielles qui s'étendent en ceinture discontinue sur plusieurs milliers d'ha dans le bassin sédimentaire de Douala. On y cultive surtout le palmier à huile et l'hévéa.

L'érosion y est importante au départ, notamment au moment de la préparation du sol et pendant les premières années de la croissance des plantes. Puis elle est ralentie ; elle peut néanmoins se poursuivre là où la pente est favorable, en dépit parfois des dispositions prises pour protéger les sols. Dans la plantation d'hévéa de Kompina les arbustes sont plantés sur des paliers successifs aménagés suivant les courbes de niveau. Mais cela n'empêche pas qu'on rencontre de nombreux hévéas "déchaussés" avec des racines aériennes.

2° - Les champs vivriers

Ils sont pour l'essentiel itinérants. Le labour en buttes isolées ou plus ou moins coalescentes, de tailles variées (40-80 cm de diamètre), se fait deux fois l'an : le premier en février-mars (début de la saison des pluies), le deuxième en août, après les premières récoltes.

Quand on s'y prend mal, ces types de labours constituent de grands facteurs de l'érosion sur les pentes des collines convexes du bas plateau côtier : il ameublisse le sol en détruisant la cohésion entre les différents constituants, le prédisposant ainsi au transport torrentiel.

La disposition des buttes et leur taille, qui varient suivant les cultures et les associations de cultures, est déterminante pour la conservation des sols : plus les buttes sont petites et disjointes les unes par rapport aux autres, plus elles sont exposées à l'érosion : car au cours des différentes averses, les espaces entre les buttes communiquent et deviennent des chenaux pour l'écoulement du torrent, agent principal de l'érosion. Les buttes sont alors délavées de la fraction fine, mise en solution ou en suspension et transportée par les eaux de ruissellement. Reste sur place, du sable lessivé et appauvri qui lui aussi migre par reptation jusque dans les bas fonds.

Par contre quand les buttes sont grandes et coalescentes elles peuvent devenir un moyen efficace de lutte contre l'érosion. Dans ce cas, les espaces entre elles deviennent de petites cuvettes fermées qui recueillent et emprisonnent les eaux de pluie et piègent en même temps la fraction fine ; celle-ci se sédimente au fond de la cuvette et peut être redistribuée lors des prochains labours ! Ceci permettrait de maintenir les rendements à un niveau satisfaisant et à l'avenir d'intensifier et de sédentariser les champs vivriers.

B - Extension et densification de l'habitat

Conséquemment à la forte poussée démographique, la superficie de l'espace bâti ne cesse de s'étendre et de se densifier, particulièrement en milieu urbain et suburbain, mais aussi le long des nombreux axes routiers qui trouent la forêt. Les différentes unités de l'espace bâti : maisons de tous genres, routes bitumées, esplanades diverses entre autres surfaces imperméabilisées, constituent quand elles ne sont pas prémunies, des milliers de points de reprise de l'érosion.

Ainsi, d'innombrables concessions dans les nombreux quartiers populaires non aménagés et dans les campagnes sont déchaussées par l'abaissement constant du niveau de leur cour. L'érosion qui s'exerce ici résulte :

- d'une part du piétinement incessant des habitants qui triturent sous leurs pieds les grains de sable qui émergent, les délogent de leur matrice argileuse, en même temps qu'ils ameublissent cette dernière, et les prédisposent au transport ;
- d'autre part des eaux de pluies particulièrement agressives, ici du fait de leur concentration sur les toits des maisons, à quelques mètres au-dessus du sol. Leur impact est abrasif et, leur ruissellement, autant que le nettoyage quotidien à coups de balai, transporte au loin toutes ou partie de particules arrachées la veille à la surface du sol.

La vitesse moyenne de déchaussement des habitations non protégées est évalué à 30 mm en moyenne par an.

En l'absence de tout système de voirie, comme c'est malheureusement bien souvent le cas, toutes les eaux de ruissellement qui émanent des multiples points de départ convergent et se confondent dans les ruelles et les pistes à l'aval. Celles-ci sont transformées en véritables lits de torrent qui s'encaissent de plusieurs mètres sous forme de gorges étroites, mais s'élargissent ensuite progressivement par éboulements successifs des parois. Aussi peut-on observer une nette reprise de l'érosion à l'embouchure des nombreux lits de torrents surcreusés, dans les grands axes de drainage à fond plat et à parois subverticales.

Il est à noter que cette insouciance devant ces formes de dégradation n'est pas seulement le fait des citoyens peu avisés, déshérités ou égoïstes, mais aussi de nombreuses entreprises des grands travaux routiers et immobiliers, qui se contentent d'aménager et de construire l'espace pour lequel elles ont gagné le marché ; elles canalisent ensuite les eaux superficielles, parfois même les eaux usées jusqu'à la limite de leur parcelle et les abandonnent à la nature. Autour du Centre Universitaire de Douala, de nombreuses têtes de vallées ont progressé, et aujourd'hui coupent pratiquement en deux, les rues qui jadis contournaient loin à l'amont !

Les différentes entreprises devraient et doivent inclure dans les devis de leurs travaux, l'aménagement de ces lits de torrent (qui ne sont guère très longs) jusqu'au fond de la grande vallée voisine. Là où les grandes entreprises n'interviennent pas, les pouvoirs publics devraient et doivent aménager pour les stabiliser, tous les axes du réseau de drainage de la ville, car au bout de l'érosion attendent des drames lorsqu'on observe les profils d'altération comme celui de Miang ou les dizaines d'autres le long de l'axe lourd Douala-Yaoundé, et logiquement sous toutes les collines de la région de Douala, on constate que l'échelle de résistance à l'érosion décrit un "S", soulignant :

- la fragilité de l'horizon superficiel humifère de faible épaisseur,
- la résistance relative de l'horizon meuble sablo-argileux que nous connaissons déjà comme fragile et de l'horizon gravillonnaire ou à niveaux cuirassés,
- la très faible résistance de l'horizon d'altération,
- la résistance de la roche-mère plus ou moins grande selon sa nature.

Zone de destruction et de départ de nombreux minéraux, les roches de l'horizon d'altération se destabilisent mécaniquement, s'amouillent et perdent leur consistance d'origine. Dans ce stade intermédiaire de leur transformation, les différents constituants se désolidarisent, et sont facilement pris en solution ou en suspension dans les eaux d'infiltration. L'édifice qui reste est donc très instable quand il est exposé aux agents extérieurs de l'érosion et à la force de gravité.

Leur mise à nu par les tranchées ou par un ravinement profond les expose à un départ massif des matériaux, particulièrement dans les couches sableuses. Cet horizon évolue alors presque indépendamment des horizons supérieurs, par soutirage. Il va sans dire que le sapement qui en résulte sous les horizons supérieurs plus résistants doit les amener inévitablement à des éboulements ou à des glissements.

La nécessité de stabiliser l'évolution des lits de torrent apparaît donc impérieuse, car le recul plus ou moins rapide des têtes de vallée, tend à raccorder le profil de ces lits au niveau de base de la vallée principale. Il ne tardera pas à découvrir l'horizon d'altération qui ne se trouve qu'à quelques mètres en dessous. Une fois ce seuil critique franchi, il deviendra sinon impossible du moins très onéreux de contrôler les phénomènes ainsi déclenchés. Il faut donc savoir quel avenir est réservé aux dizaines de milliers d'habitants et aux investissements réalisés dans ces milieux fragiles.

Ce souci doit également habiter les entreprises qui exécutent les grands travaux routiers et ferroviaires. Le seuil de la destabilisation du profil est franchi dès qu'on atteint l'horizon d'altération ; les risques augmentent ensuite, à mesure qu'on approfondit la tranchée. Les principales questions qu'elles devraient donc se poser sont les suivantes :

- Quel est le degré de nécessité de faire une tranchée en un endroit donné ?
- Quelle est la nature et la morphologie du manteau d'altération à trancher ?
- Comment s'établit l'échelle de résistance des différents horizons ?
- Jusqu'à quelle profondeur la tranchée est-elle nécessaire ?
- Comment et à quel coût aménager et stabiliser les profils ?
- Est-il possible de contourner le problème ? etc...

Lorsqu'on observe la construction des routes, on constate que la plupart de ces questions n'ont pas souvent été posées. Par conséquent de nombreuses tranchées profondes qui nécessitent d'être stabilisées ne le sont pas et commencent à se dégrader, non sans présenter des risques de catastrophe, dès l'ouvrage terminé. S'il est vrai que les exigences d'une pente régulière sont impératives pour le chemin de fer, il n'en est pas tout à fait de même pour ce qui est des routes ; et quand la nécessité est impérieuse on peut contourner le problème en déblayant jusqu'à un niveau stabilisable à moindre coût et relever sensiblement le niveau de base des zones basses voisines.

Certes, il se pose le problème du gisement et du transport des matériaux à utiliser pour le remblai. Dans ce cas, il faut étudier le coût et choisir : soit de déblayer et de stabiliser les murs, soit de

prélever ailleurs là où il y a un excédent de matériaux, soit enfin de ménager une pente acceptable tel qu'on en tolère volontiers sur les seuils rocheux à l'intérieur du socle.

De nombreux travaux de stabilisation des parois et des gradins de tranchée ont été réalisés tout au long de l'axe lourd Douala-Yaoundé. Sans que ce soit systématique, des murs de soutènement ont été construits jusqu'à la hauteur de l'horizon d'altération ; des rigoles ont été aménagées pour éviter le surcreusement des gradins ; du gazon a été semé, mais on peut constater qu'il est sans effet et, à la limite, ne pousse même pas sur les altérites. Il va donc sans dire que la stabilisation des murs des tranchées routières et ferroviaires est bien faisable, il suffit qu'on en prenne conscience et qu'on en tienne compte au moment de l'établissement du devis des travaux.

En conclusion, nous pouvons relever tout simplement que les formations superficielles latéritiques du bassin sédimentaire de Douala sont très fragiles et que leur aménagement pour des fins diverses doit être le plus rationnel possible afin d'éviter que ce support de la vie ne se dégrade non sans risque de catastrophe, de façon irréversible face à une pression économique et démographique sans cesse croissante.

BIBLIOGRAPHIE

ANONYMES. 1983. SDAU de Douala

DUMORT J.C. Notice explicative sur la feuille Douala-Ouest. Carte Géologique de reconnaissance à l'échelle 1/500 000e (du Cameroun)

BOCQUIER C., MULLER J.P., BOULANGE B., 1984. Les latérites : connaissances et perspectives actuelles sur les mécanismes de leur différenciation. Livre jubilaire du cinquantenaire de l'AFES.

HUMBEL F., 1971. Les sols du Cameroun : Eléments de pédologie à l'usage des géographes.

MORIN J., 1979. L'évolution récente et actuelle des milieux naturels au Cameroun occidental et méridional. Comm. VIe coll. SEPANRIT sur "Les catastrophes naturelles".

MORIN S., MAINET G., 1984. Le site de Douala (Cameroun) : Notes morphologiques. Trav. et Doc. de géogr. Trop. n°51 CEGET

NOBUYUKI HORI, 1977. Landforms and superficiels deposits in the costal region of Cameroun.

ZOGNING A., 1983. Aperçu sur la dégradation anthropique des milieux forestiers du littoral et de l'Ouest comm. sémi. national sur la gestion de l'environnement, réalités camerounaises.

ZOGNING A., KUETE M., 1985. L'Equilibre Ecologique du littoral camerounais : Données géographiques du problème comm. Xe colloque SEPANRIT sur "des éléments écologiques des régions littorales et sublittorales".

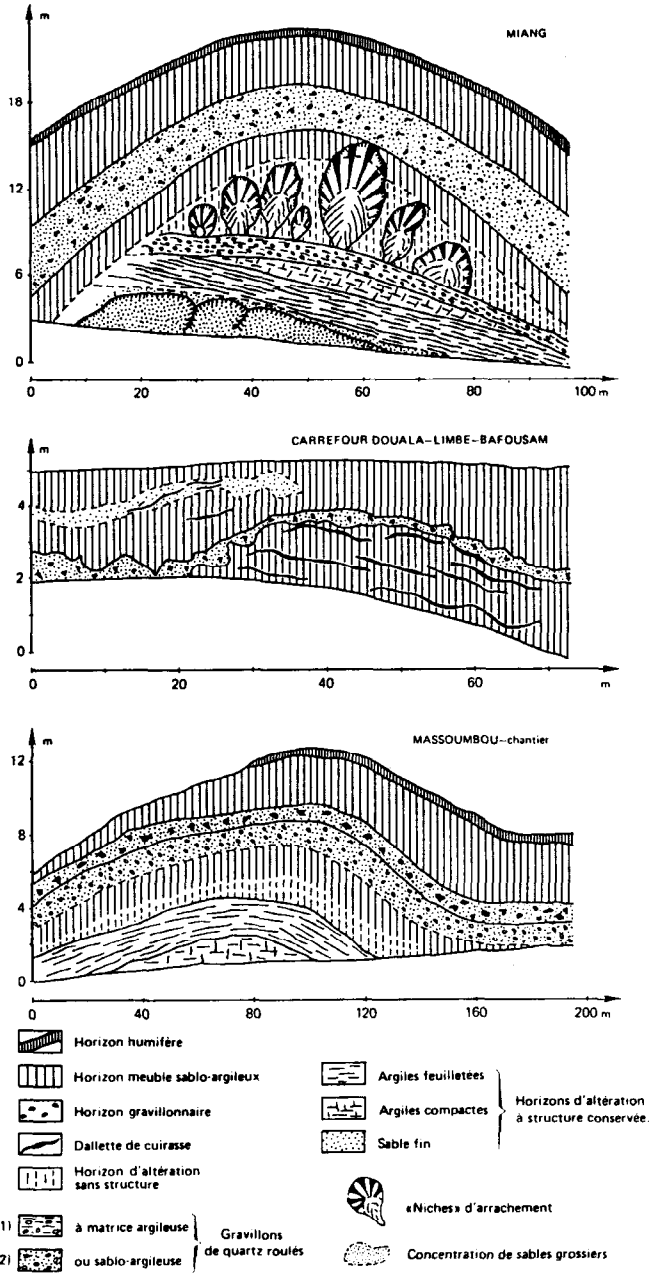
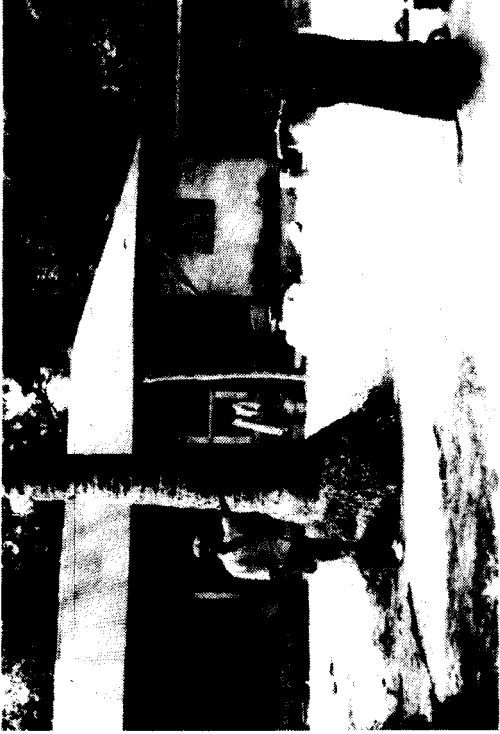


Fig. 1 - Quelques types de sols latéritiques de la région de Douala

PLANCHES PHOTOS

- 1 - Tranchée de Miang avec gradin. On distingue clairement l'ensemble meuble supérieur, l'horizon gravillonnaire (gris sombre), les horizons d'altération que soulignent les griffures et coups de cuillers de l'érosion. Apparaît aussi la discordance entre les couches sédimentaires monoclinales à la base, et les horizons latéritiques supérieurs.
- 2 - Abaissement du niveau de la cour et déchaussement d'une maison près de Dibombari ; il peut se mesurer au "rejet" de la fondation ou à la hauteur de la butte-témoin située derrière le piquet qui tend la corde à sécher. Cette butte a évolué en cheminée de fée sous une dalle formée par le reste du béton qui servit à construire la maison. En 16 ans environ le déchaussement atteint 55 cm.
- 3 - Déchaussement des hévéas à Kompina. Les racines se trouvent du côté aval. La pente varie entre 6 et 12°, l'épaisseur du sol décapé est d'environ 8 à 10 cm en 6 ans.
- 4 - A 250 mètres de la grande tranchée de Miang, celle-ci connaît une autre forme de dégradation : le glissement de terrain. Il s'est produit en dépit du mur de soutènement qui, du reste, a été mal conçu. Fait de matériaux solidaires, celui-ci doit être bien enterré, s'élever à une hauteur convenable et être suffisamment incliné pour contenir l'énorme pression exercée par les matériaux en glissement.
- 5 - Evolution pseudo-karstique des profils d'altération mis à découvert par une tranchée à Massoumbou I. Sur le revers des gradins, des micropseudo-dolines collectent les eaux de ruissellement qui s'y engouffrent (a), élargissent les fissures en véritables grottes avant de resurgir au pied du mur (b).



1 2

3 4



5a



5b