

ASPECTS DE LA GÉOMORPHOLOGIE

par

J.-M. AVENARD*

* Géographe - Centre ORSTOM Adiopodoumé, BP 20, Abidjan (Côte d'Ivoire).

SOMMAIRE

| | |
|--|----|
| <i>INTRODUCTION</i> | 11 |
| 1. LES GRANDS TRAITES DES PAYSAGES GÉOMORPHOLOGIQUES | |
| <i>ASPECTS GÉNÉRAUX</i> | 13 |
| <i>LA RÉPARTITION DES RELIEFS</i> | 15 |
| LA RETOMBÉE ORIENTALE DE LA DORSALE GUINÉENNE | 15 |
| LES PLATEAUX DU NORD | 19 |
| LA ZONE DE TRANSITION : GLACIS MÉRIDIIONAUX ET MARCHE CENTRALE | 20 |
| LES BAS PAYS INTÉRIEURS | 24 |
| LA FRANGE LITTORALE | 25 |
| 2. LES CONDITIONS D'ÉLABORATION | |
| <i>LE CADRE STRUCTURAL</i> | 27 |
| HISTOIRE GÉOLOGIQUE DE LA CÔTE D'IVOIRE | 27 |
| ESQUISSE D'UNE RÉPARTITION DES FORMATIONS LITHOLOGIQUES ET PÉTROGRAPHIE | 29 |
| <i>LES PROCESSUS MORPHOGÉNÉTIQUES</i> | 30 |
| PLACE DE LA CÔTE D'IVOIRE DANS LE MONDE INTERTROPICAL | 30 |
| PROCESSUS PARTICULIERS A LA FORÊT ET A LA SAVANE : LA DYNAMIQUE ACTUELLE | 34 |
| ASPECTS PARTICULIERS DES PROCESSUS PLURIZONAUX..... | 43 |
| <i>LES CONSÉQUENCES DES OSCILLATIONS PALÉOCLIMATIQUES</i> | 43 |
| LES PREUVES DES OSCILLATIONS PALÉOCLIMATIQUES | 43 |
| LES TRAVAUX PIONNIERS | 44 |
| LES TRAVAUX ACTUELS..... | 48 |
| 3. LES TYPES DE MODELÉS | |
| <i>LA DIFFÉRENCIATION DES MODELÉS</i> | 54 |
| <i>LES MODELÉS DU NORD</i> | 56 |
| <i>LES MODELÉS DU SUD</i> | 62 |
| <i>BIBLIOGRAPHIE</i> | 68 |

INTRODUCTION

S'inscrivant grossièrement dans un carré dont les côtés seraient les coordonnées de 4°30 et 10°30 de latitude nord, 2°30 et 8°30 de longitude ouest, la République de Côte d'Ivoire est un pays de l'Afrique de l'ouest dont la limite méridionale est constituée par une partie du golfe de Guinée. Elle est entourée à l'est par le Libéria et la Guinée, au nord par le Mali et la Haute-Volta, à l'ouest par le Ghana.

Il serait illusoire de chercher à définir la Côte d'Ivoire à partir de critères d'ordre topographique. Certes, çà et là, les frontières s'appuient bien sur un fleuve de quelque importance comme le Cavally ou la Volta Noire ou sur une crête montagneuse comme le massif du Nimba, mais ceci reste l'exception, un marigot de faible importance étant la règle générale. Sa façade atlantique est la seule frontière naturelle. En effet « édifiée aux hasards d'une histoire politique lointaine, cernée à coups de compétitions exploratives et d'arrangements diplomatiques ou administratifs, la Côte d'Ivoire ne peut être tenue pour un tout. Mais les pièces qui la composent demeurent elles-mêmes floues dans les formes comme dans les hommes » (1).

Les 322 000 km² qui constituent son territoire sont partagés entre les deux unités physiologiques que sont la forêt et la savane, mais l'observateur lointain oublie trop souvent que la savane occupe 210 000 km². En fait, les formations végétales sont variées et nuancées, passant de la forêt dense humide sempervirente au sud à la savane soudanaise au nord. On retrouve une semblable diversité dans les autres éléments du milieu : le climat passe du type équatorial au type tropical à une seule saison des pluies, les roches sont surtout métamorphiques, mais aussi volcaniques et sédimentaires...

Le relief par contre semble beaucoup plus impersonnel. Si, comme cela a souvent été fait, on représente l'Afrique de l'Ouest comme une longue toiture surbaissée, entre un pignon sénégalais et un pignon tchadien, la Côte d'Ivoire occupe une partie des panneaux méridionaux plongeant vers le Golfe de Guinée. Son relief est celui d'une pénéplaine dont l'altitude varie de 400 m environ au nord à moins de 50 m au sud, entrecoupée de chaînes de collines orientées SSW - NNE. Le massif de Man est la seule région montagneuse dont certains sommets dépassent 1 000 m, tandis que la frange littorale se nourrit des formes liées à une évolution quaternaire.

Présenter un essai de synthèse géomorphologique de la Côte d'Ivoire, au même titre que celle de la pédologie, de la botanique ou de la climatologie, serait une gageure que nous ne pourrions tenir. Nous devons limiter nos ambitions à un objectif plus modeste : présenter quelques faits et observations avec çà et là un début d'interprétation. En effet, la connaissance de la géomorphologie de la Côte d'Ivoire en est encore au stade des rudiments à travers quelques études (souvent de détail) disséminées de façon anarchique sur certaines parties du territoire (2). De véritables trous existent dans cette toile pourtant déjà bien lâche : il n'y a pratiquement rien sur le nord, ou sur la zone forestière du sud-ouest...

Certes la très belle étude de M. ROUGERIE sur le « Façonnement des modelés en Côte d'Ivoire forestière » est une heureuse exception qui apporte des données essentielles dans bien des domaines du

(1) ROUGERIE G., 1960.

(2) La liste bibliographique accompagnant ce chapitre en donne un aperçu relativement exhaustif.

milieu forestier. Les autres travaux de M. ROUGERIE ainsi que ceux de MM. TRICART, RIOU, VOGT ou LE BOURDIEC ont permis depuis une quinzaine d'années de débrouiller, sinon de résoudre, d'importants problèmes, mais il ne s'agit encore que de phases préliminaires et il faudra sans doute de nombreuses autres monographies avant de pouvoir passer à une interprétation plus générale et plus élaborée, surtout dans le domaine de la paléogéographie et de l'évolution géomorphologique. Comme nous le verrons plus loin, un effort est actuellement fait dans ce sens, et une exploration plus systématique est en cours.

Mais dans le même temps, et devant cette carence de la géomorphologie, certaines disciplines comme la pédologie ont pris conscience du rôle que pouvait jouer cette science dans leurs prospections et se sont « forgées » une géomorphologie. Certains de leurs apports ne sont pas à négliger.

Pour les raisons que nous venons d'invoquer, ce sont des données d'ensemble que nous essaierons de rassembler ici, en esquissant tout d'abord les grands traits des paysages géomorphologiques avant d'examiner quelques unes des conditions de leur élaboration. A ce stade nous ferons une place à part au cadre structural puisque la géologie ne sera pas traitée dans les autres chapitres de cet ouvrage avant de passer aux processus morphogénétiques et aux variations paléoclimatiques. Un dernier paragraphe donnera une esquisse des types de modelés.

1. LES GRANDS TRAITES DES PAYSAGES GÉOMORPHOLOGIQUES

ASPECTS GÉNÉRAUX

La Côte d'Ivoire, comme une grande partie de l'Afrique et l'essentiel de l'Afrique de l'Ouest représente le « triomphe de l'horizontalité ». Peu de choses distinguent ses paysages des autres paysages de la plateforme ouest africaine. L'unité, la planité d'ensemble qui s'en dégagent, sont évidemment associées à l'allure générale du socle qui s'incline du nord vers le sud en direction de l'Atlantique avec une pente régulière, mais font qu'il est difficile de définir de grands ensembles. Certes cette retombée méridionale ne se fait pas d'un seul bloc, et des panneaux plus ou moins affaissés se sont créés, et la Côte d'Ivoire semble en recouvrir trois : le plus élevé serait le plus occidental, autour de Man, le plus affaissé étant celui qui est actuellement occupé par les pays des lagunes. Mais la majeure partie du modelé est ondulée, caractérisée par une succession de collines subaplanies et en définitive très monotones, bien que parfois entrecoupées de reliefs résiduels plus élevés, comme posés sur la pénéplaine.

Du nord au sud, on passe d'un paysage de plateaux développés en glacis à celui d'une plaine au réseau hydrographique peu ou pas organisé, avec une zone intermédiaire plus ou moins bien développée, et dont le caractère de marche est visible dans le paysage.

Et au-delà de cette impression de continuité, l'observateur est vite dérouté, car comme le dit ROUGERIE : « dans l'uniformité et la monotonie du bloc ouest africain, définir des pays n'est pas chose aisée : reliefs difficilement circonscrits, formations géologiques interminablement développées passant d'un terme à l'autre par transitions insensibles, bassins fluviaux faits d'éléments disharmonieusement accolés ».

Bien plus, dans le détail apparaît souvent une impression de micro-cloisonnement, d'évolution en ordre dispersé et en définitive de discontinuité et de morcellement. Tout ceci tend à donner un pays tout en nuances, un peu comme les taches d'une peinture impressionniste...

C'est qu'en fait, d'autres influences se font sentir et viennent relayer les données structurales : il est de plus en plus évident que les variations climatiques, au moins celles du quaternaire, ont profondément marqué ces paysages ; il est certain aussi que des différences se font jour selon que l'on se trouve dans une province schisteuse ou granitique. Enfin, que la présence de la forêt ou de la savane en soit une cause ou une conséquence, il est indéniable que les paysages sont marqués par une certaine opposition selon que l'on se trouve dans l'une ou l'autre de ces formations végétales.

Uniformité d'ensemble, grande profusion des nuances dans le détail sont donc les traits caractéristiques des reliefs de Côte d'Ivoire. Pourtant si des unités régionales ne peuvent être circonscrites avec exactitude, divers éléments permettent cependant d'organiser les reliefs en de grands domaines : les plateaux du nord et les plaines qui leur font suite vers le sud avec une zone intermédiaire que l'on pourrait par endroits qualifier de marche centrale. Deux unités sont par ailleurs plus facilement décelables, à savoir la frange littorale donnant des formes particulières quoique variées, et l'ouest qui correspond à la retombée de la dorsale guinéenne et que nous allons décrire tout d'abord.

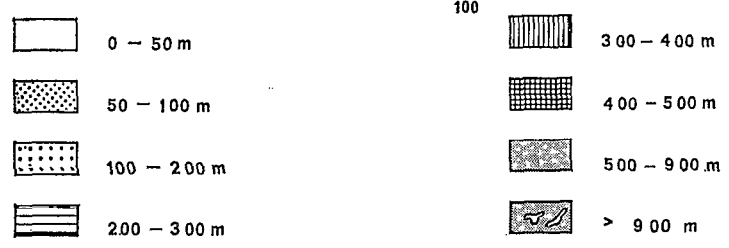
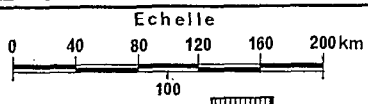
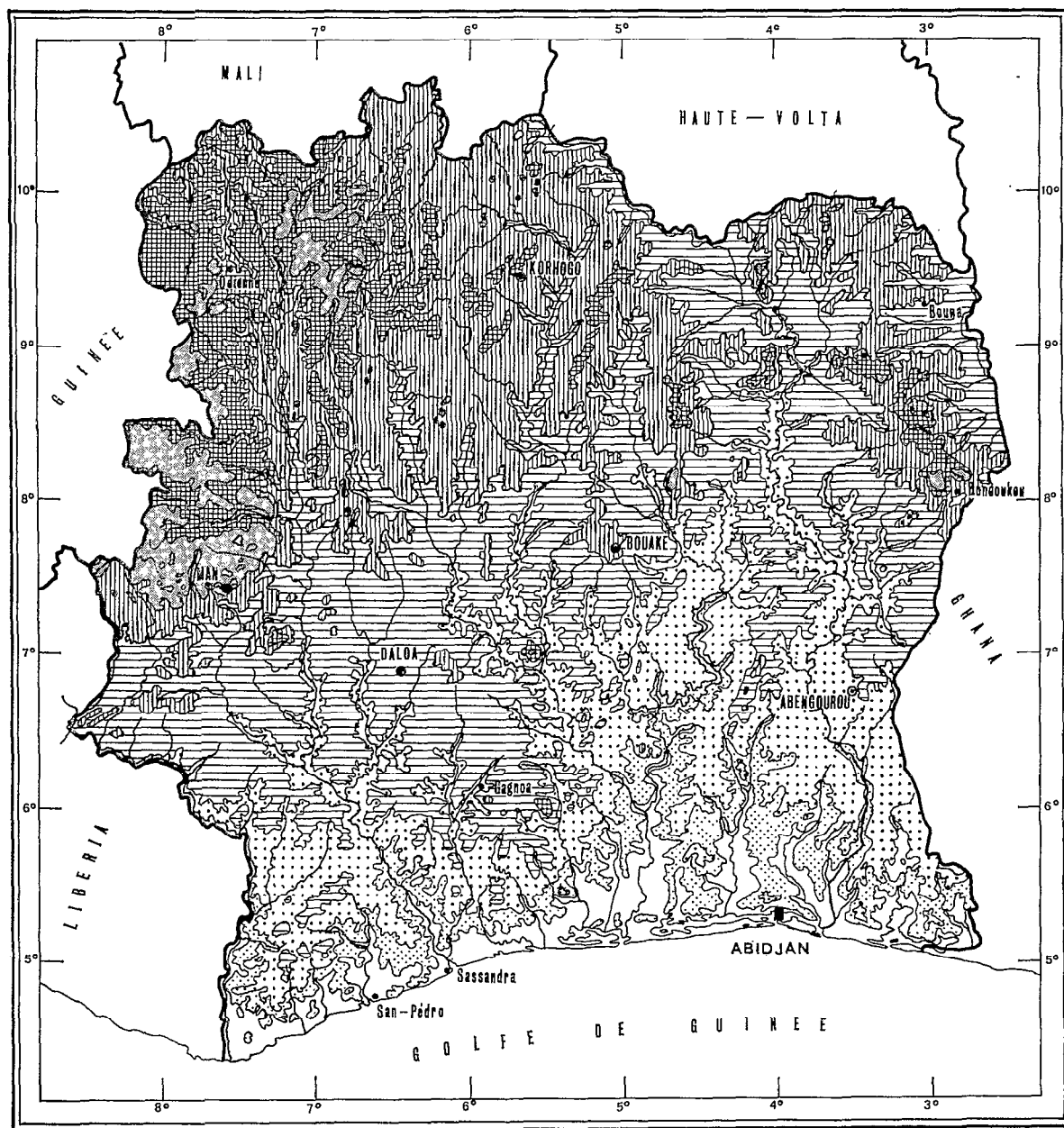


FIG. 1. — Carte du relief de la Côte d'Ivoire.

Dressée par J.M. AVENARD d'après la minute A 1 de l'Atlas de Côte d'Ivoire à 1/2 000 000.

LA RÉPARTITION DES RELIEFS

LA RETOMBÉE ORIENTALE DE LA DORSALE GUINÉENNE (I) ⁽¹⁾

L'extrémité du bourrelet des hautes terres qui prolonge vers l'est le Fouta-Djalou et marque la ligne de séparation entre les eaux se dirigeant vers le bassin du Niger au nord et le drainage atlantique au sud, atteint la Côte d'Ivoire dans sa partie nord et ouest. Cet ensemble, appelé dorsale guinéenne se présente comme une succession de hauts et moyens plateaux, avec « quelques-uns des reliefs les plus spectaculaires de l'Afrique occidentale » (ROUGERIE : la Côte d'Ivoire, coll. Que sais-je). On retrouve ces deux éléments (montagne et plateau) en Côte d'Ivoire. Mais alors que le socle essentiellement granitique se maintient aux alentours de 500 à 600 m d'altitude en Guinée (localement même autour de 700 m), il se trouve à son entrée en Côte d'Ivoire vers 400 m pour s'abaisser lentement tant au nord qu'au sud très exactement selon une ligne NE-SW. La partie sud de cet ensemble comporte encore quelques reliefs plus importants qui semblent jaillir de ces plateaux et être sans liens apparents avec eux ; vraie montagne aux formes hardies comme le Nimba ou lourdes croupes plus molles comme le massif de Man. C'est peut-être dans cette région de Côte d'Ivoire qu'il est le plus aisé de définir un certain nombre de subdivisions. En effet le cours supérieur de Sassandra et son affluent la Ferédougouba permettent une division en trois grands compartiments qu'on peut redécouper en unités plus petites.

LE COMPARTIMENT MONTAGNEUX (I-1)

Ce compartiment qui correspond à ce que les géographes humains appellent « l'ouest » de la Côte d'Ivoire, comporte les reliefs les plus vigoureux de ce pays :

— d'une part le massif du Nimba et sa bordure, qui marque la frontière entre le Libéria, la Guinée et la Côte d'Ivoire, et culmine à 1 750 m.

— d'autre part le grand ensemble du massif de Man dont certains sommets s'élèvent au-dessus de 1 000 m et qui forme un arc de cercle de près de 120 km.

Des cours d'eau importants qui ont d'ailleurs été un obstacle au passage, délimitent cette région sur la plus grande partie de son périmètre : Ferédougouba au nord, Sassandra à l'est, Nuon et Cavally à l'ouest et au sud-ouest. Il n'y a que vers le sud, au niveau de l'interfluve entre Cavally et Sassandra que la limite est moins nette... A partir du pied du massif du Nimba s'étend en effet une surface de plateaux ou de glacis qui s'abaisse progressivement vers le sud depuis l'altitude de 500 m jusque vers 200 m, et qui se raccorde insensiblement au domaine des glacis méridionaux. Le réseau hydrographique principal, tourné vers le drainage atlantique se nourrit d'un réseau secondaire divergent, fortement incisé en vallées étroites et encaissées descendant de toute cette zone montagneuse.

Le massif du Nimba et sa bordure (I-11)

A la convergence des trois frontières, la silhouette rectiligne du Nimba s'aperçoit de loin avec sa terminaison vers le nord. Elle émerge « sans reliefs précurseurs au-dessus d'un bas pays et monotone, et domine la zone forestière de près de 1 300 m, s'élevant d'un seul jet à plus de 1 700 m » ⁽²⁾.

(1) Les chiffres renvoient à la figure 2.

(2) LAMOTTE M, ROUGERIE, 1952.

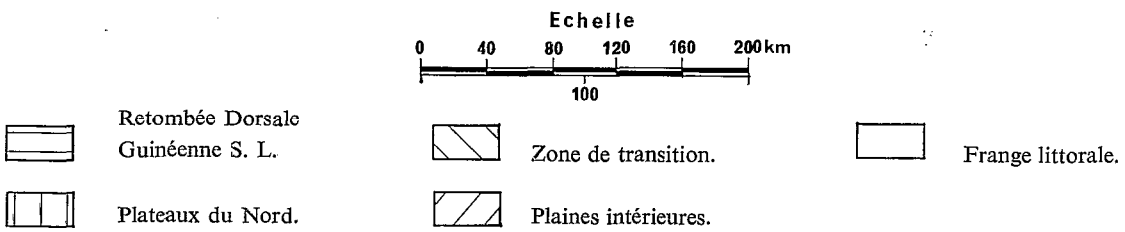
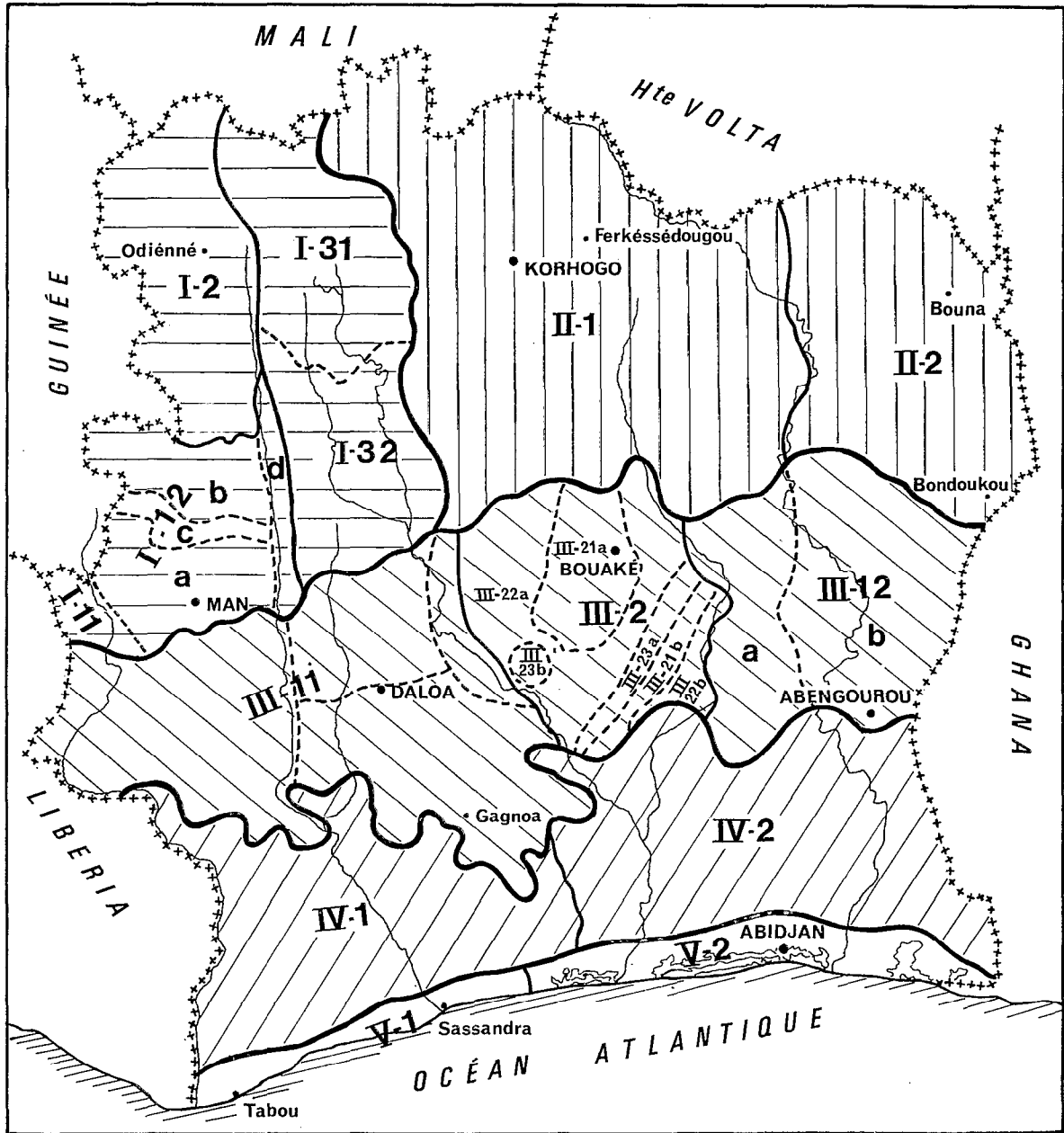


FIG. 2. — Découpage en zones physiques.
(Voir 1. La répartition des reliefs p. 15).

Il s'agit d'une haute chaîne appalachienne, présentant une remarquable adaptation à la structure : ce massif est étroitement lié à une série sédimentaire plus ou moins métamorphique redressée à la verticale et qui affleure au milieu de régions cristallines ; la zone axiale est « moulée sur la tranche d'une puissante barre de quartzites à magnétites qui constitue le terme principal de la série » (1).

Muraille dressée au-dessus du piedmont, ce massif révèle dans le détail un musée de formes : « flancs burinés ou rigides, cimes rabotées par une surface d'érosion en ruban, ou crêtes en dents de scie, vallées intérieures longitudinales selon l'axe de l'ensemble, balcons cuirassés perchés vers 1 300 m, hautes « mesas » également cuirassées formant socle vers 800 m, au-dessus de 500 m, de basses terres meubles parfois marécageuses. Modelés évocateurs de formes tempérées en haut, de style tropical soudanien au-dessous et modelés tropicaux humides tout en bas » (2).

Le piedmont sud-est de la chaîne, aux formes flasques et meubles, au drainage dense et anarchique, se raccorde insensiblement au reste de la Côte d'Ivoire des glaciais.

Le massif de Man (I-12)

Le massif de Man est loin de constituer une zone homogène, puisque trois unités s'en dégagent. Une zone centrale, occupée par le Bafing, plus déprimée, sépare une partie sud montagneuse d'une partie nord de hautes collines.

La zone des Dans et des Touras (a)

Au sud, une zone très montagneuse comprenant les massifs des Dans et des Touras, forme un ensemble d'une altitude variant de 500 à 1 000 mètres, avec quelques pointements dépassant même cette altitude (Mont Tonkouï, 1 189 m). Les vallées se situent entre 350 et 700 mètres.

« L'ensemble donne une impression de vraie montagne, plus précisément une montagne familière, apparentée aux vieux massifs des mondes tempérés. C'est un paysage très mamelonné, un foisonnement de lourdes croupes comprises pour la plupart entre 1 100 et 1 200 mètres, avec des vallées montagnardes, des cols, des ballons. Ici point de reliefs d'allure insulaire, séparés les uns des autres par d'immenses piedmonts plats, mais un ensemble complexe, cohérent dont les éléments ont entre eux des relations... C'est là un ensemble original, qui doit certes beaucoup à la variété locale du matériel rocheux de la famille des granites à hypersthène, mais assurément aussi à des vicissitudes d'ordre tectonique qui semblent avoir perturbé, jusqu'à une date assez récente, les conditions d'équilibre entre façonnement des modelés et évacuation des débris » (2).

La région de Touba (b)

Nettement délimitée par la frontière de la Guinée à l'ouest, les cours de la Féré Dougouba au nord, du Sassandra à l'est et du Bafing au sud, cette unité est formée par une succession de collines et de chaînons, soit à sommets tabulaires, soit au contraire à crêtes relativement aiguës. L'altitude moyenne se situe entre 600 et 700 mètres, malgré quelques reliefs s'élevant aux environs de 1 000 m, ce qui donne une allure générale de hauts reliefs s'allongeant sur près de 100 km, mais s'opposant fortement à la partie montagneuse du sud, puisque présentant surtout des hautes tables à versants abrupts dominés par des rebords de cuirasses ferrugineuses.

(1) LAMOTTE M, ROUGERIE, 1952.

(2) G. ROUGERIE, 1960.

Ces hautes collines doivent leur origine à des intrusions de dolérites perpendiculaires à la direction structurale du socle éburnéen (NE-SW). En contrebas de ces chaînons s'étendent des plateaux granitiques qui restent assez accidentés et qui sont souvent cuirassés ; ils se terminent vers l'est sur la grande gouttière méridienne du Sassandra, et au sud sur la dépression occupée par le Bafing.

La dépression du Bafing (c)

Cette vaste dépression qui sépare les deux zones précédentes reste partout à des altitudes légèrement inférieures à 500 mètres ; seules quelques buttes isolées, généralement cuirassées, dominent faiblement le paysage.

La « gouttière » du Sassandra (d)

A l'est de la région considérée le fleuve Sassandra occupe une vaste zone légèrement inclinée, d'axe N-S, s'inclinant de 350 à 200 m. Son cours au régime irrégulier n'est en fait qu'une succession de biefs reliés par des rapides qui abaissent brusquement le niveau des eaux de quelques mètres. Des terrasses anciennes, dont quelques-unes sont très caillouteuses, se retrouvent de part et d'autre de son cours actuel, mais ont été redécoupées par les affluents et se présentent sous la forme d'un alignement de collines et buttes grossièrement à la même altitude et séparées les unes des autres par de larges bas-fonds sableux. Ces affluents viennent du massif des Dans et des Monts Goma. Cette disposition générale joue un rôle important dans la répartition des formations végétales.

LE COMPARTIMENT DU NORD-OUEST (ODIENNÉ - BOROTOU) (I-2)

Les frontières du Mali et de la Guinée au nord et à l'ouest, la coupure subméridienne du Baoulé relayée par le Timba (Haut-Sassandra) et la FéréDougouba au sud délimitent ce compartiment.

Il s'agit d'un plateau assez étendu se situant entre les altitudes de 450 et 400 m ; pourtant vers le nord le bourrelet se développe mieux ; les surfaces passent au-dessus de 400 m sur le haut réseau du Baoulé, c'est-à-dire sur le revers de glacis du bassin du Niger.

De rares reliefs individualisés émergent de ces vastes surfaces aplanies à substratum granitique ou gneissique : ce sont vers le sud une série de buttes et de collines à sommets rigides ou tabulaires se moulant sur des venues doléritiques (Monts Kourouba par exemple) et se rattachant d'ailleurs aux chaînons de Touba. Mais ces buttes et collines sont ici moins accentuées et subdivisées en petits massifs distincts. Vers l'ouest d'Odienné apparaissent des dômes de faible importance (Dyengélé... etc...).

LE COMPARTIMENT A L'EST DU SASSANDRA (I-3)

Deux unités peuvent être dégagées au nord et au sud, la seconde ayant une extension qui déborde quelque peu la dorsale guinéenne proprement dite.

Unité de Boundiali-Madinani (I-31)

Ce sous-compartiment qui s'étend entre Borotou et Boundiali s'exhausse à une altitude légèrement supérieure à 500 m. Les plateaux sont plus accidentés et à des altitudes plus diversifiées. Les reliefs individuels prennent une plus grande importance dans le paysage : alignements de collines soulignant des passées de gneiss, de quartzites et de dolérites au nord de Tiémé, ensemble d'inselbergs et de dômes cristallins de Séguélo et le long de la limite orientale, s'étendant sur une centaine de kilomètres.

Unité de Mankono-Séguéla (I-32)

Cette unité qui se place au sud-est de la région correspond à un ensemble assez homogène de plateaux s'abaissant modérément du nord vers le sud entre 400 et 300 m, et débordant en ce sens de la dorsale guinéenne proprement dite : elle fait transition avec les plateaux du nord.

Mais sur un substratum essentiellement granitique, avec une large tache porphyroïde, s'est développée entre Séguéla et Mankono une remarquable série de dômes cristallins qui sont des inselbergs typiques. Ils dominent fortement l'ensemble de la pénéplaine, et s'opposent à ceux de l'unité de Boundiali par leurs flancs abrupts et dénudés et leurs angles basaux sans éboulis.

Deux autres caractères définissent cette unité :

— les cours rectilignes et parallèles des principaux cours d'eau, leurs tracés à angles droits fréquents, en « baïonnette », marquent la rigidité du socle et son rejeu en horst et graben à une époque peut-être relativement récente.

— des zones déprimées sont empruntées par certains cours d'eau comme la Marahoué (Bandama rouge) le Bou ou le Béré sur une partie de leur cours : elles correspondent à des bandes schisteuses s'insérant entre les granites.

Enfin la longue barre rocheuse qui se situe à l'ouest de Séguéla (Monts Fouimba, Monts Goma) correspond à un massif de roches vertes qui culmine vers 700 m d'altitude.

LES PLATEAUX DU NORD (II)

Bordée par la frontière nord de la Côte d'Ivoire dans sa partie centrale et orientale, la région comprise entre les dernières rides de la dorsale guinéenne à l'ouest et la Volta à l'est, est le domaine de l'extension méridionale des glacis qui se développent dans une grande partie de l'Afrique de l'Ouest.

D'allure souvent tabulaire, ils peuvent se rattacher à la famille des plateaux comme le fait remarquer G. ROUGERIE : si le caractère général est la planité, le trait qui se dégage ensuite est l'étagement de ces plateaux. « Plutôt que d'un plan unique, le paysage est fait d'une superposition de surfaces individualisées les unes par rapport aux autres ; les versants au regard d'elles sont une forme mineure. Ils n'en constituent pas moins un élément original. Ce sont davantage des escarpements que des versants, car leur développement est minime et leur profil rigide. Ils laissent plus l'impression d'un hiatus entre les plans que d'un raccord... Chaque forme semble vivre d'une vie pour l'essentiel indépendante... » (G. ROUGERIE, la Côte d'Ivoire, op. cité).

De ces plateaux émergent certains reliefs qui ne semblent pas avoir de rapports avec la surface générale : collines qui se groupent en chaînons ou barres, buttes souvent tabulaires coiffées de cuirasses ferrugineuses, reliefs en dômes surbaissés ou au contraire aux flancs escarpés, où la roche saine, affleurante semble « crever la surface du plateau ».

Ce monde des glacis peut être divisé en deux grands ensembles par « une limite remarquable qui court de nord-est en sud-ouest sur plus de 400 km, depuis la Haute Comoé jusqu'entre Sassandra et Bandama inférieurs » (ROUGERIE), donc au-delà de la zone des glacis proprement dit. La différence est d'ordre pétrographique : pays granitique à l'ouest, pays essentiellement schisteux à l'est. Mais ceci n'est qu'une vue schématique simpliste, car dans le détail des bandes schisteuses apparaissent à l'ouest, tandis que des zones granitiques se retrouvent dans l'est. Essayons de caractériser ces deux ensembles.

LE NORD PROPREMENT DIT (II-1)

Entre les derniers éléments de la Dorsale guinéenne et la gouttière schisteuse de la Comoé, des surfaces très aplanies, mollement ondulées, s'abaissent progressivement sur une distance de 350 km, depuis

les cotes de 450 et 400 m près de Boundiali jusqu'à moins de 300 m au sud-est dans la vallée de la moyenne Comoé. Les niveaux atteignant 400 m d'altitude deviennent très rares et se résolvent en étroites lanières dans les parties axiales des interfluves ou soulignent quelques dômes isolés.

Bien que présentant une grande monotonie d'ensemble, les glacis se développent néanmoins avec un certain nombre de nuances grâce à la disposition particulière des formations géologiques (alternance de bandes schisteuses et granitiques d'axe NE-SW) :

— les glacis sur granites (ou migmatites) présentent des formes moins rigides que sur les schistes et des lignes plus fuyantes. Ils sont soit à des altitudes plus élevées et forment alors des points de divergence du réseau hydrographique comme dans le compartiment entre Nzi et Bandama, soit dominés par des dômes cristallins (Korhogo, Niangbo).

— Sur les séries schisteuses, les glacis sont au contraire plus rigides, et relativement déprimés par rapport aux granites environnants. Ils présentent par ailleurs, la plupart du temps, une marche d'escalier avec des buttes cuirassées qui sont l'élément majeur des paysages à l'est de Korhogo ou au nord de Kong.

Quelques reliefs isolés interrompent par place la planité des plateaux, mais sont toujours étroitement localisés à des affleurements de roches particulières :

- dômes cristallins sur granite (Korhogo, Niangbo),
- lignes de collines ou de buttes cuirassées de Siemurgo, de Kasséré, de Sirasso, de Dikodougou, collines de Fétékro).

Enfin une mention spéciale doit être faite de la « guirlande de relief » qui dans la zone entre Comoé et Nzi atteint localement 600 m d'altitude (Monts Gorohoui, alignement de buttes situées au sud-est de Dabakala). Les formes y sont tabulaires, établies sur des roches vertes cuirassées avec des bandes étirées de quartzites.

LE NORD-EST (II-2)

A l'est des Monts Gorohoui, s'établit une grande gouttière schisteuse empruntée par la Comoé et qui s'élargit au nord-ouest de la zone. Autour de Bouna, au nord et à l'est de Bondoukou, c'est au contraire un pays granitique qui s'installe : on y rencontre en fait des formations géologiques alternées qui introduisent un relief plus différencié.

Sur les schistes, et plus particulièrement le long de la frontière voltaïque, des plateaux rigides, cuirassés, cernés de corniches forment la majeure partie du paysage.

Des barres rocheuses, dominant les glacis de 100 à 200 m se moulent exactement sur des alignements N-S de roches vertes (chaîne de Yérélé et de Wabélé près de Ouangofitini à l'ouest, de Téhini au centre). Elles surplombent soit les surfaces rigides des glacis sur schistes, soit les vallées incisées par les affluents de la Comoé.

Au sud, enfin, une écharpe de formations birrimiennes (schistes, roches vertes, quartzites, dolérites), dont la direction n'est pas conforme à l'orientation classique puisqu'elle est NW-SE ou N-S, provoque l'exhaussement important des Monts Boutourou. Là se retrouve une succession de buttes cuirassées dépassant localement 500 m d'altitude.

Autour de Bouna, et au nord et à l'ouest de Bondoukou, ce sont au contraire des plateaux arénacés qui s'installent sur un substratum granitique, à une altitude légèrement supérieure à 300 m.

LA ZONE DE TRANSITION : GLACIS MÉRIDIIONAUX ET MARCHE CENTRALE (III)

Approximativement entre les 8° et 6° parallèles (si l'on excepte la région ouest de Man et du Nimba), se développe une région confuse dans le détail, dont les caractères de glacis sont encore manifestes, bien

que n'ayant plus l'ampleur de ceux du nord. Le trait principal est un abaissement en direction de la mer, plus sensible que dans la zone du nord, comme si les panneaux du socle avaient été « basculés vers le sud » (ROUGERIE) :

— les surfaces restent à peu près tabulaires mais les interfluves s'effilochent et les collines et vallonnements deviennent plus fréquents au fur et à mesure que l'on va vers le sud : les actions érosives d'origine atlantique ne se font pas sentir sur l'ensemble du paysage mais les grands cours d'eau enfoncent leurs vallées dans la surface des plateaux et des éléments de terrasses se multiplient dans ces vallées ;

— les surfaces subhorizontales sont encore dominées par des buttes ou reliefs résiduels (hautes buttes cuirassées comme l'Orumbo-Boka, chapelet de collines du centre et de l'ouest), tout comme les plateaux du nord et façonnées par les mêmes processus d'ablation, mais ces buttes perdent de leur ampleur, et les reliefs individuels disparaissent.

La limite méridionale de cet ensemble correspond à une frange festonnée et dentelée qui se situe aux environs de la courbe des 200 m. En dessous les glacis disparaissent.

Tous ces caractères font de cette région une zone de bas-plateaux et un secteur de transition ; pourtant là aussi des nuances apparaissent : moins sensible à l'ouest et à l'est où une certaine continuité semble de rigueur, le caractère de gradin ou de longues « marches » paraît mieux s'appliquer au centre. Nous réserverons le terme de « glacis méridionaux » pour les bordures ouest et est, et donnerons au centre celui d'une « marche centrale ».

LES GLACIS MÉRIDIONAUX (III-1)

Les glacis de l'ouest (III-11)

La forme en glacis semble la mieux conservée dans l'ouest, et occupe deux zones de part et d'autre du Sassandra :

— le nord de l'interfluve entre Sassandra et Cavally, jusqu'à la latitude de Taï, où prédominent des surfaces granitiques aplanies, gravillonnaires, souvent même arénacées, indiquant des retouches dans le système des glacis.

— le grand interfluve entre Sassandra et Bandama, jusqu'à la latitude d'une ligne passant à peu près par Soubré et Divo. Des glacis aplanis indifféremment établis sur schistes ou sur granites s'abaissent de 300 vers 200 m d'altitude, et couvrent la majeure partie de cette unité ; plusieurs nuances peuvent cependant être dégagées :

— dans la partie nord-est, entre Zuenoula et Bouaflé des bandes schisteuses orientées NE-SW ont permis l'étalement de la Marahoué (Bandama rouge) en une large dépression occupée par une longue série de méandres ;

— dans la partie nord-ouest, une zone plus aplanie et relativement déprimée, avec un ennoyage généralisé, correspond au bassin de la Lobo entre Vavoua et Daloa.

— plus au sud, les surfaces subhorizontales autour de Gagnoa s'abaissent aux environs de 200 m d'altitude, tandis que la région de Divo présente un modelé plus différencié, du fait que l'on arrive à l'extrémité sud de ces glacis, avec début de l'action des fleuves côtiers. Un substratum de roches vertes, prolongeant la guirlande des collines traversant la Côte d'Ivoire en écharpe est souligné par des reliefs tabulaires, cuirassés, assez vigoureux, formant massif près de Hiré-Oumé et au nord-ouest de Divo (Kazo). Ils ne sont en fait que les prolongements de l'Alebouma-Boka et du Kokoumbo-Boka de la zone centrale.

Les glacis de l'est (III-12)*L'interfluve Nzi-Comoé (a)*

Cet interfluve correspond à la plus grande partie de la « boucle du cacao » et est presque entièrement schisteux. Il se présente comme une succession monotone de bas-plateaux (auxquels feront suite plus au sud des plaines vallonnées), dont l'altitude décroît de 350 m au nord à 200 m au sud ; là, les derniers lambeaux disséqués du glacis se terminent en lanières aplanies avec des ressauts cuirassés dominant de larges vallées à profil concave.

Un seul accident notable interrompt ces glacis : il s'agit d'un alignement de collines de schistes, d'orientation structurale NE-SW, s'allongeant sur près de 80 km entre Bongouanou et Daoukro et dont certains pointements dépassent 600 m.

Le long de la limite ouest se place le contact schistes-granites qui sépare la Côte d'Ivoire en deux provinces et est souligné approximativement par la limite forêt-savane (branche orientale de V baoulé). Une série de hauteurs marque l'axe de la bande granitique.

L'Est de la Comoé (b)

Les glacis méridionaux sont moins bien développés dans l'est puisqu'il n'en reste que deux larges bandes de part et d'autre de la Comoé, dans la région d'Ouéllé et entre Bondoukou et Abengourou.

Moins amples, ces lambeaux laissent peut-être une plus grande impression de glacis : ils sont plus rouges, plus cuirassés, plus proches de la surface originelle.

Dans la partie septentrionale, le modelé aplani sur granite s'incline lentement à partir de 400 m d'altitude au sommet de l'interfluve entre la Volta et la Comoé. Entre Tanda et Bondoukou s'élève une série de reliefs importants, pointements isolés ou alignements rocheux cuirassés. Ces hauteurs correspondent à un ensemble complexe de granites intrusifs, et culminent à plus de 700 m dans le massif à l'ouest de Bondoukou. La partie méridionale, aux environs d'Abengourou, repose entièrement sur un substratum de schistes birrimiens, si l'on excepte une amande granitique qui borde le cours du Manzon à l'est. Les lambeaux subhorizontaux des glacis passent progressivement de 300 à 200 m d'altitude et occupent les interfluves en s'amenuisant vers le sud. Ils sont déjà profondément démantelés par les réseaux affluents de la Comoé.

LA « MARCHE » CENTRALE (III-2)

Cette zone correspond à la grande échancrure de savane boisée (généralement à rôniers) ouverte dans la forêt dense comme un coin enfoncé dans la masse de cette dernière. Elle occupe l'interfluve Bandama-Nzi, qu'il est communément admis d'appeler le « V baoulé ».

Les glacis du nord s'abaissent progressivement de 400 m jusque vers moins de 100 m au confluent Nzi-Bandama. Mais, bien que peu nets dans le paysage, des ressauts existent, qui donnent à cet ensemble une allure en longues marches inclinées : c'est du moins l'impression que l'on ressent en prenant la route de Bouaké vers Yamoussoukro.

Un autre trait marquant domine le paysage : l'importance relative des reliefs qui permet de dégager plusieurs unités en relation d'ailleurs avec les formations géologiques. Nous suivrons G. RIOU, lorsqu'il distingue (1) :

- le horst granitique de Bouaké,
- la longue bande granitique, déprimée, qui s'étend de Toumodi vers M'Bahiakro.

(1) RIOU G., 1966.

les bas pays schisteux de l'ouest entre Tiébissou et le Bandama d'une part, ceux de l'est qui bordent le Nzi d'autre part,

- l'ensemble des collines birrimiennes du Yaouré et de Marabadiassa,
- enfin la chaîne qui s'étire du Kokumbo-Boka à Fétékro.

Les pays granitiques (III-21)

Le horst de Bouaké et son prolongement vers le sud (a)

Dans la partie nord, en position centrale, le horst de Bouaké « s'impose dans le paysage par ses formes lourdes, ses plateaux, ses longs versants... il domine les pays alentours de 50 à 100 m par de longues pentes parfois insensibles, parfois bien dégagées comme à l'est au-dessus du pays mi-schisteux, mi-granitique qui s'étend jusqu'à la chaîne de Fétékro » (1). Il est strié par le réseau divergent des affluents du Bandama et du Nzi.

Vers le sud, cette zone se prolonge par une série de hautes surfaces qui sépare elle aussi les eaux du Bandama et du Nzi, et qui s'incline en larges panneaux vers le sud. L'altitude y est pourtant plus faible et les pentes plus douces que dans le horst proprement dit.

La bande Toumodi - M'Bahiakro (b)

Longue bande granitique déprimée, cette unité semble jouer le rôle d'un glacis perpendiculaire à la direction générale. Elle est striée par une série d'affluents du Nzi qui évacuent les eaux de la chaîne centrale.

Les pays schisteux (III-22)

Le massif granitique central est entouré par des formations birrimiennes schisteuses, intrusives, qui donnent des paysages sensiblement différents.

L'Ouest (a)

Il est possible de distinguer deux sous-unités :

— Entre le massif de Yaouré proprement dit et Béoumi, s'étend un pays schisteux où les plateaux cuirassés, les pentes fortes, les versants rectilignes, les bas-fonds plus étroits donnent un modelé beaucoup plus contrasté.

— Au nord-ouest, près de Marabadiassa, le paysage est très voisin du précédent, mais les plateaux cuirassés sont mieux dégagés encore.

L'Est (b)

Ce pays est constitué par la bande Singrobo-M'Bahiakro. Autre grand ensemble schisteux, son modelé ne diffère guère de ceux de l'ouest, et on y retrouve les mêmes systèmes de pente, et quelquefois les mêmes plateaux cuirassés, mais il présente une certaine originalité dès que l'on rencontre la zone forestière : les pentes y sont plus fortes, la cuirasse disparaît pour laisser la place à des sols gravillonnaires.

(1) RIOU G., 1966.

Les collines (III-23)*La « chaîne baoulé » (a)*

La série de reliefs prenant en écharpe une grande partie de la Côte d'Ivoire et que nous avons déjà définie au nord et au sud traverse cet ensemble en diagonale et est parfois désignée ici par le terme de « chaîne baoulé ». Elle correspond à un système peu élevé de rides et de collines dues à un matériel essentiellement schisteux, avec de nombreuses passées de roches vertes et de quartzites. S'étendant du mont Kokumbo au sud-ouest, jusqu'à Fétékro au nord-est, elle épouse parfaitement la direction birrimienne et offre toute une gamme de hauteurs plus ou moins importantes, isolées ou groupées en alignements, parfois assez bien raccordées à la pénélaine, parfois aussi entourées de glacis cuirassés.

Les reliefs tabulaires (b)

« Il faut faire une place particulière aux reliefs tabulaires, témoins des surfaces d'érosion plus anciennes, tels que l'Orumbo-Boka, le mont Dido, le Kokumbo, le Blaffo-Gueto, les principaux sommets du Yaouré. Ils constituent les points culminants du pays baoulé (450-500 m) et dominant puissamment les pays alentours. Une cuirasse massive, épaisse, parfois bauxitique constitue la table supérieure, tantôt horizontale, tantôt inclinée » (RIOU, *op. cité*).

LES BAS-PAYS INTÉRIEURS (IV)

Au sud du 6° parallèle, et plus précisément en-dessous de la ligne marquant les 200 m d'altitude, on entre dans un monde différent, qui échappe à la vieille plateforme africaine : pays de collines, de vallonnements, de mamelonnements où les interfluves sont caractérisés par des plateaux mal élaborés s'élevant entre 150 et 120 m et par des plaines dont le caractère de grande monotonie est encore accentué par le couvert forestier.

Cette zone qui correspond au front d'attaque de l'érosion atlantique est en effet beaucoup moins régulière que les plateaux : c'est un « paysage difficile à appréhender, sans grandes lignes directrices. Tout est flou, mal enlevé, enseveli sous un empâtement d'ensemble » (ROUGERIE).

Deux caractères généraux s'en dégagent : la faible importance des volumes et la présence des eaux stagnantes.

— Les bossellements n'engendrent pas de dénivellations importantes puisque les zones en reliefs ne dominant que rarement de plus de 20 m les zones déprimées. Partout une épaisse couverture d'altérites et de sols empâte un modelé largement ondulé. Les accidents ne sont que des exceptions trouant ce paysage ouaté : rares dômes cristallins comme le Mont Nienokoué dans l'arrière pays de Tabou, les Monts Haglé ou les collines de Céchi, de Binao, de Brafouédi, buttes cuirassées comme l'Angbanou au nord d'Agboville ou le Boka Kpri près d'Aboisso.

— Partout l'eau est présente, sous des aspects divers et souvent de façon temporaire. Mais ces eaux semblent avoir des difficultés à se frayer un chemin, se rassemblant dans des zones marécageuses et déprimées à certaines saisons de l'année, ou empruntant une grande densité de talwegs à sec la plupart du temps. Plus que leur présence, c'est peut-être l'absence d'un organisme de drainage hiérarchisé qui frappe au premier abord, et les grandes rivières semblent traverser cette zone en étranges, le réseau local étant fait de « pièces et de morceaux ».

Ici plus qu'ailleurs, le substratum géologique paraît déterminant : le façonnement différentiel joue à fond, en fonction des variétés de schistes et de granites, et la topographie enregistre ces moindres variations. Ces différences dans le détail se retrouvent à plus grande échelle :

— l'ouest plus granitique présente un paysage où les caractères de confusion sont à leur comble avec des mamelonnements informes et une quasi-absence de réseau hiérarchisé.

— l'est plus schisteux s'ordonne mieux autour d'un chevelu hydrographique plus dense mais aussi plus structuré, ce qui provoque des vallonnements.

L'OUEST (IV-1)

Au sud d'une ligne Taï-Soubré-Lakota-Divo, la plaine essentiellement granitique s'étend sur 250 km de long et 150 km de profondeur en moyenne. Mamelonnée, elle est assez uniforme, confuse, sillonnée de nombreux cours d'eau très ramifiés ; elle s'incline, d'altitudes variant entre 175 et 150 m vers Taï à une altitude de 80 m vers Grabo (le long de la frontière libérienne).

Quelques passées schisteuses aux vallonnements plus accentués apportent des nuances dans le détail, comme par exemple les dépressions drainées par deux tributaires du Cavally : le Hana et la Méno.

Enfin, une lanière de roches vertes relaie les Monts granitiques du Nienokoué (600 m) et se prolonge jusqu'aux abords du Cavally pour séparer cette plaine des petits bassins côtiers.

LE CENTRE ET L'EST (IV-2)

La partie orientale de ces plaines intérieures est plus profonde puisqu'elle atteint parfois près de 200 km. Domaine essentiellement schisteux, elle englobe les pays de la moyenne et basse Comoé, de la moyenne Bia, ainsi que ceux qui se développent depuis une ligne passant un peu au nord du confluent Nzi-Bandama jusqu'à l'arrière pays d'Abidjan.

Les vallées des grands fleuves découpent des interfluves de faible altitude mais très vallonnés en une série de bandes méridiennes (Bandama, Agnéby, Mé, Comoé). Ceux du Bandama et de l'Agnéby sont les plus classiques et les plus monotones, tandis que ceux situés à l'est de la Comoé sont plus nuancés ; en effet le socle schisteux est parsemé de taches granitiques sur lesquelles s'étendent des plateaux aux formes plus adoucies. Mais, par ailleurs, quelques matériaux de type éruptif et d'âge birrimien sont responsables de reliefs accusés (souvent cuirassés) dans les régions d'Ayamé et d'Aboisso. Ces reliefs s'ordonnent suivant quatre barres rocheuses parallèles orientées NE-SW, et séparent de larges couloirs à fond occupés par les schistes.

LA FRANGE LITTORALE (V)

« Les grandes plaines intérieures deviennent rarement plaines littorales » (ROUGERIE). Les raisons en sont sans doute différentes selon que l'on se place à l'ouest d'une part, au centre et à l'est d'autre part :

— à l'ouest, les « seules basses terres qui parviennent à la mer sont d'étroites langues insinuées entre des collines cristallines le long des cours d'eau. Lorsque des plaines de très faible altitude existent dans l'arrière pays, elles y forment des expansions continentales que barrent le long du littoral des lignes de hauteurs » (1). La côte y est essentiellement rocheuse.

— au centre et à l'est, un nouvel élément vient interrompre les pays schisteux : il s'agit de la couverture argilo-sableuse tertiaire du Continental Terminal, tandis que les lagunes doublent une côte sableuse.

L'OUEST (DE TABOU À FRESCO) (V-1)

Le socle en majeure partie granitique parvient jusqu'à la côte en une série de bas plateaux finement disséqués par l'érosion : les fleuves côtiers se fraient des passages difficiles entre des seuils soulignés par

(1) ROUGERIE G., 1964.

des rapides et quelques plaines intérieures remblayées. Ils forment des élargissements en arrière des sables littoraux qui barrent plus ou moins leurs embouchures : c'est typiquement une côte à « limans ». Le reste de la côte est rocheux à l'ouest du Sassandra, plus varié à l'est où alternent des zones rocheuses et des zones sablo-argileuses. Surélevé, bordé d'escarpements plutôt que de falaises vives de Tabou à l'embouchure du Sassandra, ce rebord d'une vingtaine de mètres de commandement est souvent couvert de sols. Les redents et les caps semblent s'appuyer sur des orientations structurales et donnent au tracé de la côte un aspect original.

Cette disposition générale se retrouve avec des nuances de détail dans les diverses subdivisions que l'on peut dégager : la région de Tabou où la côte est plus rocheuse, celle de Grand-Béréby San Pédro où les plaines littorales s'ouvrent plus largement, enfin celle autour de l'embouchure du Sassandra et vers Fresco, où les premiers témoins d'une couverture du Continental Terminal annonce la zone centrale, malgré des falaises encore importantes.

LE CENTRE ET L'EST (V-2)

Au sud du bas pays schisteux, un alignement de bas-plateaux correspond à la nappe de sédiments tertiaires argilo-sableux recouvrant le socle. Ces bas-plateaux s'étagent en deux ensembles, l'un vers 100 m d'altitude, l'autre autour de 40 ou 50 m ; ce dernier semblant d'ailleurs ourler le premier. Ils forment des surfaces horizontales mal drainées, surplombant parfois l'arrière pays schisteux d'un rebord abrupt et festonné ; une véritable inversion de relief s'y produit avec des « reculés » typiques. Au sud, ils se terminent au-dessus des lagunes par une côte souvent élevée, profondément incisée et entaillée par des vallons.

A leurs pieds, les plaines alluviales sont de faible extension et se localisent « autour des lagunes ou sur le cordon littoral qui sépare celui-ci de la mer » (ROUGERIE).

Les pays des lagunes sont « un des éléments du relief les plus caractéristiques de la basse Côte d'Ivoire... (ces lagunes) traduisent un état de choses général, lié d'une part à l'histoire tectonique et de l'autre au rapport de puissance et de transports solides entre les fleuves et la mer » (ROUGERIE) :

— le littoral est faillé transversalement et longitudinalement, ce qui détermine des compartiments de grandes proportions,

— tandis que tout au long de ce littoral la mer apporte beaucoup de sables, les rivières ne sont pas assez puissantes pour les disperser.

Plusieurs grands ensembles lagunaires se retrouvent d'ouest en est :

— ceux séparés par les apports alluviaux du Bandama qui s'étirent sur près de 200 km avec à l'ouest le système complexe de Grand-Lahou et à l'est celui de la lagune Ebrié,

— celui tout aussi important de l'est avec le système Abi-Tendi-Ehi.

— enfin toute une série d'étangs parsemant le reste du pays.

Un cordon littoral isole ces systèmes lagunaires de l'océan, et est constitué de sédiments quaternaires. La rive lagunaire sinueuse, encombrée d'îles et de golfes plus ou moins colmatés avec des marécages et un développement important de la mangrove, s'oppose à une côte maritime sableuse, basse et régularisée.

Comme dans l'ouest des variations locales apparaissent. Ces nuances se placent surtout au niveau des types de rivières débouchant dans les lagunes et construisant des deltas plus ou moins importants. Elles permettent un découpage perpendiculaire au littoral, avec des unités se plaçant autour du Bandama, de l'Agnéby, de la Comoé, et une unité plus frappante encore autour du bassin de la Bia. D'autres nuances sont enfin dues à la plus ou moins grande extension des plaines quaternaires (marais de l'Agnéby par exemple).

2. LES CONDITIONS D'ÉLABORATION

On ne peut nier que les différents éléments du relief, tels qu'ils viennent d'être définis, doivent beaucoup à la structure. Mais chemin faisant nous avons entrevu d'autres facteurs tout aussi importants : d'une part les processus d'évolution géomorphologique en relation avec le climat actuel, d'autre part ceux liés aux oscillations paléoclimatiques.

Ce sont ces différents éléments qu'il nous faut reprendre maintenant afin de préciser les modalités de la naissance et de l'évolution de ces reliefs. Une remarque s'impose cependant. Il serait logique de développer ici les facteurs qui sont à la base de bien des processus morphogénétiques : le climat, les sols, les formations végétales. Nous ne le ferons évidemment pas puisque ces facteurs et aspects du milieu seront traités dans les chapitres suivants. Seules, quelques références fondamentales seront évoquées dans les processus morphogénétiques. Par contre, nous insisterons davantage sur les données structurales qui ne feront pas l'objet de développements ultérieurs.

LE CADRE STRUCTURAL

Nous verrons tout d'abord l'histoire géologique de la Côte d'Ivoire avant de donner une esquisse de la répartition des formations lithologiques.

HISTOIRE GÉOLOGIQUE DE LA CÔTE D'IVOIRE

Ce paragraphe a été entièrement rédigé à partir des conférences de B. TAGINI sur la géologie de la Côte d'Ivoire à la Faculté des Sciences d'Abidjan en 1967, et de l'ouvrage intitulé « Esquisse géotectonique de la Côte d'Ivoire » (1).

« La Côte d'Ivoire appartient à une plateforme ancienne, à la « vieille plateforme » africaine » (2). Son socle (environ 2 000 millions d'années) est très rigide ; sa couverture a presque complètement disparu et « n'est plus représentée que par des formations sédimentaires secondaires et tertiaires » qui constituent un petit bassin bordant le sud de la Côte d'Ivoire sur 30 km de profondeur environ. Entre ces deux formations existe une grande lacune de près de 1 900 millions d'années, avec une seule incursion due au volcanisme qui est réduit aux corps filoniens de dolérite de l'ouest.

Grâce aux mesures d'âge absolu établies par les méthodes Rubidium/Strontium ou Potassium/Argon, on peut distinguer autour d'un vieux noyau situé en Guinée-Libéria et datant de 2 900 à 2 700 millions d'années, une semi-plateforme et une province éburnéenne :

(1) TAGINI B., 1965. Esquisse géotectonique de la Côte d'Ivoire. Rapport n° 107 de la SODEMI, Abidjan, 94 p. ronéo.

(2) B. TAGINI rappelle que les « plateformes s'opposent aux géosynclinaux par les activités tectoniques très faibles. Elles ont surgi au cours de l'évolution de la croûte terrestre sur l'emplacement des formations artériures, d'où l'existence dans toute plateforme de deux étages structuraux :

- le socle plissé, composé d'association de roches formées dans des zones mobiles,
- la couverture, nettement différente du socle, formée durant toute l'histoire de la plateforme ».

La semi-plateforme, semi-rigide (ce qui peut expliquer l'existence des corps filoniens de dolérite) est nettement métamorphique, (pyroxénites, amphibolites, quartzites ferrugineuses du Simandien qui subsistent en petits lambeaux à cause de la granitisation) et très ferrifère (quartzites à magnétites et itabirites).

La province de Man serait un lambeau du vieux socle constitué de granites à hypersthène qui est resté protégé de la migmatisation générale de l'Ouest Africain. Cette région est limitée à l'est par le Sasandra qui constitue le trait structural fondamental de la Côte d'Ivoire (ligne tectonique de 300 km de long avec des mylonites).

La province éburnéenne, mise en place entre 2 030 et 1 830 millions d'années, est caractérisée par une structure rectiligne, linéaire qui constitue de grandes bandes (250 à 300 km de long sur 30 à 50 km de large) de direction générale N-NE/S-SW. Toutes ces bandes se ressemblent et constituent le géosynclinal éburnéen qui se différencie de la semi-plateforme par sa « mobilité ». Cette unité propre au précambrien se divise en intragéosynclinal qui comprend la structure de la bande et en intragéanticlinal qui est compris entre deux bandes. L'intragéosynclinal plus mobile contient des laves, des sédiments, des granites, l'intragéanticlinal plus rigide contient des granites et des migmatites.

— L'intragéosynclinal (I.G.S.) dont la structure est symétrique est formé d'une zone Eugéosynclinale composée de flysch.

Les flysch sont des roches métamorphiques d'origine sédimentaire qui se sont déposées en période de comblement avant d'être mises en relief très doucement. Ils sont constitués de schistes, d'arkoses et de quartzites feldspathiques ; il existe aussi des flysch très grossiers (conglomérats polygéniques).

Les laves sont à l'origine du complexe Volcano-Sédimentaire. C'est un mélange intime de matériel volcanique et sédimentaire qui joue le rôle de zone charnière entre les I.G.S. et les I.G.A. Ce sont les roches vertes bien connues de Côte d'Ivoire auxquelles sont associées des sédiments schisteux, tufacés quartzitiques.

Les flysch des zones miosynclinales sont à l'extérieur des structures volcano-sédimentaires et occupent en particulier le panneau sud-est de la Côte d'Ivoire. Les arkoses et les schistes arkosiques reposent directement sur les granites. Le complexe volcano-sédimentaire est absent.

— l'intragéanticlinal (I.G.A.) constitue l'élément positif du géosynclinal. Les I.G.A. ont conditionné la sédimentation, ils ont pu être à leur tour recouverts par des flysch et ont joué un rôle de serrage.

Les migmatites et les granites de composition calco-alcaline de la plateforme antébirrimienne ont été fissurés et ont été repris par l'orogénie éburnéenne (2 030 à 1 830 millions d'années) au cours de laquelle a eu lieu la granitisation éburnéenne.

On distingue cependant :

- Les granites éburnéens vrais des massifs médians de plateforme, indifférenciés.
- Les granites posttectoniques discordants dans les formations plissées. Ils présentent un léger métamorphisme de contact, les contours sont nets. A l'intérieur les granites sont homogènes, non orientés, les pegmatites sont rares.
- Les granites concordants d'intragéosynclinaux se sont mis en place au milieu du matériel dans lequel on les trouve. Ils sont issus de la transformation d'un matériel préexistant (schistes par exemple). Ils sont très divers et renferment de nombreuses pegmatites.

Dans le sud-ouest de la Côte d'Ivoire se produit un phénomène supplémentaire qui est l'envahissement total par les migmatites.

— En conclusion, l'histoire géologique de la Côte d'Ivoire est assez simple : un noyau cratonique très ancien non rajeuni s'est accru pour donner la zone de semi-plateforme et la zone géosynclinale éburnéenne.

Le cycle géosynclinal est normal, complet (il comprend les laves, les flysch et les granites) et ultime car rien n'est venu le perturber. Le début de la sédimentation des formations de couverture se produit à la fin du crétacé après une très longue lacune (1 900 millions d'années).

ESQUISSE D'UNE RÉPARTITION DES FORMATIONS LITHOLOGIQUES ET PÉTROGRAPHIE

Nous ne développerons pas ce paragraphe qui sera repris plus loin lors de l'étude des sols, dans « les roches et les matériaux originels des sols ». Nous nous contenterons ici de donner une répartition très grossière, en empruntant l'essentiel à l'ouvrage de G. ROUGERIE sur la Côte d'Ivoire (Que sais-je ? n° 1137).

La moitié nord du pays, approximativement celle qui se situe au nord du 8° parallèle et qui correspond aux savanes est très largement cristalline, tandis que la moitié sud, forestière, est à dominante cristalline à l'ouest, schisteuse à l'est.

Des failles ayant entraîné le jeu de compartiments sont sans doute à la base de cette disposition « l'érosion ayant dégagé le tréfonds dans les zones soulevées et respecté la superstructure ailleurs ».

LE NORD

Le nord se présente comme un gigantesque clavier en touches de piano où alternent régulièrement de larges blocs cristallins (granites, gneiss, migmatites) et de minces bandes phylliteuses (schistes passant localement aux flysch et roches vertes, accessoirement migmatites et granites post-tectoniques).

Cinq grands massifs, correspondant « assez exactement aux interfluves entre grands axes de drainage » se succèdent ainsi dans cette zone : « entre la frontière guinéenne et l'axe Bagoé-Marahoué celui d'Odiénné-Boundiali relativement riche en gneiss et migmatites et se différenciant vers le sud en deux faciès originaux, à hypersthène vers Man-Touba, porphyroïde vers Séguéla-Mankono ; jusqu'au Bandama supérieur celui de Korhogo, comportant aussi des migmatites ; jusqu'au Nzi supérieur celui de Ferkéssédougou, exempt de migmatites et constitué du type granite baoulé à deux micas ; jusqu'à la Comoé celui de Dabakala, particulièrement riche en migmatites ; jusqu'à la Volta noire celui de Bouna où, à côté de quelques migmatites, se signalent de petits batholites de granite postectonique de type Bondoukou ».

Par contre-coup, les séries phylliteuses « s'alignent préférentiellement sur les cours d'eau. L'essentiel du matériel est constitué d'un complexe de schistes sériciteux ou chloriteux redressés à la verticale et finement interstratifiés avec des grauwackes ; il est interprété comme un flysch. Associés à lui et assez systématiquement disposés en bordure, des affleurements de roches vertes s'étirent conformément au canevas structural : ce sont, à des degrés divers, des roches volcaniques basiques ou neutres ultérieurement métamorphosées... ».

L'OUEST

Comme le nord, l'ouest est un pays essentiellement granitique, mais la disposition en clavier n'existe plus : « les systèmes phylliteux sont présents mais ils ne soulignent pas une division du pays en compartiments cristallins, ils s'étirent, beaucoup plus dispersés, sur le contexte granitique, en minces bandes ou écharpes qui flottent çà et là : ainsi les rubans filiformes de la moyenne Sassandra, de Vavoua, de Tabou et de Gagnoa, les larges affleurements de Grabo à Issia, d'Hiré à Fettekro, ou l'ample ensemble du Yaouré, au nord de Bouaffé ».

LE SUD

« Au sud du 8° parallèle, la bande de flysch de la Comoé supérieure se poursuit en direction du sud ouest par la grande diagonale formant charnière entre basse Côte d'Ivoire granitique et basse Côte d'Ivoire schisteuse. Dans l'une comme dans l'autre, les orientations structurales s'incurvent... ».

L'EST

La province orientale semble beaucoup plus simple « Ici la superstructure schisteuse occupe presque toute la place. Elle est simplement crevée, çà et là, essentiellement dans la région d'Agboville à Abengourou, par les pointements de granites à biotite ou à deux micas, conformes à la structure et souvent cernés d'une auréole métamorphique de micaschistes ».

LES PROCESSUS MORPHOGÉNÉTIQUES

PLACE DE LA CÔTE D'IVOIRE DANS LE MONDE INTERTROPICAL

CARACTÈRES GÉNÉRAUX

La situation de la Côte d'Ivoire sur le globe en fait un pays de la zone intertropicale, c'est-à-dire de la zone chaude et humide. C'est là une caractéristique essentielle, tout aussi importante que celle de son appartenance à un pays du socle : les processus morphogénétiques revêtent des aspects originaux, en fonction de cette chaleur et de cette humidité et par l'intermédiaire des conséquences biologiques qu'entraînent ces conditions.

Décrire la morphogenèse en Côte d'Ivoire reviendrait donc à reprendre en détail l'ensemble des processus caractéristiques de cette zone. Nous renvoyons pour cela à des manuels de base comme ceux de P. BIROT ⁽¹⁾, de J. TRICART et A. CAILLEUX ⁽²⁾, ainsi qu'à la thèse de G. ROUGERIE ⁽³⁾ pour le domaine forestier ; nous ne rappelons ici que quelques-unes des grandes lignes applicables à la Côte d'Ivoire.

CONDITIONS CLIMATIQUES

Comme pour l'ensemble de la zone chaude, si la chaleur est le point commun, l'humidité intervient en Côte d'Ivoire pour apporter des subdivisions dont rendent bien compte les types de régimes définis par Ch. PEGUY :

— Régime équatorial de transition, avec une de ses variétés (type Kinsasha, ex Léopoldville) largement représentée en Côte d'Ivoire et caractérisée par la persistance d'un minimum secondaire encore bien marqué qui reçoit moins de précipitations que le douzième annuel. Par exemple Abidjan (total 1 983 mm) ⁽⁴⁾ a une petite saison sèche bien marquée (septembre 59,2 mm, août 44,1 mm) et une grande saison sèche également nette (décembre 66,6 mm, janvier 28,7 mm, février 64 mm).

(1) BIROT P., 1965. Géographie physique générale de la zone intertropicale cours CDU, 5 place de la Sorbonne, Paris, 290 p..

(2) TRICART J., CAILLEUX A., 1965, (très nombreux exemples pris en Côte d'Ivoire).

(3) ROUGERIE G., 1960.

(4) Tous les chiffres cités proviennent des données de l'ASECNA et sont la moyenne calculée sur 10 ans (1959-1968 inclus), sauf pour Touba 27 ans, et Grabo 19 ans (chiffres arrêtés en 1965).

Toutes les transitions existent avec le climat équatorial pur (succession dans l'année de 4 saisons avec deux saisons des pluies séparées par une petite saison sèche et une grande saison sèche). Le sud-ouest marque bien ces transitions. Tabou (total 2 190,3 mm) a une petite saison sèche peu marquée (août 109,6 mm) et une grande saison sèche de trois mois (janvier 61,2 mm, février 39,4 mm, mars 72,4 mm). Grabo (total 2 330 mm) possède une petite saison sèche plus accusée, (juillet 80 mm), tandis que la grande saison sèche s'atténue (janvier 97 mm, février 101 mm). Enfin, à Sassandra (total 1 818,8 mm) les deux saisons sèches s'accroissent (août 22,5 mm, septembre 44,0 mm, octobre 89,5 mm et décembre 87,6, janvier 21,9, février 23,7, mars 51,3 mm).

— Régimes tropicaux caractérisés par l'alternance d'une saison humide et d'une saison sèche :

- régime tropical uniformisé comme à Man (Total 1 717,5 mm) où la saison sèche occupe les mois de novembre 54,4, décembre 17,7 mm, janvier 10,0 mm, février 42,4 mm).
- régime tropical à long hivernage où la saison sèche s'accroît, par exemple vers Touba (total 1 351 mm), avec un maximum secondaire peu marqué (juin 267 mm) mais une longue saison sèche de 5 mois (novembre 39 mm, décembre 15 mm, janvier 12 mm, février 33 mm, mars 67 mm).
- régime tropical à court hivernage, caractérisé à la fois par des totaux pluviométriques plus faibles, et une saison sèche plus longue et plus accentuée. Ce régime est esquissé dans le nord par Ferkessedougou (total 1 350 mm) avec pour octobre 94,9 mm, novembre 22,5 mm, décembre 8,8 mm, janvier 0,6 mm, février 11,1 mm, mars 44,5 mm).

CONSÉQUENCES DE LA CHALEUR ET DE L'HUMIDITÉ

Les types de processus

Les effets immédiats de la chaleur et de l'humidité sont d'influencer fortement les processus de nature chimique et les mécanismes biochimiques. Ces thèmes ont été largement développés par J. TRICART et A. CAILLEUX d'une part, par G. ROUGERIE d'autre part, dans les ouvrages cités plus haut. Il en résulte que le modelé tropical humide (subéquatorial) est le domaine par excellence de l'altération chimique, « facteur qui prend le pas de manière écrasante sur tous les autres processus d'érosion » (« ROUGERIE »).

Les agents de façonnement du relief ne travaillent pas sur les roches mais sur les altérites et les sols : « plus particulièrement en milieu humide, l'un des traits des paysages intertropicaux est la rareté des affleurements rocheux. En forêt, il faut rechercher les rapides des rivières pour trouver un banc de roche en place. En savane même, de grandes étendues ne montrent que des formations d'altération avec par endroit quelques blocs résiduels, plus ou moins déplacés » (TRICART J., CAILLEUX A.).

La primauté d'un facteur, à savoir le manteau d'altération est donc indéniable : « plus que tout autre, ce milieu offre en donnée première à la morphogenèse un puissant manteau d'altération, à la fois comme pâte à modeler pour l'érosion et comme élément vivant, naissant et évoluant en même temps que s'exerce l'érosion. La phase pédogénétique, certes, est bien la préparation du matériel primordial livré à la morphogenèse, mais il faut bien considérer qu'il n'y a pas antécédence, mais concurrence des deux genèses » (ROUGERIE).

Le processus évolue plus ou moins en cercle vicieux : l'altération profonde donne un épais manteau qui joue à son tour le rôle d'une éponge, qui permet une poursuite plus intense de l'altération. Il faut cependant faire une place à part à l'eau parmi les agents pédogénétiques et morphogénétiques. Certes la chaleur, l'air du sol, la végétation et surtout les surfaces subhorizontales si bien développées en Côte d'Ivoire ont un rôle à jouer, mais l'eau est l'élément essentiel, car comme le dit G. ROUGERIE « sans eau, pas d'altération des roches ».

L'importance de l'eau

C'est l'eau « qui assure l'hydrolyse des minéraux, les mises en solution, les exportations ou les déplacements des produits, les accumulations et les déperditions, c'est elle qui par gonflement des minéraux attaqués entraîne la dissociation des roches » (ROUGERIE).

Mais cette eau a besoin d'un contact prolongé et intime pour pourrir la roche, c'est-à-dire que le détrempage est une condition essentielle des altérations poussées. Généralement bien réalisée sous forêt humide, cette condition se retrouve jusqu'en milieu tropical sec, dans le nord de la Côte d'Ivoire, dans les dépressions où l'eau se rassemble et persiste une bonne partie de l'année.

C'est aussi, pour une part importante, l'eau qui est responsable de différences dans les migrations d'oxydes de fer en forêt et en savane. Sous forêt, l'abondante humidité, et en particulier l'engorgement des horizons profonds peut favoriser le départ des sesquioxides qui persistent cependant dans les horizons supérieurs. En savane, au contraire, le sol se dessèche saisonnièrement et les migrations s'arrêtent, faisant place à une précipitation des hydroxydes au moins dans des sites favorables, ce qui explique en particulier un des aspects du cuirassement.

C'est l'eau enfin qui détermine en grande partie le type d'altération argileuse, si importante dans le comportement géomorphologique des roches et là encore des différences apparaissent entre climat humide et climat plus sec.

Cette eau est donc une eau qui imbibe, et qui n'est pas restituée immédiatement aux organes de drainage, du moins pour une partie importante de la Côte d'Ivoire, celle qui appartient au modelé tropical humide.

La résultante : mollesse des formes

Les traits caractéristiques qui sont la mollesse des formes, la confusion dans la distribution des croupes et dans le drainage, s'expliquent par le comportement de cette eau. Nous suivons en cela G. ROUGERIE :

— dans les bassins supérieurs, il y a une énorme disproportion entre les charges latentes au bord des marigots et la minime capacité de ces derniers. D'où la confusion, l'inorganisation, les zones marécageuses, les talwegs aveuglés ou morts.

— dans les zones granitiques, la convexité des versants est liée à des phénomènes d'ordre pédogénétiques et hydrauliques. Le manteau des produits d'altération peut grossièrement se diviser en trois zones :

- au sommet, le lessivage des éléments argileux crée un horizon sableux, moins cohérent.
- au centre, la concentration des argiles et des hydroxydes assure l'existence d'un milieu cohérent,
- à la base, l'horizon de départ est une zone fortement sableuse et peu cohérente.

En saison des pluies, le drainage étant défectueux, l'eau inonde les dépressions et vallées ; « tandis que le sommet des versants peu cohérents s'émousse, l'eau épanchée sape leur base par abattage des matériaux peu cohérents des horizons de départ. A mi-pente, la zone cohérente de concentration peut supporter des inclinaisons plus fortes et assure la convexité ».

— en pays non granitiques (basiques ou schisteux), la pauvreté en quartz et la puissance de concentration donnent des profils plus homogènes sur toute leur profondeur, et plus cohérents. Les versants sont plus raides, ou concaves.

— enfin les amples vallées à fond plat et à versants abrupts de l'aval « semblent explicables par des processus identiques plutôt que par un recul des versants en rapport avec la dissolution. Les vastes planchers

des vallées sont dus à l'étalement d'une bonne part de la charge arrachée aux versants par abattage ». G. ROUGERIE fournit enfin une conclusion assez convaincante :

« on pourrait parler d'un ennoyage subéquatorial des formes sous leurs propres produits (meubles et fins) de décomposition et *pro parte* sous des apports plus colluviaux qu'alluviaux étalés par creeping ou solifluxion et qui restent accumulés par la suite de la déficience du drainage ».

IMPORTANCE DES FACTEURS « ROCHE » ET « TOPOGRAPHIE »

Les roches et l'altération

Il paraît évident que les mécanismes s'exercent de manière différente en fonction des types de roches ce qui provoque en définitive les phénomènes d'érosion différentielle. Mais, comme le rappellent TRICART et CAILLEUX (*op. cit.*), ce relief d'érosion différentielle n'est pas toujours net dans le paysage des régions chaudes « par suite de l'importance de l'altération qui fait généralement disparaître la roche en place sous une épaisseur de plusieurs mètres de produits meubles. Une sorte de ouatage du modelé en résulte et on peut comparer les différences entre le modelé d'une région chaude suffisamment humide et celui d'une région semi-aride, à celles qu'introduit dans un paysage une couverture de neige d'épaisseur moyenne. Bien entendu, les effets de ce ouatage varient suivant les subdivisions morphoclimatiques de la zone chaude, en fonction des conditions plus ou moins favorables offertes à l'altération ».

Deux facteurs importants interviennent : la nature pétrographique et la texture des roches.

a Nature de la roche

L'importance de la nature de la roche est liée à la quantité d'argile que cette roche est susceptible de libérer, ce qui se répercute sur les caractéristiques des altérites ; ces dernières commandent à leur tour les conditions d'infiltration de l'eau (donc d'imbibition) et les processus d'érosion (ruissellement, reptation).

Mais la nature de la roche détermine aussi d'autres phénomènes : « il est reconnu que les phénomènes de ferruginisation sont plus intenses sur roches mélanocrates et ceux d'arénisation essentiels sur roches leucocrates » (ROUGERIE).

b Texture de la roche

J. PRUNET ⁽¹⁾ est en Côte d'Ivoire « l'un des auteurs qui a le plus souligné le jeu de ce facteur, il n'hésite pas à écrire qu'il se constitue un véritable relief souterrain en rapport avec l'altération des zones de moindre résistance ». Les observations de G. ROUGERIE ⁽²⁾ confirment l'importance de ces conditions de texture dans les granites : « Sur la falaise littorale à Sassandra, le cristallin se présente sous un remarquable aspect réticulé de blocs encore sains enserrés dans des mailles de produits d'altération développés à la faveur des diaclases. Le processus aboutit, dans des ravins à Danané, à l'isolement total des boules rocheuses enveloppées d'écailles concentriques de roche pourrie et noyées dans un sol déjà profondément évolué. A l'extrême, ces boules elles-mêmes finissent par s'altérer et se présentent comme des fragments aberrants de « zone de départ » au sein d'horizons d'accumulation (entre Abidjan et Tiassalé par exemple) ».

(1) PRUNET J., 1949. Hydrogéologie et captage des eaux souterraines en Côte d'Ivoire. Bull. Dir. Mines AOF, 2, Dakar.

(2) ROUGERIE, 1960, *op. cit.*, p. 151. Pour plus de précisions nous renvoyons par ailleurs aux pages 138 et suivantes de cet ouvrage (les ensembles rocheux éburnéens et les conditions de l'altération normale).

La topographie

Dès qu'un certain relief apparaît, disons pour simplifier, un sommet de colline plus ou moins étendu, un versant et un bas fond, l'évolution géomorphologique tend à se différencier, et en même temps à diversifier les types de pédogenèse. Il est fréquent en Côte d'Ivoire, de trouver « qu'un parallélisme assez rigoureux s'établit presque toujours entre couleurs et éléments du relief : rouge sur les sommets, jaune sur les pentes, blanchâtre dans les fonds » (ROUGERIE, thèse). Ces différences de couleur représentent en fait une évolution différente :

— sur les sommets prédominent les processus illuviaux puisque l'érosion y est moindre et les sols se développent plus profondément ou subsistent de périodes antérieures : « ils pourraient être tenus pour les plus représentatifs du type d'altération lié aux données climatiques locales, mais ils correspondent souvent à la somme des paléopédogenèses ».

— sur les pentes, les processus d'érosion l'emportent et les sols sont tronqués par le haut, ne serait-ce que par simple reptation ou colluvionnement : « le résultat est souvent une pédogenèse inachevée » (ROUGERIE) ; nous dirions plutôt un perpétuel recommencement sans que les conditions climatiques changent.

— dans le bas fonds, les actions mécaniques viennent se superposer aux actions physico-chimiques, tandis qu'un facteur devient déterminant dans l'évolution des sols : la présence de l'eau.

Cette notion de catena maintenant utilisée couramment par les pédologues ne doit cependant pas l'être dans le seul sens d'une catena topographique, mais plutôt dans celui d'une « catena d'évolution géomorphologique différentielle, due à la topographie ».

PROCESSUS PARTICULIERS A LA FORÊT ET A LA SAVANE : LA DYNAMIQUE ACTUELLE

Les deux milieux particuliers que constituent la forêt et la savane, présentent des conditions géomorphologiques différentes qu'il nous faut maintenant synthétiser.

PROCESSUS EN FORÊT

Les processus sont liés à la profonde personnalité du domaine forestier : « il existe des arbres dans d'autres horizons africains, les régions soudanaises sont souvent fortement arbustives ou arborées, mais le monde végétal n'y domine pas impérieusement le paysage, il l'orne ; ce n'est pas un monde clos : on ne pénètre pas en savane, quelque aborée qu'elle soit » (ROUGERIE, thèse).

Le rôle d'écran joué par la forêt

« C'est la forêt qui est à l'origine de bien des aspects originaux de la zone intertropicale humide. Elle crée un micromilieu particulier à la surface du sol, bien différent de celui qui, dans les mêmes régions, existe à la surface du sol nu. C'est pourquoi la destruction de la forêt modifie radicalement l'équilibre pédogénétique et morphogénétique (1).

La forêt est en effet un « puissant écran, un véritable filtre climatique », mais elle joue aussi le rôle d'écran pour les eaux de pluie, et semble avoir un rôle « régulateur, atténuant les conséquences immédiates des chutes de pluies » (ROUGERIE).

(1) TRICART J., 1961. Caractéristiques fondamentales du système morphogénétique des pays tropicaux humides, *Information Géographique*, T. XXV, pp. 155-169.

a *Forêt, écran climatique*

La végétation forestière constitue un écran très efficace qui se place entre l'atmosphère et la surface du sol, et qui modifie ainsi le phénomène de météorisation : « le climat géomorphologique est ainsi un véritable climat original, un bioclimat » (1).

Un des premiers résultats de cet écran est la modification de l'état hygrométrique de l'air. P. CACHAN (2) a montré sur le Centre ORSTOM d'Adiopodoumé et dans la forêt du Banco près d'Abidjan, que l'humidité relative restait voisine de 90 % sous forêt, alors qu'elle n'était plus que de 70 % au sommet des arbres par beau temps. Cette humidité constante « dans l'atmosphère feutrée du sous-bois » (2) permet au sol de ne pas se dessécher, et entretient l'altération. Mais il y a aussi une modification des variations de température au sol et dans le sol. G. AUBERT (3) cite les chiffres suivants recueillis à Kiendi, près de Bondoukou dans une région de limite forêt-savane :

| | 8 h 30 | 10 h 30 | 12 h 30 | 14 h 30 |
|----------------------|--------|---------|---------|---------|
| Sous cuirasse nue | 29° 8 | 44° 3 | 52° 4 | 43° 2 |
| Sous couvert herbacé | 27° 4 | 37° 4 | 40° 6 | 36° 8 |
| Sous forêt | 25° | 26° 8 | 28° 8 | 28° 2 |

L'amplitude maximale (entre 8 h 30 et 12 h 30) est ainsi de 13° 2 sous savane alors qu'elle n'est que de 3° 8 sous forêt. Là encore cette régularité, sous forêt, permet le développement constant des processus d'altération.

b *Forêt, écran pour les eaux de pluie*

L'écran forestier est le « premier obstacle que rencontre la pluie dans sa chute vers le sol. Les feuilles brisent d'abord l'énergie cinétique des gouttes ; à vrai dire elles la transforment, au bout de très peu de temps on a affaire à de très grosses gouttes, sinon à des filets, qui tombent d'une voûte de 15 à 30 m de hauteur, au lieu de gouttes plus fines venues de nuages situés à quelques centaines de mètres. Mais les voûtes jouent un autre rôle comme écran à la pluie : elles retiennent une certaine quantité qui peut s'évaporer directement » (4).

Ces observations sont confirmées par les mesures faites par P. CACHAN (5) à Adiopodoumé et au Banco. La pluviosité au sol est comprise entre 50 et 95 % de celle du sommet des grands arbres. Evidemment les pluies violentes et durables sont moins affectées que les pluies fines et courtes : il y a ainsi « exagération de l'irrégularité des pluies du fait d'un filtrage inégal des précipitations » (TRICART J., CAILLEUX A.).

Mais G. ROUGERIE insiste sur un deuxième aspect non négligeable : après les pluies, l'eau qui ruisselle encore le long des troncs et qui s'égoutte de la voûte, prolonge le rôle de la pluie et favorise l'infiltration.

« Les conditions microclimatiques du sous-bois orientent les processus morphogénétiques vers la prédominance des actions biochimiques. Les mécanismes physiques sont inhibés par la faible ampleur des variations de température et d'humidité » (6). Ces quelques mots définissent les caractères généraux

(1) TRICART J., CAILLEUX A., 1965.

(2) CACHAN P., 1960, l'étude des microclimats et de l'écologie de la forêt sempervirente de Côte d'Ivoire, Centre ORSTOM d'Adiopodoumé, ronéo Lop.

(3) AUBERT G., 1960, Influence de la végétation sur le sol en zone tropicale humide et semi-humide, in : Rapport du sol et de la végétation, 1^{er} Colloque de la Société botanique de France, Paris 13 juin 1954, pp. 11-21, Masson et Cie éd.

(4) ROUGERIE, 1960, p. 195.

(5) CACHAN P., op. cité.

(6) TRICART J., caractéristiques fondamentales du système morphogénétique des pays tropicaux humides, op. cité.

de l'évolution sous forêt, et expliquent en définitive l'importance des phénomènes d'altération chimique. Nous n'insisterons pas longuement sur les processus engendrant cette altération, renvoyant pour cela à la thèse de G. ROUGERIE et aux ouvrages de base de J. TRICART et A. CAILLEUX, ou de P. BIROT :

- Fourniture, mais aussi rapide décomposition de la matière organique.
- Persistance d'une certaine teneur en humus favorisant l'infiltration (structure favorable, porosité des agrégats, etc.).
- Conservation d'une humidité suffisante en surface, mais aussi horizon sous-jacent où de fortes variations hydriques peuvent se produire (horizon de concrétionnement).
- Lenteur du développement des altérites, mais aussi leur protection par la forêt, etc.

Il nous semble cependant important de préciser le sens dans lequel se fait cette altération, en reprenant les explications de G. ROUGERIE (thèse) : « l'altération chimique ne doit pas être confondue avec la dissolution. Cette action d'altération joue sur des réactions, se traduit par des transformations, pas forcément par des soustractions. Des substances peuvent être déplacées au cours des processus chimiques, on n'a pas le droit de postuler leur disparition. L'expression juste est celle « d'altération chimique » et c'est la pédogenèse. Que cette altération soit extraordinairement profonde, primordiale au point d'orienter toute la morphogenèse, c'est là notre thèse ; mais nous nous sommes toujours refusé à la confondre avec une perte généralisée de substance ».

Les processus mécaniques

Si « les processus chimiques, plus intenses, sont à l'avant garde et façonnent un contact entre altérites et roches saines, à des profondeurs de plusieurs dizaines de mètres, parfois plus d'une centaine » (TRICART *op. cit.*), les processus mécaniques « ne s'exercent que superficiellement dans les sols et produits d'altération ». Ces processus mécaniques n'en revêtent pas moins une relative importance. Là encore, il faut partir des conditions d'accès de l'eau au sol.

a. Arrivée de l'eau sur le sol forestier

Nous avons vu précédemment que l'écran forestier modifiait l'arrivée de l'eau sur le sol. Ces modifications entraînent certaines formes d'érosion ; en effet :

— les gouttes tombant des arbres sont souvent plus grosses que celles provenant directement de la pluie, et leur nocivité est accentuée d'une part par l'effet « splash », d'autre part par leur concentration au même endroit.

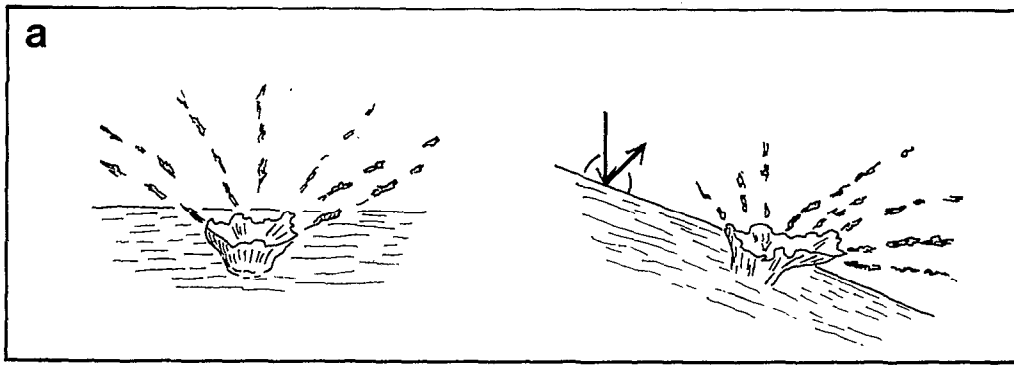
— le ruissellement le long des troncs, s'il a été souvent exagéré, n'en est pas moins une réalité. Il concentre les eaux en des drains qui profitent au sol des systèmes racinaires.

— Enfin, le retard dû au « ressuyage » de la voûte forestière, permet à une quantité importante d'eau d'être étalée dans le temps : il en résulte une augmentation de l'infiltration qui se produit au détriment du ruissellement.

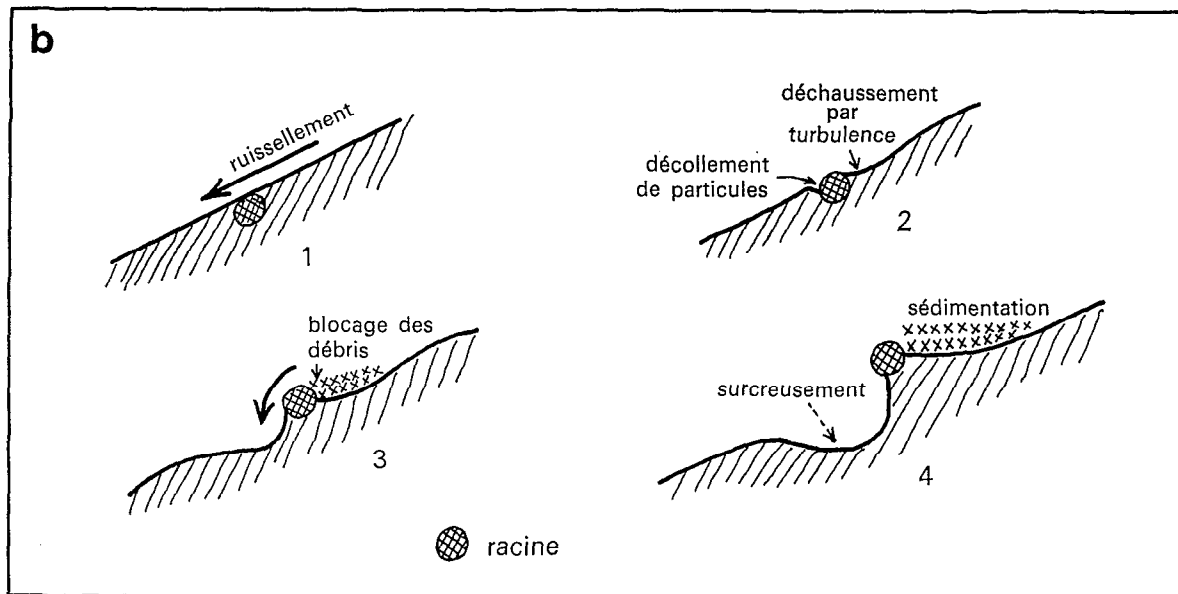
b. Types de ruissellement

Il a paru très longtemps étonnant de parler de ruissellement en forêt, car les études trop théoriques ont négligé la réalité : « un sous-bois de forêt tropicale humide n'est pas un sous-bois tempéré ; le sol est libre, et plus la forêt est dense, et plus il est dégagé » (ROUGERIE, thèse).

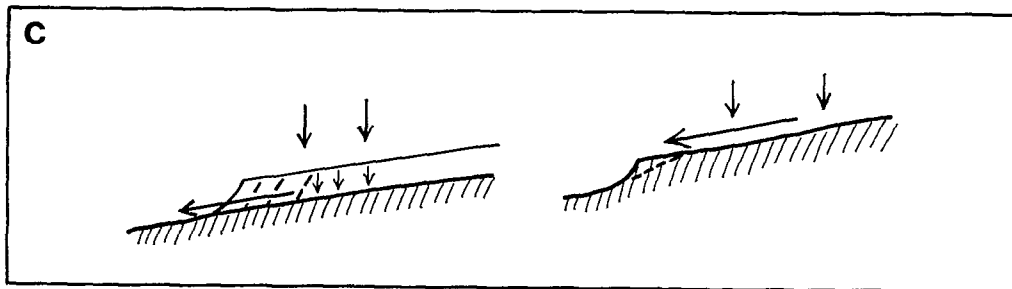
Il a fallu les patientes observations de G. ROUGERIE pour montrer que le phénomène existait et qu'il était général dans les forêts de Côte d'Ivoire. Ruissellement diffus et ruissellement concentré ont été largement décrits dans son ouvrage sur le façonnement actuel des modelés en Côte d'Ivoire forestière.



a. Rejaillissements aux points d'impact.



b. Création de marches au niveau des racines.



c. Ruissellement sur sol arénacé (à gauche) et sur sol finement texturé (à droite).

FIG. 3. — Processus mécaniques en forêt (d'après G. ROUGERIE - 1960).

c. Impact des gouttes et reptation

L'impact des gouttes a lui aussi été suffisamment décrit dans l'ouvrage cité (fig. 3a).

La reptation semble par contre prendre d'autres formes que celles décrites par ROUGERIE. S'il existe effectivement une reptation due à la saturation d'une couche superficielle du sol qui devient liquide localement et qui entraîne des microdécollements, il semble qu'il y ait aussi une reptation due au gonflement de la base de la zone 1 des altérites, par exemple dans les argiles marbrées, comme l'admet N. LENEUF (1) en Côte d'Ivoire : « comme tout changement de volume, il a nécessairement pour résultante, une migration vers l'aval, exactement comme les gonflements du sol sous l'effet du gel. C'est ce qui explique les aspects de convergence entre solifluxion périglaciaire et cette variété de solifluxion tropicale (TRICART, CAILLEUX, *op. cité*). Dans certains cas ce phénomène peut expliquer la formation d'une stone-line.

Enfin, il ne faut pas négliger le rôle des animaux fousseurs. TRICART en décrit un des aspects sur les sables du Continental Terminal près d'Abidjan (Modèle des régions chaudes pp. 176-177).

d. Mouvements de masse et glissements

C'est encore à ROUGERIE que nous renverrons pour les actions liées à la masse du matériau d'altération (thèse pp. 312-330). Après avoir replacé ces mouvements à leur juste place, qui se traduit en Côte d'Ivoire forestière, par une moins grande extension du phénomène par rapport à ce qu'il pourrait être théoriquement ; G. ROUGERIE en décrit les modalités et les limites exactes.

PROCESSUS EN SAVANE

La place de la savane

En règle générale, la savane est très mal considérée par les Phytogéographes : elle forme accroc dans la parure arborée de la planète, et comme telle ne devrait son existence qu'à un accident (2). Pour la plupart des botanistes, c'est la conséquence des méfaits humains. Bien que nous ne puissions entièrement souscrire à cette thèse, nous ne discuterons pas ici du caractère naturel ou artificiel de la savane et de son origine, renvoyant pour cela à une autre publication (3). Nous devons seulement constater que le monde des savanes est « le plus vaste paysage végétal de l'Afrique de l'ouest, barrant le bloc d'ouest en est sur une largeur de 800 km entre les 13 - 15° parallèles et les 7 - 8°, localement jusqu'au 5° » (2) et que les processus morphogénétiques y sont différents de ceux rencontrés en forêt. Partie intégrante de ce bloc, dans sa limite sud, les savanes de Côte d'Ivoire offrent ainsi un paysage dont il faut tenir compte pour les processus d'évolution géomorphologique.

Les processus morphogénétiques en savane

Le comportement géomorphologique particulier de la savane est fortement lié aux conditions climatiques qui elles-mêmes déterminent en grande partie la présence de cette savane. Divers facteurs sont à l'origine de ce comportement.

(1) N. LENEUF, 1959.

(2) ROUGERIE, 1960, p. 68.

(3) AVENARD J.-M. Réflexions sur l'état de la recherche concernant les contacts forêts-savanes. Initiations Documentations Techniques n° 14. ORSTOM, Paris.

a. *faiblesse de l'écran végétal*

La faiblesse de l'écran végétal entraîne deux conséquences :

— la première est la protection médiocre du sol contre les variations de température et le ruissellement. Ni les arbres isolés, ni les plus hautes herbes ne peuvent constituer un écran suffisant : ils n'ont guère de rôle géomorphologique. Seules, leurs racines généralement plus profondes que celles des arbres de forêt, favorisent le concrétionnement par suite d'une plus grande dessiccation du sol. Evidemment cette protection varie en fonction de la physionomie : les savanes boisées ont un rôle plus important que les savanes nues.

— la seconde conséquence est la protection inégale et irrégulière offerte par la savane :

- l'aspect en touffes des graminées laisse une partie du sol à nu, où le ruissellement peut se développer sans entraves : le phénomène tend d'ailleurs à s'accroître de lui-même par l'érosion différentielle qu'il provoque. Nous avons souvent constaté ce type d'évolution dans le nord-ouest de la Côte d'Ivoire.

- les variations saisonnières du métabolisme ont une importance considérable, puisque les « couvertures végétales jouent un rôle d'écran très différent suivant les saisons » (TRICART J., CAILLEUX A.). La densité de la couverture végétale de l'hivernage étale les précipitations, et le coefficient de ruissellement diminue. « L'écoulement est également ralenti et le décalage entre les averses et les crues augmente, ce qui indique un effet de freinage par la couverture végétale, peut-être aussi un écoulement hypodermique supérieur. Tels sont les résultats obtenus par l'ORSTOM dans une série de petits bassins expérimentaux et qui sont communs aux régions de forêts mésophiles des environs de Man et de savane au nord de la Côte d'Ivoire (Ferkéssédougou) » (TRICART J., CAILLEUX A.).

Par contre, dès la fin de l'hivernage, le sol se dessèche, les feuilles tombent, les herbes sèchent et sont la proie du feu. C'est l'époque des plus fortes variations de température, et la végétation n'arrive guère à les atténuer. Ces caractères s'accroissent au fur et à mesure que l'on avance dans la saison sèche. Enfin les premières averses de la saison des pluies suivante arrivent sur un sol très peu protégé : « une véritable crise morphogénétique saisonnière correspond au début des pluies : le sol, desséché, protégé au minimum, est particulièrement apte au ruissellement ; ensuite, se mouillant peu à peu, il est soumis à une importante variation d'humidité ».

b. *importance du cuirassement*

Les fortes oscillations saisonnières sont à l'origine d'un mécanisme original : le cuirassement. Ce dernier, en retour, détermine une évolution particulière : « les cuirasses ont par leur genèse une signification géomorphologique précieuse. Mais elles constituent aussi un matériau qu'attaque l'érosion » (TRICART, CAILLEUX). Développer ce point nous entraînerait cependant trop loin, puisqu'il faudrait reprendre tant les mécanismes de formation des cuirasses que leurs caractéristiques. Nous renvoyons donc aux ouvrages de base.

c. *rôle des termites*

Les termites par leur action de brassage du sol interviennent de plusieurs manières dans l'évolution géomorphologique :

— ils construisent un véritable micro-relief chaotique, qui par la suite, lors de l'abandon de la termitière, est le siège du ruissellement réétalant le matériel.

— ils modifient localement la pédogenèse, en particulier en remontant les argiles des horizons profonds du sol.

— ces plages argileuses sont ensuite un milieu favorable où des bosquets d'arbres peuvent s'installer, modifiant ainsi les conditions de la morphogénèse.

— ils ont un rôle important dans l'évolution des cuirasses, etc.

En Côte d'Ivoire où peu d'études ont été faites sur ce sujet, le phénomène existe, et les témoins ne manquent pas pour qui parcourt les savanes éburnéennes, mais il est difficile de lui donner son importance exacte : il semble lié plus précisément aux zones de contact forêt-savane, en particulier dans le « V baoulé », mais se retrouve aussi dans les zones du nord, d'Odienné à Ferkéssédougou.

Erosion et évolution du relief

a. *Le ruissellement*

Les conditions offertes dans les zones de savane ont pour effet de faciliter le ruissellement ; celui-ci est surtout actif au début de l'hivernage comme nous l'avons déjà signalé, mais il dépend en grande partie des formations superficielles sur lesquelles il s'exerce ; d'autre part la rapide décomposition de l'humus et la mauvaise structure des sols de savane le renforcent ; enfin et surtout, il s'appuie sur des averses violentes (intensité supérieure à 20 mm). Par exemple, les études effectuées par l'ORSTOM dans le nord de la Côte d'Ivoire sur le bassin de la Flakoho (région de Kerkéssédougou) ont montré que des averses de 90-100 mm fournissent un ruissellement de 20 - 25 %.

Ce ruissellement prend plusieurs aspects en fonction de la topographie comme l'a montré J. TRICART dans la région de Bouna :

— au sommet des interfluves, « une zone de ruissellement diffus, commençant par des mares coalescentes lors des fortes averses, puis passant à un balayage en nappe ruisselante. Généralement il y a concentration en surface des quartz et des gravillons ferrugineux qui sont difficilement déplacés. Les pentes sont caractérisées par une ample convexité sommitale puis par un profil largement concave ».

— sur versants courts, des pentes raides de 25 - 30° peuvent se maintenir, comme par exemple au pied des corniches de cuirasse, mais « habituellement l'inclinaison est moindre, de 5° dans le bas à 10 - 20° dans les secteurs rectilignes de raccordement ». Des différences apparaissent en fonction de la lithologie.

— « à la rencontre de versants convergents, qui forment les têtes extrêmes des vallées, une zone de ruissellement concentré. » On y trouve des lits individualisés, véritables petits oueds au fond sableux, aux berges vives... la vigueur de ce ruissellement concentré succédant au ruissellement diffus dépend de la dégradation de la végétation et de la raideur générale du relief ».

b. *Evolution des zones cuirassées*

Les régions cuirassées des savanes de Côte d'Ivoire présentent le même type d'évolution général, valable pour l'ensemble de la zone climatique, et qu'il ne semble pas nécessaire de développer ici (voir par exemple TRICART J., CAILLEUX A., le modelé des régions chaudes, p. 232 et suivantes).

Tout au plus peut-on insister sur un point particulier, très fréquent : l'apparition d'une dépression qui sépare le glacis cuirassé du versant dont provient le matériel. Nous en avons trouvé de beaux exemples sur les bordures des Monts Goma, près de Séguéla (fig. 4), mais on en rencontre d'autres près de Bouna, de Katiola, de Tanda, etc. Les explications de cette gouttière données par G. ROUGERIE pour une région de savane du nord de la Guinée semblent parfaitement s'appliquer à la Côte d'Ivoire (1).

(1) ROUGERIE G., 1961.

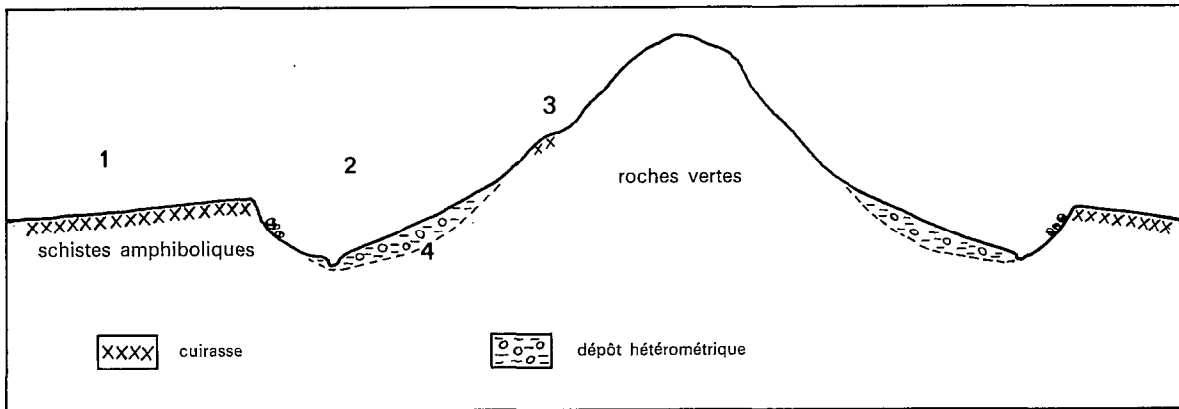


FIG. 4. — Coupe schématique du massif de roches vertes à l'Ouest de Séguéla.

1. Glacis cuirassé.
2. Dépression périphérique.
3. Témoin de l'accrochage du glacis.
4. Cône de piedmont (non cuirassé).

c. Evolution des zones non cuirassées

Le caractère de transition des pays de savane est très bien marqué en Côte d'Ivoire : il y a association de formes ressemblant soit à celles d'un modelé tropical humide (vallées et alvéoles) soit à celles élaborées dans des régions plus sèches (glacis).

— les glacis : une part très importante revient aux oscillations paléoclimatiques dans le genèse des glacis de la Côte d'Ivoire ; en particulier les grands glacis cuirassés et plus ou moins démantelés ont dû être élaborés sous des climats plus secs ou du moins à saisons plus alternées.

Certains glacis sont néanmoins actuels ou subactuels, et se façonnent par ruissellement en nappe. Beaucoup moins amples, ils se développent en contrebas des anciens glacis cuirassés (région de Korhogo et de Bouna par exemple), et au pied des reliefs formés par les roches vertes ou des inselberge (Boundiali, Séguéla par exemple).

— les zones déprimées : les zones déprimées, vallées, bas fonds ou alvéoles plus ou moins endoréiques, caractérisées par une « submersion saisonnière qui permet un détrempage du sol et une altération importante » (TRICART, CAILLEUX), offrent des conditions d'évolution très proches de celles des régions intertropicales humides pendant une plus ou moins grande partie de l'année.

Ces différences dans les modes de façonnement tendent évidemment à différencier plus encore l'évolution des interfluves et des vallées.

— les bordures des inselberge : « Les inselberge, comme les pédiplaines, ne sont pas une forme de relief spécifique des régions chaudes à saison sèche accentuée. On les retrouve, avec des différences de détail, dans les régions sèches et dans les pays chauds et humides » (TRICART, CAILLEUX). Les inselberge de Côte d'Ivoire n'ont aucun caractère particulier qui les distingueraient des inselberge des régions voisines. Par contre, l'évolution de leur pied nous semble revêtir deux formes, que nous avons pu observer dans la région de Séguéla (entre Séguéla et Béoumi).

- Une première forme, décrite en Guinée par ROUGERIE (1), semble classique : une zone relativement déprimée, parfois soulignée par un liseré de végétation arbustive entoure l'inselberg. « Cela va parfois jusqu'au véritable drainage subséquent, cela demeure souvent une gouttière non drainée volontiers marécageuse ». L'explication fait appel à des faits d'altération. La base de l'inselberg est une zone plus humide, collectant les eaux superficielles ruisselant sur les dalles à nu. Cette humidité tend à altérer plus profondément cette zone, mais cette altération permet à son tour une meilleure rétention d'eau et le phénomène se nourrit de lui-même. Cette dépression semble bien développée lorsque la base de l'inselberg plonge verticalement dans le sol (fig. 5 a).

- Une autre forme apparaît lorsque le dôme a une pente moins forte vers sa base, et que la roche dure affleurante se raccorde en oblique avec le piedmont. La dépression marécageuse n'existe plus et est remplacée par un simple glacis à pente forte, formant un angle plus ou moins prononcé avec le pied de l'inselberg (fig. 5 b).

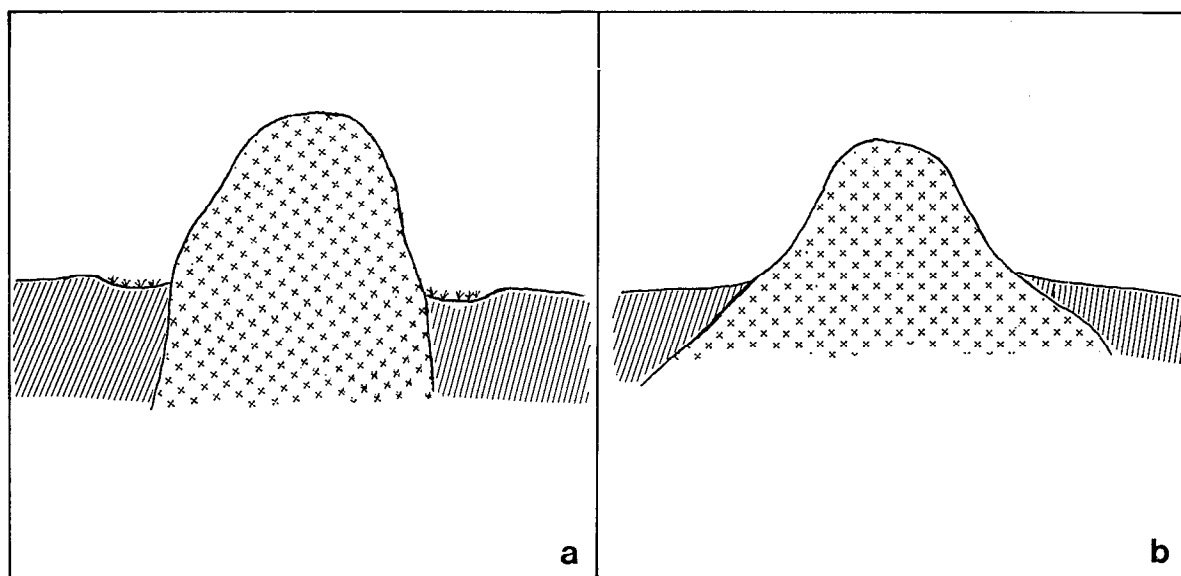


FIG. 5.

d. Importance des actions anthropiques

Nous avons déjà mentionné le rôle des feux de brousse sur le ruissellement. L'homme intervient aussi par ses cultures en augmentant les phénomènes d'érosion, comme le montrent les deux exemples suivants, l'un en zone de culture traditionnelle, l'autre en zone de culture industrielle.

- Région de Korhogo : J. MAYMARD (2) décrit plusieurs formes de ruissellement dues à l'homme dans la région de Korhogo. « L'érosion par plaque est le résultat d'un ruissellement diffus, s'exerçant sur des terres mal couvertes par une végétation trop réduite... A Nambingue, le phénomène affecte gravement

(1) ROUGERIE G., 1961.

(2) MAYMARD J., 1954.

des pentes faibles (3 %) mais longues (500 m) sans doute parce que la perméabilité du sol y est particulièrement basse... le sol s'amincit, devient blanchâtre..., il faut faire intervenir le travail du sol qui mélange le niveau sablograveleux à la couche profonde ».

L'érosion en rigole apparaît lorsque s'amorce la concentration des eaux : elle est favorisée, dans les terrains de culture, par le billonage, en savane, par les sentiers des hommes et du bétail, à proximité des villages, par l'apport d'eau important ruisselant sur le sol piétiné ».

- Savanes de Dabou : Ces savanes sur sable sont situées en basse Côte d'Ivoire, près d'Abidjan, et ont une origine paléoclimatique. ROOSE E. (1) donne une bonne description de l'érosion qui s'y est produite à la suite d'une mise en exploitation : « des plantations de palmiers à huile ont été entreprises sur une vaste échelle (35 000 ha en 5 ans). Des champs de plusieurs centaines d'hectares d'un seul tenant ont été défrichés et labourés avant le semis des plantes de couverture, sans tenir aucun compte de la pente et du danger d'érosion... Ces légumineuses sont lentes à démarrer si bien que le sol est resté pratiquement nu pendant la grande saison des pluies.

L'érosion en nappe et rigole a été si importante qu'elle a emporté les graines sur les versants, et déposé une couche de 20 à 50 cm de sable grossier et stérile au bas des collines. Deux ans après, on note encore une différence manifeste de végétation entre cette plantation et la voisine, qui, plantée quelques mois plus tôt, a beaucoup moins souffert de l'érosion et de la sécheresse. Dans le cadre d'une agriculture extensive, ce retard ne sera jamais rattrapé... »

ASPECTS PARTICULIERS DES PROCESSUS PLURIZONAUX

Morphogénèse fluviale et morphogénèse littorale sont largement conditionnées par le milieu original offert par la zone chaude. Mais, là plus qu'ailleurs, les processus qui se rencontrent en Côte d'Ivoire n'ont rien d'original au sein de cette zone, et il serait à notre sens stérile de développer ici les conditions particulières et les modifications que ces dernières engendrent. Nous renvoyons donc le lecteur aux manuels généraux déjà cités et à la bibliographie. Nous le faisons d'autant plus volontiers que plusieurs de ces ouvrages prennent une partie importante de leurs exemples en Côte d'Ivoire.

LES CONSÉQUENCES DES OSCILLATIONS PALÉOCLIMATIQUES

LES PREUVES DES OSCILLATIONS PALÉOCLIMATIQUES

L'existence de plusieurs variations climatiques n'est plus à démontrer en Côte d'Ivoire : en forêt, des cuirasses et des nappes de gravillons, des alluvions grossières et des graviers dans les terrasses des principaux cours d'eau mais aussi dans des affluents, indiquent le passage de périodes plus sèches ; en savane, l'étagement des lambeaux cuirassés, les profils de sols tronqués, les recouvrements au-dessus de nappes grossières sur versants, montrent une alternance de climats plus secs et plus humides ; dans la zone littorale enfin le relief caractérisé par la dissection poussée des plateaux, la fréquence des vallées profondes et en partie sèches où les versants raides s'expliquent difficilement dans les conditions morphoclimatiques

(1) ROOSE E., 1967. Quelques exemples des effets de l'érosion hydrique sur les cultures. Comm. au Congrès sur la fertilité des sols tropicaux, Tananarive (nov. 67). Ronéo ORSTOM - Centre d'Adiopodoumé, 18 p.

actuelles. A côté de ces preuves directes, non exhaustives, certaines preuves indirectes peuvent aussi être avancées comme par exemple les savanes résiduelles de Basse Côte d'Ivoire qui se sont maintenues sur des sols moins favorables à la forêt, mais qui sont envahies progressivement par cette dernière, du moins lorsque l'homme ne contrecarre pas ce dynamisme naturel.

Ces variations s'inscrivent évidemment dans le contexte plus large de l'Afrique de l'ouest et peuvent être rapprochées de celles qui ont été décrites ailleurs, en particulier au Sénégal (1). Mais en Côte d'Ivoire, la chronologie exacte est encore souvent incertaine et les observations sont trop dispersées pour qu'il soit possible d'établir un schéma général. Nous en sommes encore réduits à faire des hypothèses, d'une part, pour la succession des épisodes dans une même région, d'autre part pour les corrélations entre les diverses régions de Côte d'Ivoire, et leur raccord avec l'ensemble de l'Afrique de l'ouest.

Parmi les problèmes qui se posent, il en est un qui est particulièrement délicat, mais dont la résolution apporterait certainement une clé importante : il s'agit du raccord entre l'évolution du littoral, liée aux oscillations eustatiques, et les niveaux intérieurs. Or, la disposition particulière des bassins fluviaux avec les coupures dues aux rapides ne facilite pas les choses. Certaines régions ont pu en effet évoluer presque en bassins fermés, à partir d'un niveau de base local s'appuyant sur un rapide ; mais comme d'autre part ces rapides n'ont pas toujours occupé la même place au cours de l'évolution, il en est résulté des emboîtements et des différences de niveaux qu'il n'est pas toujours possible de suivre, et qui n'ont pas forcément une valeur générale.

Les travaux concernant les oscillations paléoclimatiques et le Mio-quatenaire de Côte d'Ivoire semblent pouvoir être séparés en deux ensembles : les travaux pionniers et les travaux actuels.

LES TRAVAUX PIONNIERS

Dispersion et pointillisme pourraient assez bien caractériser les travaux qui ont été effectués jusque vers 1962-1964. En dehors de quelques études régionales portant essentiellement sur la zone littorale et son arrière pays (2), ce sont des notes et observations succinctes qui ont apporté quelques éléments cependant non négligeables (3). Si quelques synthèses ont été tentées pour l'ensemble de l'Afrique de l'ouest (4), très peu ont porté exclusivement sur la Côte d'Ivoire (5), ce qui se conçoit fort bien à la suite de ce qui précède. Un rapide survol de la bibliographie va nous permettre de dégager quelques uns de ces aspects essentiels, en séparant, pour la commodité de l'exposé, les observations faites à l'intérieur (interfluves et vallées) de celles concernant le littoral et les basses plaines.

(1) en dernier lieu, pour ne citer que les travaux les plus récents :

MICHEL P., 1968. Genèse et évolution de la vallée du Sénégal de Bakel à l'embouchure (Afrique occ.) Zeitsch. geomorph., vol. 12, n° 3, pp. 318-349.

MICHEL P., 1969. Les grandes étapes de la morphogénèse dans les bassins des fleuves Sénégal et Gambie pendant le quaternaire. Bull. IFAN, A, t. 31, n° 2, pp. 293-324.

(2) ROUGERIE G., 1951.

LE BOURDIEC P., 1958b.

(3) par exemple, RIOU G., 1961.

(4) DRESCH J., 1952.

TRICART J., 1956. Tentative de corrélation des périodes pluviales africaines et des périodes glaciaires, C.R. Som. Soc. Géol. Fr, pp. 164-167.

LAMOTTE M., ROUGERIE G., 1956. Les niveaux d'érosion intérieurs dans l'Ouest africain, Congrès Inter. de Géographie, Rio de Janeiro, pp. 262-269 (texte repris plus en détail en 1961 dans Recherches Africaines, Conakry, n° 4, pp. 51-70).

VOGT J., 1959a.

(5) ROUGERIE G., 1958.

RÉGIONS INTÉRIEURES

a. Les vallées

Les observations de J. VOGT (1959) sur les grands axes de drainage, puis sur quelques affluents ⁽¹⁾ ont été reprises et confirmées par plusieurs auteurs. Le schéma général, sur la Comoé, le Nzi, le Bandama ou le Sassandra peut être résumé de la façon suivante :

Hauts glacis - hautes terrasses

Un ensemble de hauts glacis et de hautes terrasses cuirassés s'étend sur plusieurs kilomètres, parfois assez loin du fleuve. Il englobe des éléments roulés, exclusivement siliceux, en nappes peu épaisses et discontinues. Tout le matériel est très altéré, les galets se cassent facilement au marteau. Assez bien conservées sur schistes, ces terrasses sont souvent démantelées sur granites, et se présentent souvent comme des glacis : seule la présence de blocs de cuirasses, d'éléments quartzeux usés et de sables picotés luisants (ferruginisés) permet de les déceler.

Bas glacis - basses terrasses

Généralement très étalée (1 à 2 km), une basse terrasse prolonge un glacis démantelant le système précédent. L'un et l'autre sont recouverts, tant en forêt qu'en savane, par un manteau plus ou moins épais de colluvions et d'alluvions sablo-limoneuses souvent indurées ; pourtant cette cuirasse ou carapace est peu épaisse et discontinue, et l'ensemble est fortement disséqué, donnant souvent des formes floues, d'interprétation malaisée.

Les rares coupes rencontrées dans cette basse terrasse montrent, comme sur le Bandama à l'est d'Ouéllé ou au pont de Béoumi :

« • 0,5 à 3 m de carapace scoriacée formée à partir de sables et accessoirement de limons... s'abattant par gros pans au fur et à mesure du sapement des graviers à peine cimentés.

• des graviers de petit calibre, peu usés, en lentilles, présentant des inclinaisons de l'ordre de 25°, épais de 2 à 3 m.

• des graviers grossiers plus usés, homogènes sur plusieurs mètres ou alternant avec des lentilles et lits de gravillons et de sables » (VOGT J.).

Si les matériaux siliceux sont prédominants, la nature pétrographique est cependant variable, indiquant des apports latéraux importants et un engorgement du fond de vallée.

La mise en place de cette basse terrasse s'est faite sous un régime différent de l'actuel : chenaux instables entre des bancs de sables et de galets, du type chenaux anastomosés, ce qui implique d'une part un important transport en nappe, d'autre part une prédominance de l'érosion mécanique sur l'érosion chimique et une couverture végétale peu dense. Localement cette basse terrasse est marquée par d'anciens bourrelets de berge et de petits niveaux intermédiaires.

Flats alluviaux

Cette basse terrasse domine par un talus souvent net un ensemble de flats alluviaux actuels et sub-actuels. Recouverts de formations de texture plus fine que celles des alluvions de la basse terrasse (sableuse à argilo-limoneuse), ces flats ont en profondeur une nappe alluviale plus grossière, appelée « graviers sous berge » par les prospecteurs miniers (ce sont de très bons placers de diamants, or ou minéraux radioactifs).

(1) VOGT J., 1960.

A cette dernière étape correspond sur les éléments précédents « la mise en place d'un réseau d'entaille hiérarchisé, se substituant dans une large mesure aux phénomènes d'écoulement en nappe ainsi que le vigoureux creusement des fleuves dont le lit n'évolue plus dans des matériaux d'altération mais pénètre dans la roche saine » Les étapes successives seraient :

- l'entaille des fleuves, avec apparition des obstacles que sont les rapides ;
- individualisation en biefs dans lesquels se déposent une nappe d'alluvions grossières (provenant du lit pour la fraction non usée, du remaniement des alluvions anciennes pour la fraction usée) ;
- recouvrement ultérieur d'une grande épaisseur de sables et de limons.

Cependant, la mise en place de ces graviers sous berge n'est pas encore complètement élucidée : « si elle matérialise une coupure de tout premier ordre dans l'organisation du réseau hydrographique et la succession des systèmes d'érosion, il n'est pas certain qu'elle corresponde à une phase climatique. En particulier la faiblesse du transit alluvionnaire, ainsi que le caractère torrentiel de certains affluents font songer à une brève période de transition climatique, caractérisée par d'abondantes précipitations et une végétation encore clairsemée ne se développant que difficilement par suite de la destruction des sols » (J. VOGT).

Les cours actuels

Limités vers le fleuve par un bourrelet de berge, les flats sont inondés tous les ans, et d'étroits ravins incisant le bourrelet les font communiquer avec le fleuve.

L'entaille actuelle semble surimposée à partir du remblaiement sableux et limoneux : « non seulement elle exhume les rapides qui tronçonnaient le profil de l'entaille précédente, mais en s'écartant de cette dernière, elle rencontre aussi de nouveaux obstacles. »

b. Les interfluves : niveaux cuirassés et stone-line

Aucune étude d'ensemble n'a été faite d'un point de vue paléoclimatique, et les observations sont très dispersées et d'inégale valeur. Nous n'aborderons pas ici le problème des inselberge et des aplanissements qui n'ont fait l'objet d'aucune publication à notre connaissance.

Niveaux cuirassés

Si les niveaux cuirassés sont souvent mentionnés, peu d'études examinent leur emboîtement et leurs rapports mutuels. Pourtant J.M. BRUGIÈRE, dès 1948, avait décrit trois niveaux de cuirasses :

« • une première coiffant les hauteurs, homogène, dans l'ensemble souvent très gravillonnaire, mais aussi parfois compacte et pseudo-lamellaire... c'est la cuirasse la plus ancienne dont l'âge de formation doit être très éloigné.

• une seconde, à mi-pente, d'allure toute différente : elle est souvent bréchique, c'est-à-dire obtenue par recimentation de blocs ferrugineux (provenant sans nul doute de la dalle supérieure) et amenée par érosion... Elle est moins épaisse que la première et d'âge plus récent.

• une troisième de bas de pente, surplombant de quelques mètres les thalwegs, elle a le même aspect que celle de mi-pente... elle n'est pas cependant de formation actuelle » (1). Cet auteur interprétait ces cuirasses dans le cadre de variations du niveau de base ou de changements climatiques.

(1) BRUGIÈRE J.M., 1948 b.

Par la suite, les diverses études (essentiellement pédologiques) n'ont jamais été aussi loin et se sont contentées de mentionner la présence de ces cuirasses dans le paysage sauf peut-être MAYMARD J. (1).

Les observations de LAMOTTE M. et ROUGERIE G. (2) au pied du Nimba, ont montré plusieurs phases d'apports détritiques grossiers séparés par des apports moins grossiers et des apports essentiellement chimiques, mais elles n'ont pas de signification paléoclimatique précise, parce que, dans ce milieu riche en fer, le cuirassement peut se faire dans des conditions climatiques assez variées. Par contre, dans ce même article, des descriptions détaillées de diverses cuirasses en Côte d'Ivoire sont du plus haut intérêt bien qu'elles n'aient pas été reliées à des épisodes climatiques. Nous mentionnerons enfin les éléments apportés par J. TRICART (3) dans le sud-ouest ou par G. ROUGERIE (4) dans le sud-est.

Stone-line

Les problèmes posés par la « stone-line » ou « ligne de gravats » n'ont guère été abordés en Côte d'Ivoire : G. ROUGERIE dans sa thèse, n'envisage pratiquement pas l'aspect paléoclimatique. N. LENEUF (5) dans une note succincte, observe bien « cette accumulation de graviers, de cailloutis de qualités diverses décrivant une ligne festonnée, ondulée, » mais ne parle que des matériaux hérités issus de surfaces anciennes ou de filons de quartz mis en affleurements à des époques antérieures, sans pouvoir préciser davantage. C'est G. RIOU (6) qui semble le mieux avoir replacé ces nappes dans un contexte paléoclimatique, du moins en posant le problème : « l'étude des éléments grossiers composant la nappe de pierres montre que cette nappe ne résulte pas de processus purement pédologique, mais qu'elle est le témoin d'une phase d'érosion majeure qui a séparé deux pédogenèses différentes » l'auteur poursuit plus loin « ...entre les deux parties des profils existe presque toujours une nappe plus ou moins épaisse d'éléments grossiers. Cette formation est de composition hétérogène, de vieux galets de quartz plus ou moins usés en constituant l'essentiel. Leur disposition évoque souvent un système d'érosion à saisons fortement contrastées et à pluies violentes. Elle comprend également des gravillons ferrugineux... Cette composition et la « topographie » de la nappe supposent une période d'érosion active à nuance sèche ».

Dernièrement les pédologues de Côte d'Ivoire ont attaché une plus grande importance à ces sols tronqués et remaniés (7).

C'est dans cette zone de Côte d'Ivoire que les travaux ont été les plus nombreux et les plus élaborés. Le schéma le plus complet a été proposé par P. LE BOURDIEC (8) ; si certaines datations sont à revoir (en particulier la place et la dénomination même de « l'Ouljien ») à la suite des travaux et datations absolues du Sénégal par exemple, la séquence ne semble pas devoir être profondément modifiée. Résumons là brièvement :

— Climat semi-aride déterminant le dépôt d'une nappe d'épandage recouvrant soit le socle, soit le crétacé supérieur ou l'écocène marin ; gauchissement de la surface et subsidence : « Mio-pliocène »

— mise en place d'une série débordant sur le Continental Term., climat plus humide à alternances saisonnières : remaniement et légère entaille du mio-pliocène : nappe moins grossière venant recouvrir le compartiment affaissé ; apparition de phénomènes de cuirassement : « Quater. ancien »

(1) MAYMARD J., 1954.

(2) LAMOTTE M., ROUGERIE G., 1962.

(3) TRICART J., 1962c.

(4) ROUGERIE G., 1950.

(5) LENEUF N., 1964.

(6) RIOU G., 1965.

(7) DE BOISSEZON P., 1969. Note sur la classification des sols ferrallitiques. ORSTOM. Adiopodoumé. 13 p. multigr.

(8) LE BOURDIEC P., 1958b.

— régression marine, niveau marin à 80 m. Climat plus humide qu'au Quaternaire ancien, plus sec que l'actuel : érosion mécanique intense, et recul de la forêt. Plateaux entaillés par réseau hydrogr., développement d'un niveau à une altitude voisine de 40 m ; épandage de matériel à la surface du plateau continental : « Préouljien »

— transgression, niveau à +6 m, climat humide et chaud, altération superficielle des dépôts constituant la surface des alvéoles « préouljiennes » dans la nappe néogène : « Ouljien »

— régression marine, niveau à -60 m. Climat sec et contrasté. Entaille de profondes vallées et développement de ravins importants, avec versants abrupts. Dans l'arrière pays, déblaiement des formations superficielles meubles d'altération et attaque mécanique de la roche saine, avec étalement de ce matériel frais : « Préflandrien »

— transgression marine faible, niveau marin à +1 ou 2 m. Climat chaud et humide (plus sec que l'actuel). Début de réinstallation de la forêt qui fixe les versants. Etoffement du cordon littoral, édification de deltas comblant partiellement les lagunes, colmatage partiel des vallées préflandriennes ennoyées, actions éoliennes modérées sur le littoral (petites dunes actuellement fixées) : « Dunkerquien »

— légère régression actuelle. Emersion des basses plaines marécageuses édifiées en deltas sous-aquatiques lors de la transgression, et des surfaces d'abrasion lagunaires : « Subactuel et actuel »

LES TRAVAUX ACTUELS

Les travaux actuels, s'ils sont encore trop dispersés et trop peu nombreux, sont marqués par un désir de plus grande coordination (entre géographes, pédologues et géologues de l'ORSTOM et géologues de l'Université). Ils s'appuient aussi sur des données établies dans les régions voisines, surtout à la suite des remarquables travaux des équipes du Sénégal.

ETUDES DANS LA RÉGION DE TOUMODI (1)

Les études menées en amont des problèmes d'altération et de concentration supergène du manganèse dans la région de Toumodi ont précisé l'évolution morphologique du secteur et notamment la séquence cuirassée composée de cinq niveaux distincts.

Les trois plus anciens (niveau bauxitique, niveau intermédiaire, haut-glacis) correspondent à la réalisation de modelés spécifiques ayant permis l'immobilisation des sesquioxides sur des surfaces dont les portions conservées et les éléments de démantèlement permettent de reconstituer la vaste extension. Les deux plus récents (bas-glacis, cuirasses des plaines alluviales) apparaissent comme des phénomènes relativement mineurs dont la marque ne sera pas conservée à long terme dans le paysage et dont des équivalents ont pu être réalisés entre les niveaux anciens observés. Cette séquence, avec des variations en ce qui concerne les rapports en altitude des différents niveaux, la puissance et l'extension actuelle des cuirasses, le type de démantèlement, se retrouve dans différentes régions de Côte d'Ivoire (2) et peut être mise en relation avec les séquences décrites au Sénégal et en Guinée ainsi qu'en Haute-Volta (3).

(1) Etudes entreprises par le Laboratoire de Géologie de l'ORSTOM. Cette partie a été rédigée par G. GRANDIN. Elle résume et complète deux publications récentes :

DELVIGNE G., GRANDIN G., 1969.

GRANDIN G., DELVIGNE J., 1969.

(2) Des observations ont été faites, à l'occasion de l'étude des concentrations manganésifères, dans les régions de Grand-Lahou, de Guitri, Hiré, Korhogo, Bondoukou en Côte d'Ivoire, ainsi que dans la région de Dori en Haute-Volta.

(3) Par exemple : DAVEAU S., LAMOTTE M., ROUGERIE G., 1962. Cuirasses et chaînes birrimiennes en Haute-Volta, Ann. de Géogr. sept.-oct. LXXXI, 387.

BOULET R., 1968. Etude pédologique de la Haute-Volta, Région centre-nord.

ORSTOM, Dakar, multigr. 351 p., ainsi que les travaux du Sénégal de P. MICHEL, H. FAURE, P. ELOUARD, etc.

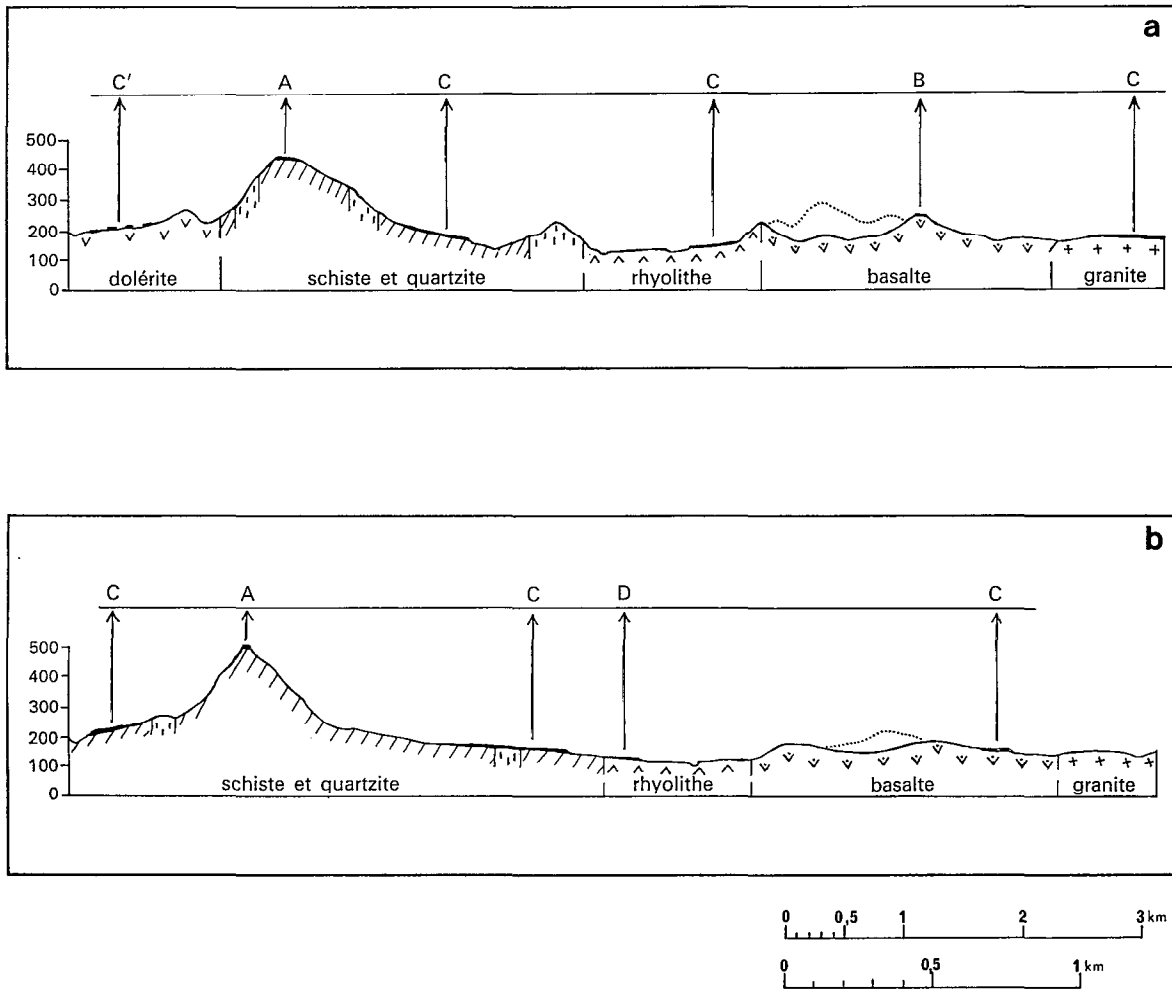


FIG. 6. — Coupes de la chaîne birrimienne au Nord de Toumodi (extrait C.R. Acad. Sci. Paris, oct. 1969-D, 369, pp. 1474-1477).

a. Coupe du Blafé.

b. Coupe du Guéto.

A. cuirasse du niveau bauxitique

B. cuirasse du niveau intermédiaire

C. cuirasse du haut-glacis

C'. haut-glacis non cuirassé

D. cuirasse du bas-glacis

La cuirasse bauxitique (dont la dénomination ne doit pas cacher qu'elle est autant — et souvent plus — une accumulation d'oxydes de fer qu'une accumulation d'alumine) coiffe un puissant profil ferrallitique sur une surface très évoluée dont l'aplanissement est le fait d'une altération en période de stabilité du niveau marin relatif plus que d'une érosion. La réalisation de cette surface, de sa couverture altérée, de son armature par une cuirasse dépassant souvent 15 m d'épaisseur implique une longue stabilité des phénomènes morfo-climatiques dont l'histoire ultérieure n'offre pas d'équivalent.

Les deux niveaux suivants correspondent à des glacis — localement emboîtés — développés au pied des témoins de la surface supérieure. Leur façonnement suppose le réseau hydrographique réduit aux drains majeurs c'est-à-dire un climat relativement aride. Protégé par la cuirasse bauxitique qui empêche le décapage des sommets, l'énorme stock de matériaux altérés est libéré progressivement, par tranches verticales. Il s'éboule sur les pentes, ennoie les piémonts, migre le long des glacis qui sont autant des formes colmatées qu'abrasées. Seul, il permet aux glacis de disposer, dès le retour vers un climat humide, d'importantes quantités de fer libre qui fossilisent par l'aval ces formes monoclinales à pente faible favorables à la concentration et l'induration du fer, avant que leur démantèlement par le réseau hydrographique qui se réorganise ne soit trop avancé. Les cuirassements de la surface intermédiaire puis du haut-glacis, quelles que soient leurs différences, apparaissent donc d'abord comme des réactions secondaires à un phénomène cardinal : le cuirassement bauxitique.

Le bas glacis, d'extension limitée au sud et à l'est de la Côte d'Ivoire, plus développé au nord, n'est bien cuirassé que lorsqu'il hérite du haut-glacis — par démantèlement et par lessivage oblique. Les cuirasses des plaines alluviales sont des cuirasses de nappe, généralement fonctionnelles, qui manifestent l'existence actuelle d'un transit du fer des cuirasses anciennes vers les zones basses et d'une évacuation par le réseau hydrographique, le piégeage dans la zone de battement des nappes, localisé, ne pouvant être que partiel.

PROBLÈMES DE GÉOMORPHOLOGIE DANS LE NORD-EST DE LA CÔTE D'IVOIRE (1)

Dans le cadre de la section de Pédologie de l'ORSTOM, une étude a été entreprise dans la région de Tanda, au nord-est de la Côte d'Ivoire (7° 48 lat. N, 3° 10 long. W). L'importance de l'évolution géomorphologique dans les facteurs de la pédogenèse a tout naturellement conduit vers une étude de cette évolution afin de déterminer le cadre dans lequel s'inscrit la répartition actuelle des sols.

Les traits dominants de la géomorphologie de cette région sont les suivants :

a. *Il existe trois surfaces d'aplanissement distinctes*

— la surface S I, à une altitude de 700 m peut être rattachée à la « Grande surface africaine » datant de l'Eocène. Elle est constituée de témoins bauxitiques placés en position d'inversion de relief par les cycles d'érosion postérieurs.

— la surface S II, à une altitude de 450-500 m pourrait dater du Mio-pliocène. Il n'en subsiste que de rares témoins formant des épaulements aux flancs des collines de roches vertes, et de débris de cuirasse au sommet de buttes témoins sur grès.

— la surface S III, à une altitude de 260-300 m semble dater du quaternaire ancien. Elle est représentée par des glacis cuirassés ceinturant les collines de roches vertes.

b. *Les relations entre ces surfaces sont complexes*

En particulier le glacis S III est composite. Sur une même verticale sa partie inférieure est composée des produits du démantèlement de la surface cuirassée S II (blocs et gravillons ferrugineux) et sa partie supérieure provient d'un apport colluvial issu des collines de roches vertes et des buttes-témoins gréseuses.

(1) partie rédigée par V. ESCHENBRENNER, en résumé de : ESCHENBRENNER V., 1969.

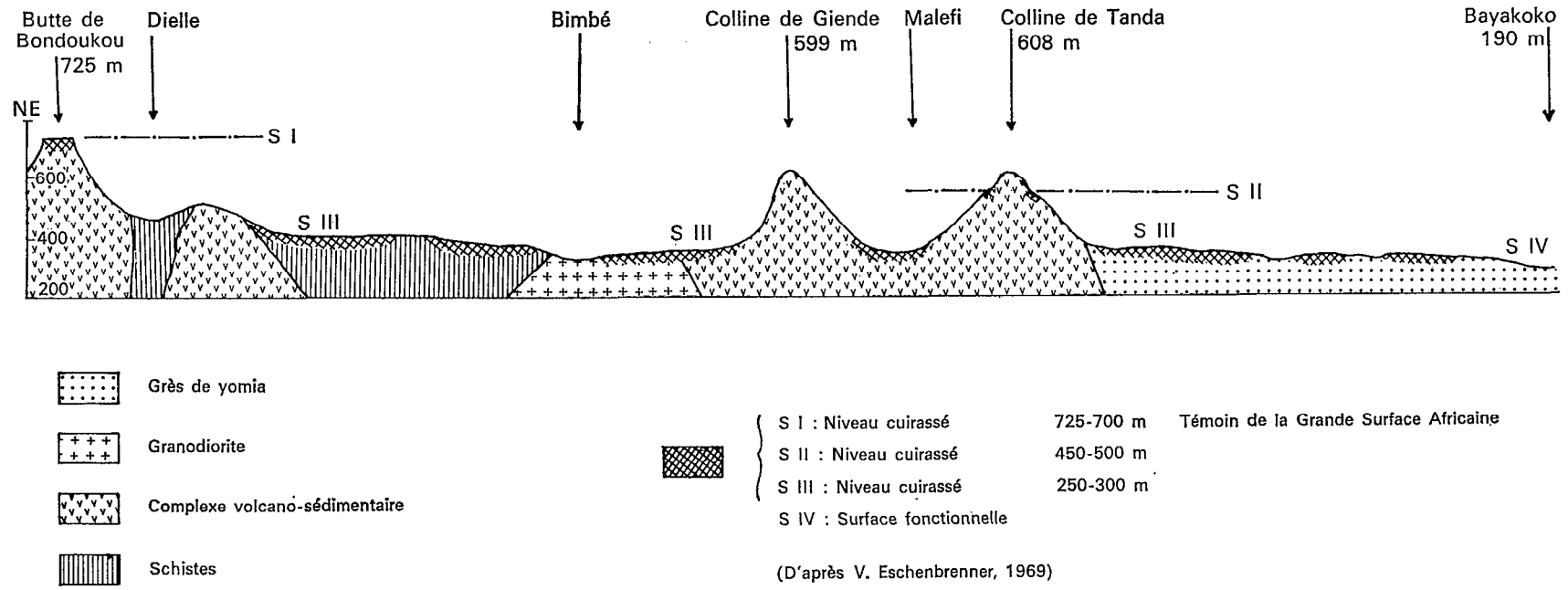


FIG. 7. — Témoins cuirassés d'anciennes surfaces d'aplanissement.

c. *La morphologie actuelle dérive de l'incision et du démantèlement de la surface S III :*

Au cours du quaternaire, à la suite d'un abaissement du niveau de base et/ou d'une augmentation de la pluviométrie, la surface S III est disséquée par l'érosion linéaire en une série de plateaux séparés par des talwegs étroits et profonds. Les processus d'altération, de type ferrallitique deviennent prépondérants. Sous l'action combinée de l'altération et de l'érosion, l'horizon cuirassé est progressivement démantelé en blocs, cailloux et graviers qui, constamment remaniés par la végétation, s'émoussent et acquièrent une patine luisante. La surface topographique descend lentement et la couche d'éléments grossiers, relique de l'ancienne surface cuirassée plane, prend une forme ondulée par suite des soutirages chimiques. On passe d'une morphologie de plateaux cuirassés à ruptures de pente marquées, à une morphologie de collines à sommet subaplani gravillonnaire. Le climat devient moins humide, l'érosion linéaire diminue fortement. Les pentes sont érodées par ruissellement diffus et des colluvions sableuses empâtent les pentes inférieures. Aux ruptures de pente, dans les zones peu protégées par la végétation, l'érosion rapproche l'horizon d'altération tacheté de la surface ; celui-ci s'indure. Ainsi, la morphologie primitivement plane a été transformée en une série de collines en lanières dont les sommets subaplani gravillonnaires représentent les témoins de cette ancienne surface.

Ce schéma d'évolution fait intervenir :

— d'une part des oscillations climatiques autour d'un climat de type tropical semi-humide : au cours de périodes plus sèches, façonnement de surfaces d'aplanissement, induration de ces surfaces lors d'un retour à des conditions semi-humides et démantèlement par altération en érosion au cours de périodes chaudes et humides, ferrallitisantes.

— d'autre part des périodes de reprise d'érosion linéaire provoquant la dissection des surfaces cuirassées.

Ces périodes de reprise d'érosion linéaire sont à mettre en relation avec une descente du niveau de base consécutive soit à une régression marine, soit à des mouvements épirogéniques positifs.

L'étude pédologique a montré que la répartition actuelle des sols dépend étroitement de l'ancien modelé de surfaces d'aplanissement et surtout du degré de dissection de celles-ci.

LE QUATERNAIRE DE LA ZONE LITTORALE (1)

La collaboration d'un palynologue (P. ASSEMIEN), de géologues (J.P. TASTET, et L. MARTIN pour la géologie sous-marine) et d'un géographe (J.C. FILLERON) a permis la confrontation de données diverses débouchant sur une interprétation de cette zone littorale, et a précisé les données de l'histoire du quaternaire récent établies par P. LE BOURDIEC il y a quelques années.

a. *La cartographie et l'étude géomorphologique des dépôts distinguent*

— au nord des lagunes, des formations argilo-sableuses du Continental Terminal, d'origine continentale, fluviatile, ayant subi une longue période d'altération chimique.

— au sud des lagunes, trois ensembles quaternaires :

- des plateaux sablo-argileux de faible altitude (10-12 m) ; le matériel ressemble à celui du Continental Terminal, et semble résulter de l'épandage et du remaniement de ce dernier ;
- des séries de cordons sableux plus ou moins parallèles à la côte (1,5 à 6 m d'altitude) dont l'origine marine ne fait aucun doute ;

(1) Travaux de l'Université d'Abidjan, en collaboration avec le Centre de Recherches Océanographiques. Cette partie résume l'article de : ASSEMIEN P., FILLERON J.C., MARTIN L., TASTET J.P., 1969.

- des zones deltaïques, ainsi que des zones marécageuses ou à sables lessivés, provenant de l'invasion par des dépôts fluviatiles ou lagunaires, et dont l'âge peut varier du maximum de la dernière transgression à l'actuel.

b. *Les études de sédimentologie sous-marine*, sur le plateau continental, ont un grand intérêt, car elle sont montrés, à l'inverse de ce qui était supposé jusqu'à présent, que la subsidence ne s'est certainement pas poursuivie au quaternaire : « les tourbes datées (1) ne sont recouvertes que par 2 m de sédiment et les zones à sédimentation vaseuse intense apparaissent en relief par rapport au profil normal du plateau continental ».

c. *les déterminations polléniques* de ces tourbes ont montré qu'il s'agissait de tourbes littorales, et que la végétation de certaines périodes anciennes était plus clairsemée qu'actuellement.

d. *L'interprétation donnée* par les auteurs est la suivante :

— Avant-dernière transgression (« Inchirien » du Sénégal) : le niveau de la mer est supérieur à l'actuel ; une côte à falaises se développe dans le Continental Terminal.

— Régression suivante (« Ogolien » du Sénégal, Préflandrien d'Europe) : le niveau de la mer est vers -100 m et le climat beaucoup plus sec que l'actuel (saisons contrastées) : Un épandage fluviatile de matériaux issus du Continental Terminal forme un glacis sablo-argileux au pied des falaises.

Entre -23 000 et -11 000 ans B.P., il y a passage d'un climat sec à un climat humide, et creusement des vallées profondes dans ce matériel.

— Transgression (« Nouackchottien » du Sénégal, Flandrien d'Europe) ; la mer pénètre sur le continent par un système de rias profondes, tandis que les fleuves construisent des deltas. « La forte dérive littorale ouest-est identique à celle que l'on connaît actuellement (2) aura tendance à fermer les rias de cordons sableux. Ces cordons ont fermé d'anciens lits de rivières, créant ainsi des lacs et des lagunes ».

— Légère régression actuelle :

- le pourtour des lagunes est découvert (sables blancs issus du lessivage des sables argileux sur les plateaux).
- les formations détritiques émergent et isolent les systèmes lagunaires.

AUTRES TRAVAUX

D'autres travaux sur les problèmes d'évolution géomorphologique sont actuellement en préparation dans le cadre de l'étude du contact forêt-savane (thème de la section de Géographie de l'ORSTOM). Ils concernent l'Ouest (région de Man-Touba-Séguéla) et le Centre (région de Dimbokro).

a. *L'ouest*

Si de nombreuses observations ont déjà été effectuées au cours de nos propres recherches, et si plusieurs hypothèses sont en cours de vérification, il ne nous semble pas encore possible de faire une synthèse comparable à celles qui précèdent (3).

(1) MARTIN L., 1969. Datation de deux tourbes quaternaires du Plateau Continental ivoirien. C.R. Acad. des Sc. t. 269 série D, n° 20 pp. 1925-1927 (datation au C.14 : l'une date de 23 000 plus ou moins 1 000 ans, l'autre de 11 900 plus ou moins 250 ans B.P.).

(2) VARLET F., 1958. Le régime de l'atlantique près d'Abidjan (C. d'Ivoire). Etudes Eburnéennes, VII, IFAN, pp. 97-222.

(3) Une publication est prévue dans le premier semestre de 1971, avec cartographie à 1/50 000.

Deux ensembles sont examinés en détail :

— une zone comprise entre les Monts Goma (à l'ouest de Séguéla) et le Sassandra, dont le schéma est décrit dans la figure 8.

— Une zone au nord de Man, entre Biankouma et le Bafing, qui montre un bel étagement de buttes-témoins, et une série de glacis emboîtés.

b. Le centre

J. BONVALLOT vient d'entreprendre une étude de la région de Dimbokro afin de préciser l'importance des influences paléo-climatiques les plus récentes sur la répartition des formations végétales, en particulier en bordure du Nzi. L'étude et la cartographie géomorphologiques des systèmes de terrasses et des glacis compléteront utilement les travaux des géologues s'occupant plus spécialement des parties hautes du paysage.

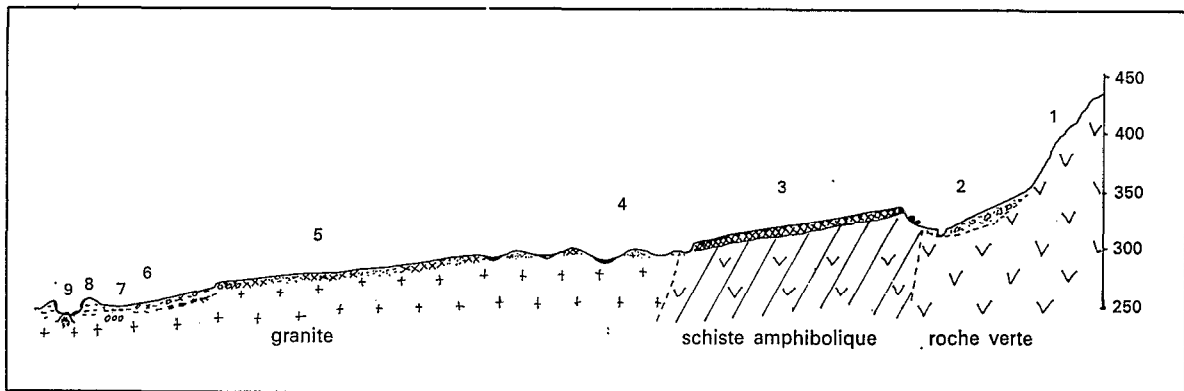


FIG. 8. — Coupe Monts-Goma. Fl. Sassandra (au sud de Sifie).

1. Monts Goma : pentes fortes, matériel de versant peu épais sur roche.
2. Dépression périphérique et cône de piedmont à matériel hétérométrique.
3. Glacis cuirassé, pente relativement forte, mat. anguleux.
4. Zone de collines subaplanies, gravillonnaires, qq. lambeaux de cuirasse et galets épars. Bas-fonds à fonds plats et sableux.
5. Passage à terrasse transformée en glacis cuirassé (nombreux galets, sables picotés-luisants).
6. Bas-glacis localement carapacé, matériel hétérométrique.
7. Dépression argilo-limoneuse, type cuvette de décantation, galets en profondeur, inondée en saison des pluies.
8. Bourrelet de berge.
9. Lit du Sassandra avec nombreuses barres rocheuses.

Nombreuses entailles perpendiculaires, découpant le glacis (5) en lanières ; vallons à versants raides et fonds plats.

3. LES TYPES DE MODELÉS

LA DIFFÉRENCIATION DES MODELÉS

La combinaison des facteurs précédents est donc responsable de l'élaboration des reliefs, c'est-à-dire de l'ensemble des volumes du paysage. Le détail du façonnement actuel ou modelé, dépend tout naturellement de ces mêmes facteurs. Cependant des différences apparaissent dans les combinaisons,

le modelé étant plus étroitement conditionné par ce que nous appellerons « l'héritage des formes ». Le modelé actuel se superpose en effet à des formes déjà existantes, et se trouve ainsi, soit en continuation, soit en opposition avec ces dernières. Les modelés de Côte d'Ivoire paraissent bien illustrer ce rôle de l'héritage :

— au nord, ils se façonnent à partir de formes héritées, et résultent d'une reprise d'érosion,

- à partir d'anciennes surfaces cuirassées, dont les reliques arment encore le paysage. Sous le climat actuel et les processus morphogénétiques qui lui sont liés, ces buttes plus ou moins réduites et démantelées alimentent en dépôts des pentes longues et faiblement inclinées qui s'élaborent en contre-bas en formant des glacis,

- à partir de dômes granitiques ou d'inselberge,

— au sud, les modelés n'ont pas ou n'ont plus guère à tenir compte de la topographie héritée. L'épais manteau d'altération permet un moulage qui ne se heurte pas à des formes préexistantes.

— le centre joue une fois encore le rôle de transition. Les plateaux cuirassés alternent avec les molles ondulations.

Ces différences se répercutent sur l'amplitude des ondulations :

— au nord, de longues pentes, presque rectilignes, raccordent des collines subaplanies et des plateaux. Elles sont dominées çà et là par des buttes (véritables tables ou « mesas ») ou par des inselberge.

— au centre, cette amplitude est encore assez importante, la distance entre deux sommets variant de 1 à 3 km mais il existe aussi d'assez nombreux plateaux.

— en Basse Côte d'Ivoire par contre l'amplitude devient plus faible, la distance entre deux sommets de collines variant de 400 à 1 200 m environ, quelles que soient les dénivellations entre sommets et bas-fonds. Ces dénivellations sont d'ailleurs faibles et généralement comprises entre 30 et 50 m.

Certes, l'énoncé de ce qui précède n'est qu'une moyenne assez grossière, un cadre général susceptible d'être nuancé dans le détail :

— certaines cuirasses résiduelles sous forêt interrompent la monotonie du modelé en vallonnements dans le sud ;

— en bordure des lagunes, les entailles dues aux variations quaternaires du niveau marin redonnent une importance non négligeable aux formes héritées ;

— les chaînes de collines dont l'armature est formée par le complexe volcano-sédimentaire entraînent un modelé plus accidenté. Sur roches vertes, les pentes sont fortes, les sommets réduits et disséqués. Des cuirasses épaisses coiffent généralement les sommets alors qu'un glacis cuirassé entoure souvent la base.

— les modelés issus de granites et de schistes sont assez différents dans une même région de Côte d'Ivoire :

- En Basse Côte d'Ivoire, l'amplitude du modelé sur schistes est plus faible que sur granites. Sur schistes, les sommets sont réduits, les pentes courtes et relativement fortes, les pentes inférieures sont inexistantes. Sur granites au contraire, les sommets sont arrondis et peuvent même former des plateaux plus ou moins larges, les pentes sont plus longues, convexes, les pentes inférieures plus développées ; par ailleurs le raccordement avec les bas-fonds est progressif, ces derniers étant plats.

- Dans le nord, les processus d'induration qui se sont traduits par la présence de cuirasses sur les plateaux ou replats, et qui entraînent actuellement un cuirassement de bas de pente (ou de nappe), sont plus fréquents sur schistes que sur granites.

Essayons de caractériser plus en détail ces différents modelés, essentiellement à partir de schémas.

LES MODELÉS DU NORD DE LA CÔTE D'IVOIRE

Les modelés les plus fréquents s'ordonnent autour des résidus de surfaces cuirassées, tandis que quelques zones sont sous la dépendance des inselberge.

MODELÉS DÉTERMINÉS PAR LE CUIRASSEMENT

SCHÉMA GÉNÉRAL

La cuirasse joue un rôle identique à celui d'un banc de roche résistante et arme véritablement le paysage. Le modelé actuel ne peut ainsi s'expliquer qu'à partir de ces surfaces cuirassées et de leur évolution dont il n'est en fait que le prolongement actuel, sous des conditions climatiques légèrement différentes il est vrai. Il importe donc de le replacer dans le cadre général de l'évolution paléoclimatique.

a. *Degré d'évolution d'ensemble du paysage*

L'évolution générale, qu'il serait trop long de reprendre ici, aboutit à deux types schématiques de paysage, en fonction essentiellement de la durée.

— le premier type est celui que nous avons décrit précédemment : une colline riche en fer domine le glacis cuirassé, ultérieurement coupé de sa source par une gouttière lors d'une reprise d'érosion. Ce glacis peut, lui aussi, avoir été disséqué et d'autres glacis peuvent s'y emboîter, laissant ainsi des buttes témoins en cuestas, où le démantèlement peut même aller jusqu'à la formation de collines à sommets subaplanis et gravillonnaires (fig. 9).

— le second type peut être une inversion totale du relief, lorsque la durée est suffisante, et lorsque les oscillations climatiques ont interrompu les processus de cuirassement. En effet, seules les parties aval des glacis et les anciennes dépressions indurées par la cuirasse résistent à l'érosion, tandis que les anciens reliefs ont été déblayés parce qu'ils étaient moins résistants : la surface qu'ils occupaient est maintenant une dépression (fig. 10).

Ces zones cuirassées, devenues plateaux sommitaux, jouent à leur tour le rôle de source et d'autres glacis cuirassés peuvent se former à leur pied et être démantelés par les mêmes processus en fonction des oscillations climatiques. L'évolution donne donc là encore des reliefs de cuestas, auxquels on donne souvent le nom de bowal (pluriel : bowé).

b. *Evolution de détail*

Le détail des modelés dépend de l'évolution de trois zones, à savoir la surface des cuirasses, leur rebord et les glacis.

- surfaces cuirassées.

En dehors d'une évolution sur place décrite ailleurs en détail (1) et qui est marquée par un durcissement progressif de certaines zones, un léger abaissement sur place, ou l'acquisition d'une topographie légèrement ondulée, les surfaces cuirassées peuvent se démanteler par exemple à la suite d'un abaissement

(1) par exemple TRICART J., CAILLEUX A., 1965, p. 235 et suivantes.

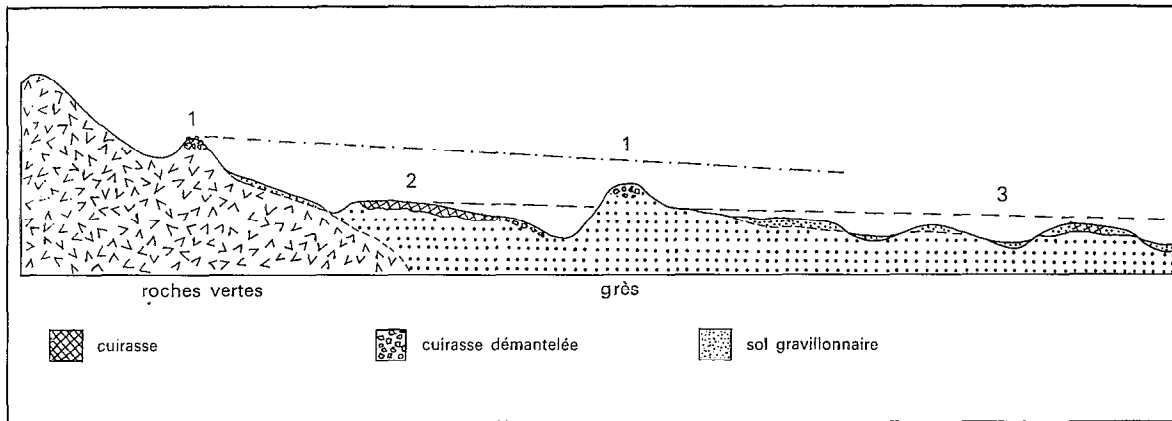


FIG. 9. — Glacis emboîtés et collines sub-aplanies. Région de Tando. (D'après V. ESCHENBRENNER, 1969).

1. Témoins d'un haut-glacis.
2. Bas-glacis.
3. Bas-glacis démantelé en collines.

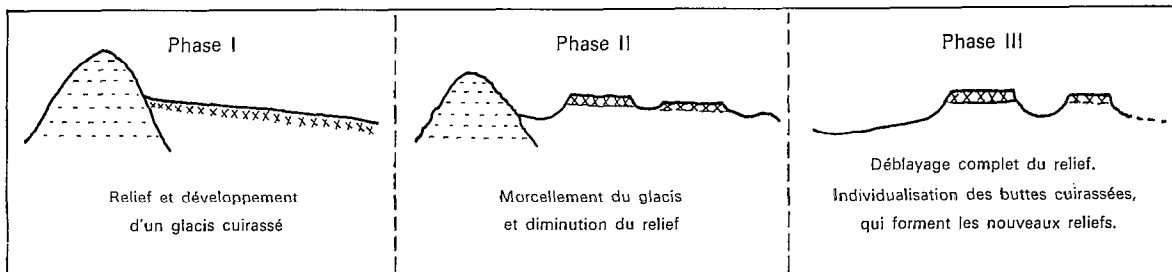


FIG. 10. — Inversion de relief en zone cuirassée.

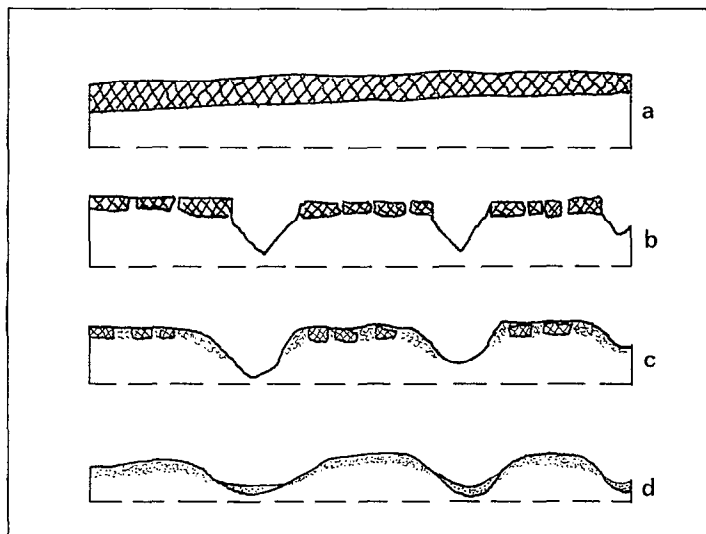


FIG. 11. — Evolution d'une surface cuirassée (par altération).

- a. Glacis cuirassé.
- b. Démantèlement de la surface, dissection par un réseau hydrographique.
- c. Intense altération.
- d. Transformation en collines gravillonnaires et colluvionnement dans bas-fond.

du niveau de base et d'une phase climatique plus humide. Le modelé à profil convexo concave qui en résulte est directement lié à cette évolution comme l'a montré V. ESCHENBRENNER dans la région de Tanda dans le nord-est de la Côte d'Ivoire (fig. 11) ⁽¹⁾.

- rebord des cuirasses et des bowé.

L'évolution maintes fois décrite est résumée dans la figure 12. Ce détail du modelé a une grande importance dans la répartition des formations végétales, puisque la zone de cuirasse éboulée, plus humide et aussi plus argileuse permet à la forêt de s'installer.

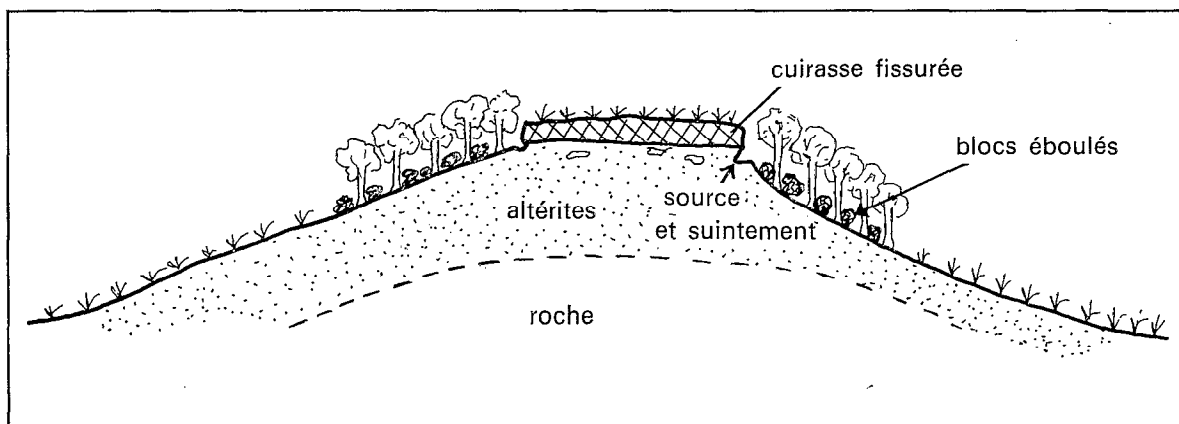


FIG. 12. — Evolution d'un rebord de cuirasse.

- glacis.

Les glacis qui se développent en contrebas des surfaces cuirassées forment les plans de raccordement avec les dépressions. Ils sont généralement sableux et/ou gravillonnaires en surface et présentent souvent un carapacement à leur base (cuirasse de nappe) ou aux deux tiers inférieurs de la pente. Ils semblent s'élaborer par ruissellement diffus et en nappe décapante.

LES DIFFÉRENTS ASPECTS DES MODELÉS

Selon qu'ils se développent sur schistes ou sur granites, les modelés présentent des variations assez sensibles, la grosse différence provenant de la proportion des surfaces en plateaux qui sont plus fortes sur schistes que sur granites.

a. Modelés sur schistes

Le pourcentage des surfaces occupées par les plateaux par rapport aux pentes et bas-fonds est élevé. Ces plateaux sont plus ou moins cuirassés, la cuirasse s'épaississant généralement en bordure ; un ressaut assez net domine un glacis caractérisé par un replat marqué vers le haut suivi d'une pente forte (7 à 10 %) mais relativement courte qui se raccorde à un bas-fond évasé (fig. 13).

(1) ESCHENBRENNER V., 1969.

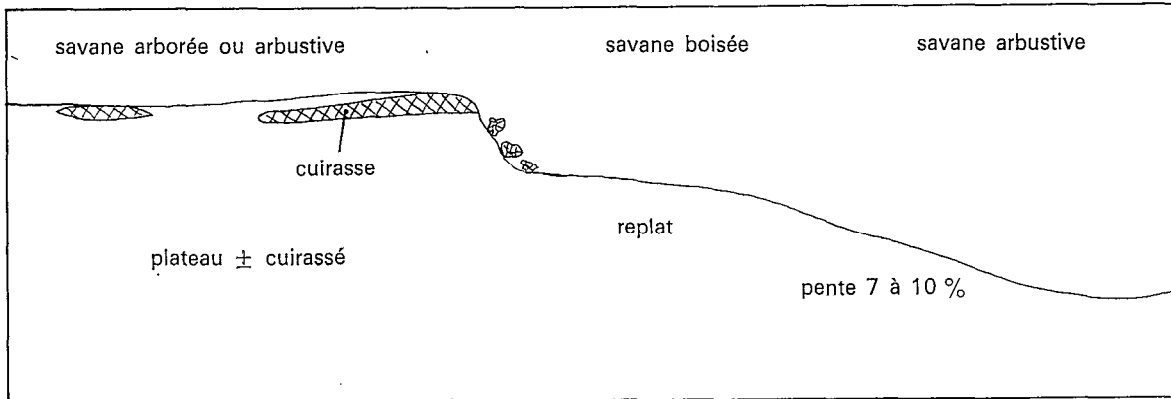


FIG. 13. — Modelé sur schistes (Savane).

b. *Modelés sur granites*

Les plateaux sont moins étendus que sur schistes, et présentent deux aspects. Ce sont en effet :

— soit des buttes témoins assez fortement cuirassées, mais d'extension réduite, de véritables « mcsas »,

— soit des plateaux beaucoup plus étendus mais dont la cuirasse est discontinue.

Le ressaut plus ou moins marqué domine un replat peu développé et une pente faible (1 à 3%) mais généralement longue. Le bas-fond est plat (fig. 14).

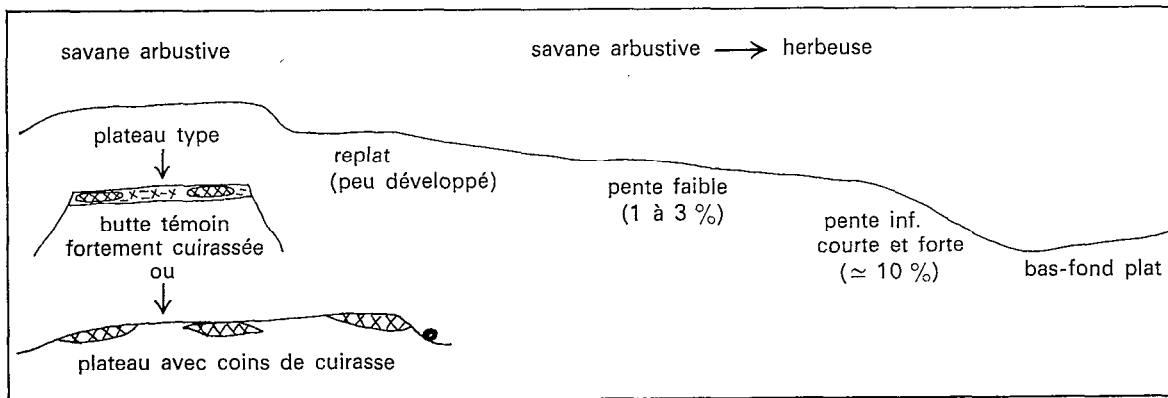


FIG. 14. — Modelé sur granites (Savane).

MODELÉS DES ZONES NON CUIRASSÉES

RÉGIONS DES INSELBERGE

En dehors des inselberge dont la dépression périphérique est bien marquée et que nous avons déjà décrits, deux types de modelés se rencontrent à leur pied en Côte d'Ivoire :

— le premier rencontré dans la région de Boundiali, et sans doute le plus fréquent, montre une zone en pente forte passant à un glacis à altération relativement profonde, puis à un versant de raccordement à pente assez forte (7 à 10 %) dominant un bas-fond peu marqué (fig. 15a).

— le second, dans la région de Séguéla, semble lié à une tectonique plus récente qui a entraîné un encaissement des vallées dans des berges assez étroites. Le glacis relativement plat est interrompu brusquement par l'entaille du marigot (fig. 15b).

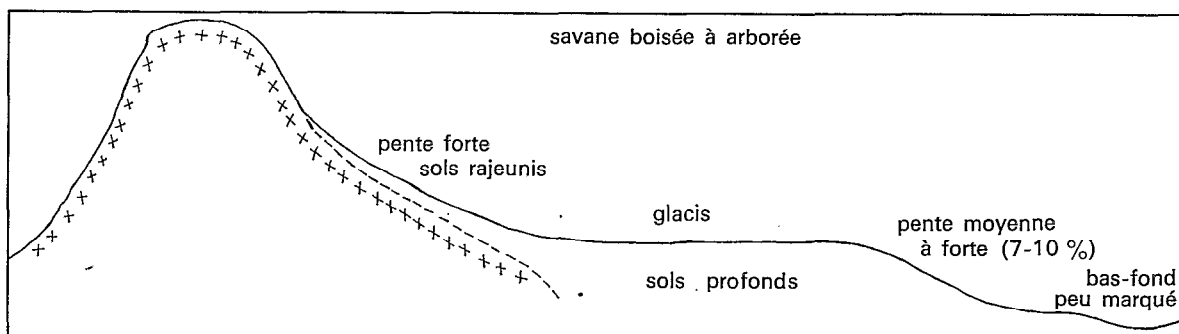


FIG. 15a. — Inselberg, région de Boundiali.

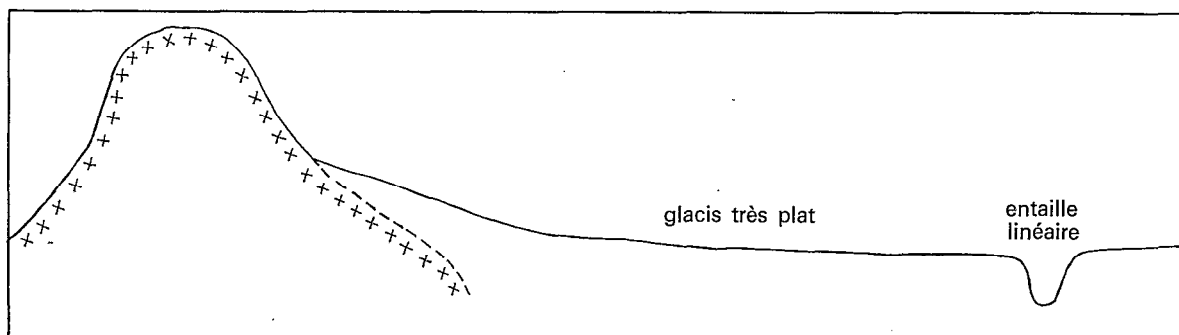


FIG. 15b. — Inselberg, région de Séguéla.

QUELQUES TYPES DE FONDS DE VALLÉES

Bien que ces zones soient à la limite des zones non cuirassées, puisque des cuirasses de nappes apparaissent parfois, il paraît intéressant d'en donner ici quelques coupes transversales. Elles ont été établies d'après une étude de N. LENEUF dans divers types de vallées et vallons du Nord de la Côte d'Ivoire (1) (fig. 16).

(1) N. LENEUF, 1954. Etude pédologique des sols de rizière du nord de la Côte d'Ivoire. ORSTOM, Centre d'Adiopodoumé, 28 p. multigr. et annexes.

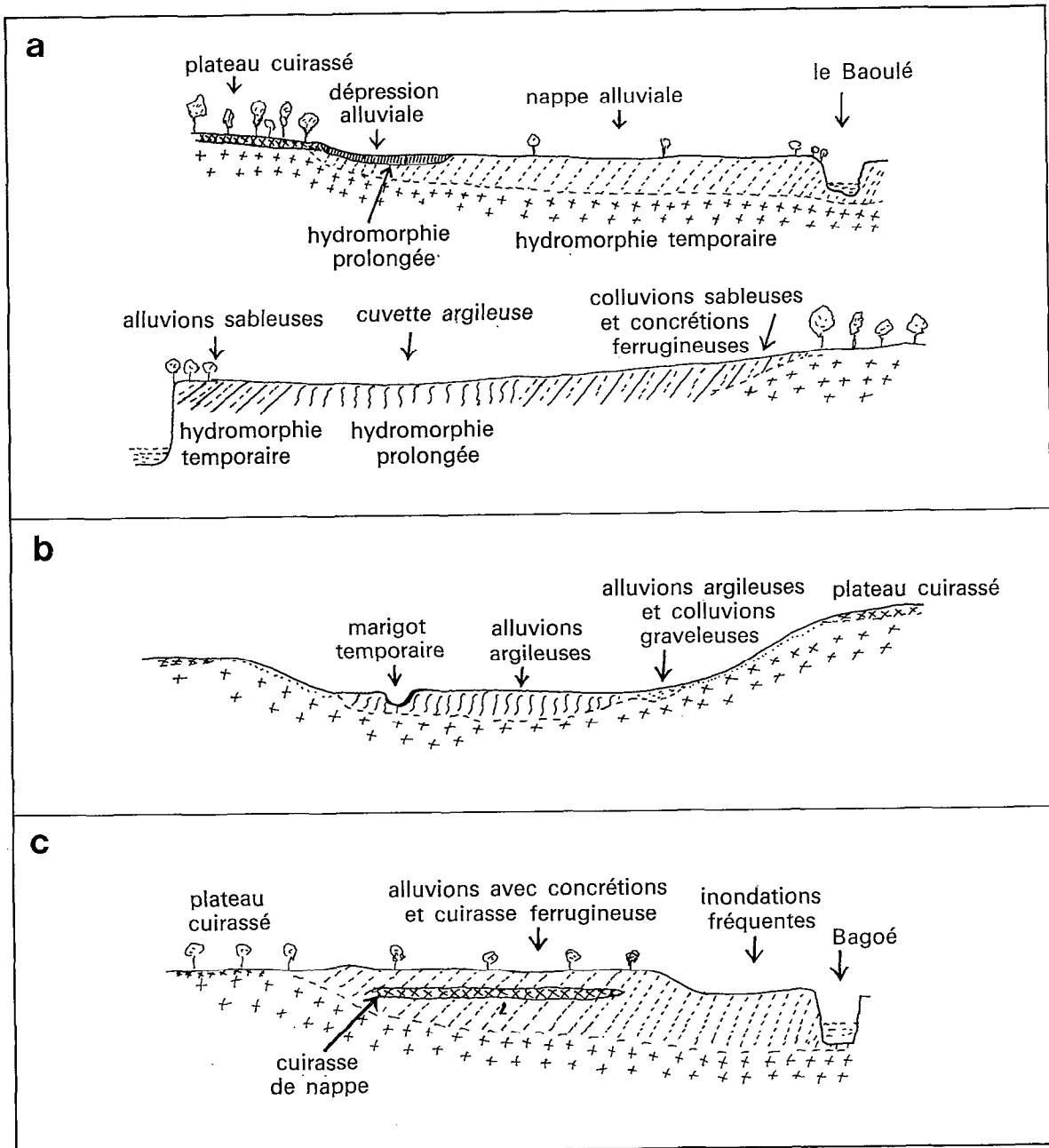


FIG. 16. — Modelés de fonds de vallées. Nord de la Côte d'Ivoire (d'après N. LENEUF - 1954).
 a. Terrasses alluviales hautes avec dépression latérale. (Marigot « Baoulé », Nord-Ouest).
 b. Talweg étroit, avec marigot temporaire latéral. (Lagoué, près de Ferkéssédougou).
 c. Terrasse alluviale avec cuirasse de nappe (Plaine de Papara, Boundiali).

LES MODELÉS DU SUD

« Les régions méridionales se présentent comme un monde de formes floues, ensevelies sous un manteau universel de produits meubles, d'aspect désordonné, d'où est absente toute hiérarchisation harmonieuse, et dans lequel des eaux précaires semblent en difficulté. Là où les conditions récentes d'une évolution cyclique ont imposé le facteur en apparence déterminant d'une reprise d'érosion, des affouillements se sont produits et la vallée tend à prendre une place accrue dans le paysage ; mais cela sans rigueur progressive, l'ensemble demeurant dominé par une succession d'ombilics et de rétrécissements... Un monde au total anarchique, dont les différenciations se traduisent avant tout par la plus ou moins grande mise en valeur et l'allure des volumes, suivant le substratum qu'ils surmontent (1) ».

Cette longue citation nous semble parfaitement résumer les conditions qui président à l'élaboration des modelés du sud de la Côte d'Ivoire.

L'originalité du modelé des versants est sans aucun doute l'angle relativement accusé qui marque le raccordement de la base avec les bas-fonds, de même que la distribution confuse était celle des reliefs. Il semble cependant qu'il faille y ajouter une autre caractéristique à savoir l'importance des planchers horizontaux qui forment les bas-fonds.

Mais au-delà de ces aspects communs, ce sont les phénomènes d'érosion différentielle qui président à la mise en place des modelés, étant entendu qu'il s'agit d'abord d'une érosion chimique, provenant d'une différence dans l'altérabilité des roches et dans l'aptitude de celles-ci à donner tel ou tel produit d'altération ; l'érosion mécanique n'intervient que par la suite.

Les différents modelés ont été largement décrits par G. ROUGERIE dans sa thèse, pages 459-486 ; nous n'en rappellerons que les caractéristiques essentielles.

LES MODELÉS GRANITIQUES

Dans les régions granitiques, la forte altération qui se développe donne aux formations superficielles des caractères particuliers : elles sont puissantes, fortement arénacées, poreuses et par conséquent très perméables. L'eau percole bien, permettant l'individualisation de niveaux d'accumulation, parfois gravillonnaires, et la constitution de nappes en profondeur.

Le raccordement des versants avec les dépressions se fait par une pente très accusée, tandis que les profils sont convexes et résultent de la combinaison de plusieurs facteurs :

— au sommet et sur les pentes, la perméabilité du matériel réduit le ruissellement au profit de l'infiltration. La reptation superficielle est certes parfois manifeste comme dans le cas de filons fauchés en surface dans le sens de la pente, mais il n'y a pas d'engorgement des débris à la base du versant.

— plus bas, la cohésion du matériel est plus forte, tandis que le versant est armé par une plus forte proportion de gravillons ferrugineux.

— à la base, les eaux infiltrées sont restituées par les nappes souterraines et les sourcins : elles exercent un soutirage du matériel qui crée un appel au vide, engendrant un profil convexe. Ces eaux permettent par ailleurs une exportation importante de matières dissoutes, mais l'altération isovolumétrique limite l'influence de ces départs sur le modelé.

Des nuances dans les modelés peuvent être dégagées en fonction de deux variétés de granites.

(1) ROUGERIE G., 1960, p. 434.

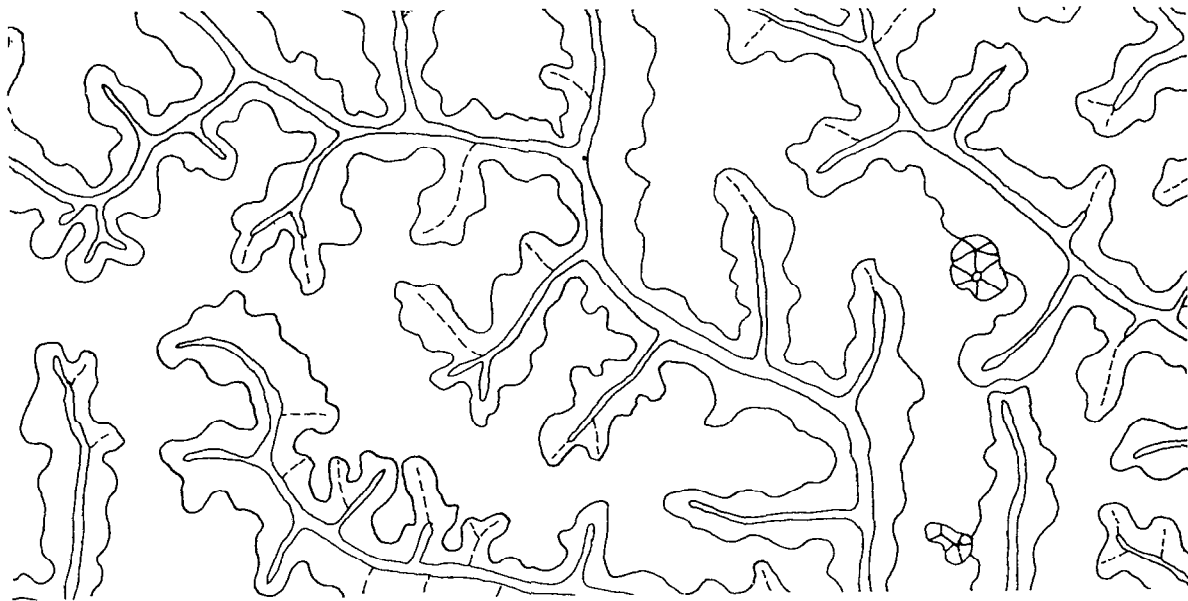
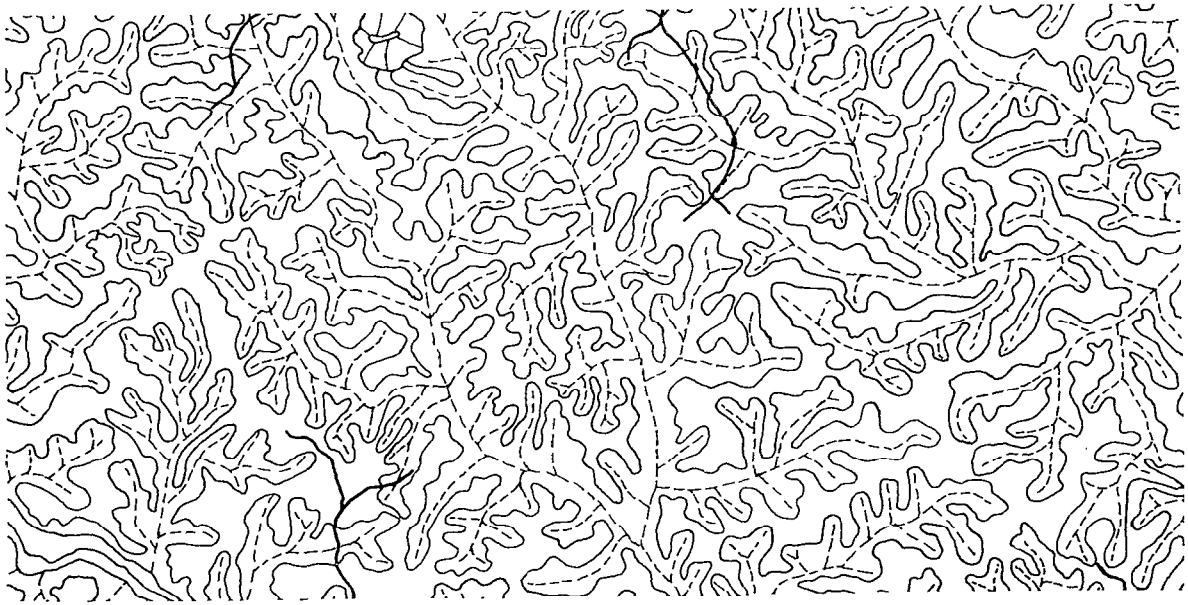


FIG. 17. — Types de modelés sur Granites (Echelle approchée ; 1/63 000).

En haut : Région de Port-Gauthier (Basse Côte).

En bas : Région de Bouaffle (Nord-ouest du bloc forestier).

N.B. : L'élargissement des interfluves vers le nord est un fait général. (D'après les cartes de pentes sup. et inf., photointerpr. de P. DE LA SOUCHÈRE et L. BADARELLO).

a. *les granites gneissiques et alcalins des régions des plaines* (littorales et intérieures) et des bas plateaux donnent des reliefs confus et vallonnés. Le modelé y revêt deux aspects :

— ou bien des mamelons très étroits s'élèvent difficilement au-dessus des dépressions dont les planchers n'ont pas la planité que l'on rencontre généralement. C'est d'après G. ROUGERIE « probablement une topographie particulièrement vieillie, où l'ennoyage tropical humide sous les produits colluviaux arrive à l'emporter sur le déblaiement des bas-fonds » (Région de Divo, de Guitri, de Taï, arrière pays de Fresco et de Sassandra...).

— ou bien des volumes à flancs convexes dominant des vasques largement évasées. Vers le nord, les mamelons prennent une place plus grande et occupent une plus grande surface (fig. 17).

b. *Les granites à hypersthène de la région de Man* et les granodiorites de la région d'Aboisso forment le substratum de régions plus accidentées, et le modelé devient plus heurté, tout en restant dans le style des pays granitiques. Le problème posé par ces reliefs n'est pas entièrement résolu, mouvements tectoniques et paléoclimats moins humides avec formation de cuirasses ayant permis une meilleure résistance du relief, peuvent être invoqués à titre d'hypothèses.

LES MODELÉS SCHISTEUX

Les pays schisteux de plaines et de plateaux du sud de la Côte d'Ivoire possèdent, comme dans les pays granitiques, une épaisse couverture d'altération, mais leur originalité provient de trois différences essentielles :

— le matériel est constitué d'éléments plus fins ; la roche s'altère en effet en argiles, et lorsqu'il y a des micas, les oxydes de fer abondants par ailleurs peptisent ces argiles.

— les horizons des sols sont moins tranchés, en particulier les horizons de surface ne sont guère plus perméables que le reste du profil.

— les nappes d'eau affleurantes sont rares, et le chevelu hydrographique est mieux développé, la densité des talwegs étant plus forte.

Ces caractéristiques se répercutent sur les modelés par l'intermédiaire des agents de façonnement :

— le ruissellement semble en effet jouer un plus grand rôle que dans les pays granitiques ; la perméabilité est suffisante pour entraver le ruissellement concentré, mais permet un ruissellement diffus très important.

— ce ruissellement diffus est accru par le faible espacement des talwegs donnant des versants courts,

- il entraîne un décapage généralisé qui commence très haut sur les versants,

- il apporte une assez grande quantité de matériel au pied des versants, par colluvionnement, et le raccordement du bas du versant et du bas fond se fait par une concavité.

— la solifluxion est davantage favorisée par les éléments limono-argileux : des bourrelets apparaissent sur les pentes. Pourtant le phénomène semble limité par la nature des argiles. Celles-ci sont en effet ferrugineuses, ce qui diminue leur plasticité et porte leur limite de liquidité à une valeur trop élevée pour qu'elle soit franchie. Les grands décollements sont donc rares, et seules des petits arrachements se produisent.

— Par ailleurs, l'absence fréquente de bas-fonds marécageux où les eaux stagnent, a un double rôle sur le façonnement des versants et sur celui des bas-fonds :

- les sapements sont inexistantes ce qui empêche les versants de garder une convexité médiane ;



FIG. 18. — Types de modelés sur Schistes (Echelle approchée 1/63 000).

En haut : Région de Labbé (au nord d'Abidjan).

En bas : Région de Beki (au sud d'Abengourou).

N.B. : Comme sur granites, l'élargissement des interfluves vers le nord est un fait général (D'après les cartes des lignes de pentes supérieure et inférieure, photinterprétation de P. DE LA SOUCHÈRE et L. BADARELLO).

- les inondations moins fréquentes étalent moins les matériaux dans les bas-fonds, d'où engorgement.

Enfin, la nature de la roche est peu favorable à une altération irrégulière : les fonds ont ainsi un profil plus régulier (fig. 18).

LES MODELÉS SUR SABLES TERTIAIRES

Les sables tertiaires bordant le littoral apportent une originalité dans les modelés du sud de la Côte d'Ivoire ; ils forment des bas plateaux dominant les lagunes et la mer vers le sud, mais aussi très souvent en relief au-dessus des plaines granitiques et schisteuses vers le nord. A la place des vallonnements ou des mamelonnements des schistes et des granites, on trouve ici des plateaux aux sommets horizontaux, à l'allure festonnée sur leur pourtour, et coupés par des talwegs mieux hiérarchisés, mais non drainés. Les versants sont doux, légèrement convexes en haut, concaves à la base.

Ces vallons prennent une forme différente sur la périphérie et plus particulièrement en bordure des lagunes : fortement incisés, ils sont à fonds plats et proviennent d'une reprise d'érosion récente.

L'origine du modelé particulier est à rechercher dans la nature même de ce matériel essentiellement quartzeux : l'altération y est faible : « elle n'impose pas une orientation à l'évolution morphogénétique. Pour une fois, son efficacité passe après celle des agents d'érosion mécanique » (1).

Cependant, cette altération existe néanmoins et fractionne en particulier les sables en éléments plus petits, de la taille des sables très fins et des limons. Ces éléments « sont entraînés par les eaux d'infiltration et viennent colmater les vides de la formation dont ils diminuent la perméabilité : suffisamment altérés, les sables, surtout lorsqu'ils sont ferrugineux à l'origine, donnent des formations superficielles relativement compactes durcissant à la sécheresse et assez imperméables pour permettre le ruissellement » (2). Le processus est lent et ne se développe sur des pentes faibles, mais il peut expliquer d'une part les différences entre les plateaux et les incisions de la bordure dues à une reprise d'érosion rapide, d'autre part le ruissellement important qui passe au ravinement comme dans le cas de la plantation industrielle sur les sables de la région de Dabou, citée au paragraphe précédent. Il faut ajouter cependant que quelques passées argileuses peuvent avoir le même rôle.

Enfin, il faut bien voir que ces phénomènes n'empêchent pas complètement l'infiltration des eaux ; mais cette eau infiltrée descend très profondément et alimente des nappes qui sont à une trop grande profondeur pour former des émergences dans les bas-fonds. Les actions de sapements dues à la stagnation de l'eau dans des marécages n'existent donc pas ici.

Un dernier point mérite d'être signalé : ce sont les nombreuses dépressions fermées circulaires qui occupent les surfaces des plateaux, et qui ont été étudiées par F. HUMBEL (3). Localisées essentiellement en bordure des plateaux, elles sont sans doute dues à des tassements et affaissements d'un niveau argileux sous-jacent, avec des phénomènes de soutirage (fig. 19).

(1) ROUGERIE G., 1960, p. 482.

(2) TRICART J., CAILLEUX A., 1965, p. 182.

(3) HUMBEL F., 1964.

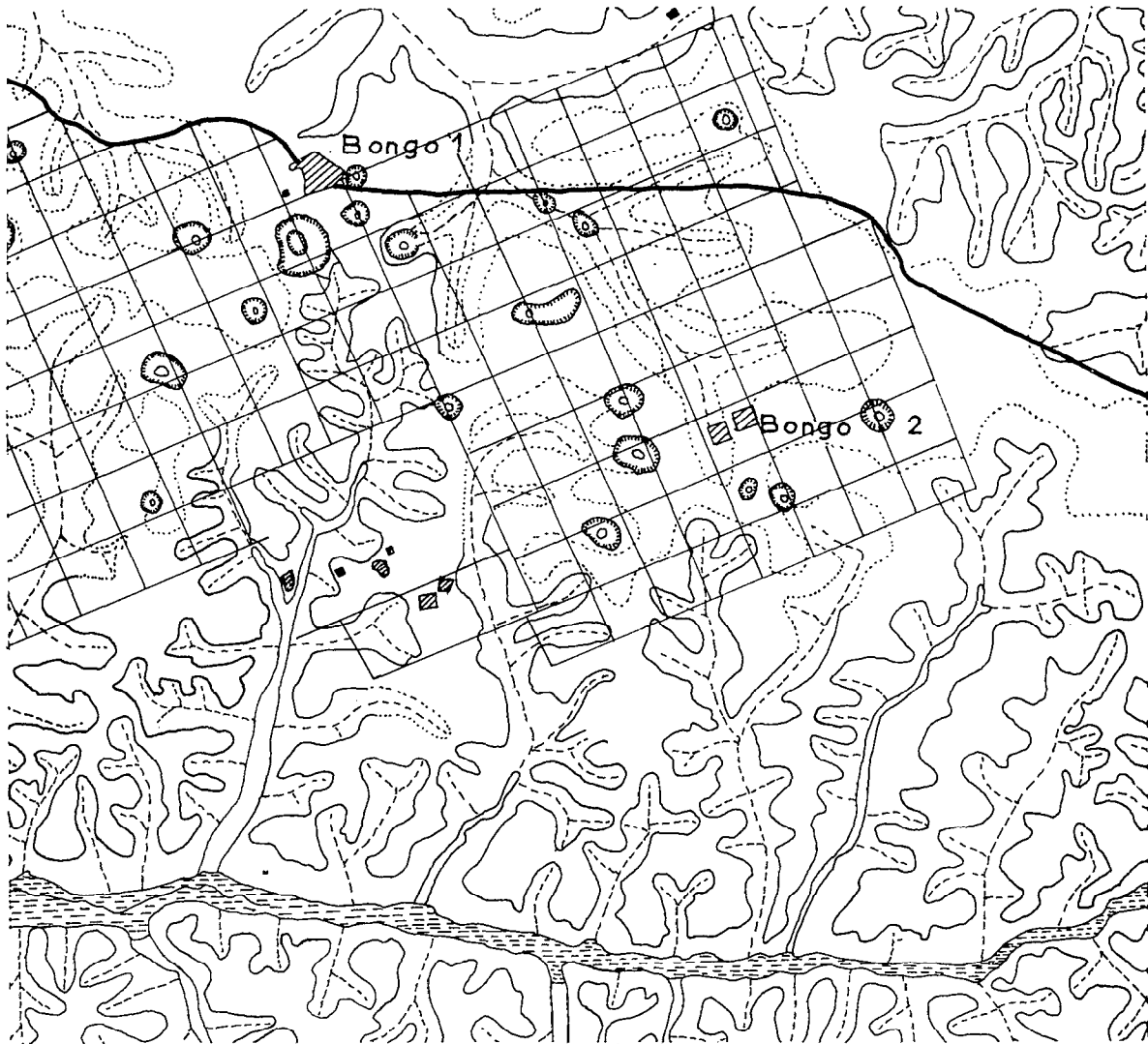


FIG. 19. — Type de modelé sur Sables tertiaires (Echelle approchée 1/63 000).

Région en bordure de la Comoé (Plantations de Bongo) (D'après les cartes de lignes de pentes, photointerprétation de P. DE LA SOUCHÈRE et L. BADARELLO).

LES MODELÉS SUR ROCHES VERTES

Nettement repérables dans le paysage actuel, les formes qui sont liées aux roches vertes du Birrimien dominant franchement les plateaux ou les plaines par de hautes buttes dont le commandement est souvent de 300 à 400 m. Ces buttes à sommets souvent tabulaires, cuirassés, et à flans rigides et irréguliers dans le détail sont en fait de forme complexe et correspondent aux reliefs que nous avons déjà décrits dans le nord. Même sous forêt les « séquelles du passé dominant encore l'évolution morphogénétique » (ROUGERIE), et celle-ci n'apporte en fait qu'une modification de détail :

— les cuirasses du sommet sont attaquées par une déferruginisation exercée par les matières organiques forestières, disloquées par les racines et la chute des arbres ; elles s'éboulent sur leurs fronts par suite d'un sapement de la base par les eaux souterraines, etc. Elles forment des corniches qui dominent les versants.

— les versants évoluent par ruissellement, avec parfois une solifluxion par décollements.

— les parties basses de ces versants sont par contre déjà mieux adaptées à la morphologie tropicale humide, mais l'influence de la raideur des pentes perturbe encore son action.

La teneur en argile du matériau d'altération favorise la solifluxion et le ruissellement diffus en surface. G. ROUGERIE pense que ces actions sont responsables des légères convexités qui marquent souvent les deux tiers inférieurs des versants : « après une concavité sommitale, on voit en effet les pentes passer à des valeurs croissantes vers le bas, de 10 à 15°, puis de 15 à 20, puis supérieures à 20° ».

Mais les pentes fortes et longues permettent aussi un ruissellement concentré qui se manifeste sur les versants par des sillons d'érosion au profil en V, sans élargissement des fonds.

BIBLIOGRAPHIE

I. CLASSEMENT PAR AUTEURS

1. ASSEMIEN (P.), FILLERON (J.C.), MARTIN (L.), TASTET (J.P.), 1969. — Le quaternaire de la zone littorale de Côte d'Ivoire VII^e Congrès INQUA, PARIS, Résumé des communications, p. 249 (Article complet à paraître 10 p. dactyl.).
2. BOULANGE (B.), 1969. — Présentation d'un massif bauxitique de la Côte d'Ivoire : L'Orumbo-Bocca. ORSTOM, Centre d'Adiopodoumé, 17 p. multigr.
3. BRUGIÈRE (J.M.), 1948a. — La dégradation des sols dans la région de Ferkéssédougou. ORSTOM-IDERT. Adiopodoumé, 4 p. dactyl.
4. BRUGIÈRE (J.M.) 1948b. — Rapport pédologique sur la mission du Foro-Foro (I.R.C.T.) ORSTOM-IDERT. Adiopodoumé, 47 p. dactyl.
5. DEBYSER (J.), 1955. — Etude sédimentologique du système lagunaire d'Abidjan (Côte d'Ivoire) Institut français du pétrole, 2 rue de Lübeck, Paris-16^e, Vol. X, n° 5.
6. DELVIGNE (J.), 1966. — Pédogenèse en zone tropicale ; la formation des minéraux secondaires en milieu ferrallitique. ORSTOM, Dunod, Paris. 157 p., 9 pl. phot.
7. DELVIGNE (J.), 1967. — Bilans géochimiques de l'altération des roches basiques en Côte d'Ivoire ferrallitique. *Revue de Géogr. phys. et de Géol. dyn.* Vol. IX, fasc. 4, pp. 311-320.
8. DELVIGNE (J.), GRANDIN (G.), 1969. — Etude des cycles morphogénétiques et tentative de chronologie paléoclimatique dans la région granitique de Toumodi (Côte d'Ivoire). *C.R. Acad. Sc. Paris*, oct. Tome 269, série D, pp. 1372-1375.
9. DEMANGEOT (J.), 1967. — Les milieux naturels tropicaux. Cours de géographie physique C.D.U. 5 pl. de la Sorbonne, Paris, 145 p.
10. DRESCH (J.), 1952. — Dépôts de couverture et relief en Afrique Occidentale Française. Proc. 8th. Assembly, 17th. Congress. inter. Géograph. Union. Washington, pp. 323-326.
11. ESCHENBRENNER (V.), 1969. — Etude géomorphologique et pédologique de la région de Tanda (Côte d'Ivoire). ORSTOM, Adiopodoumé n° 4, 83 p., + annexes.
12. GRANDIN (G.), 1968a. — Aspects exogènes du gisement de manganèse de Grand-Lahou (Côte d'Ivoire). *Chronique des Mines et de la Recherche minière* n° 375, pp. 199-206.
13. GRANDIN (G.), 1968b. — Les niveaux cuirassés dans la région de Blafogueto. Communication au VI^e Congrès de la WASA - Abidjan (8-13 août). ORSTOM. Adiopodoumé 14 p. multigr.
14. GRANDIN (G.), DELVIGNE (J.), 1969. — Les cuirasses de la région birrimienne volcano-sédimentaire de Toumodi, jalons de l'Histoire morphologique de la Côte d'Ivoire. *C.R. Acad. Sciences*, Paris. Tome 269, série D, n° 16, pp. 1474-1477.

15. GUILCHER (A.), 1954. — Dynamique et morphologie des côtes sableuses de l'Afrique Atlantique, *Cahier de l'Information Géographique* n° 1, pp. 57-68.
16. GUILCHER (A.), 1961. — Océanographie côtière en Côte d'Ivoire. Norois, Fr. t. 8, n° 29
17. HUMBEL (F.X.), 1964. — Etude de quelques dépressions circulaires à la surface d'un plateau sédimentaire de Côte d'Ivoire. Cahiers ORSTOM Pédologie. Vol. II, fasc. 3, pp. 27-42.
18. LAMOTTE (M.), ROUGERIE (G.), 1952a. — Nature et origine du relief de la dorsale Guinéenne. *C.R.Ac. Sc. Paris*, T. 235, pp. 1144-1146.
19. LAMOTTE (M.), ROUGERIE (G.), 1952b. — Coexistence de trois types de modelés dans les chaînes quartzitiques du Nimba et de Simandou (Haute-Guinée Française). *Ann. de Géogr.* t. 328, L X I, pp. 432-442.
20. LAMOTTE (M.), ROUGERIE (G.), 1961. — Les niveaux d'érosion intérieurs dans l'Ouest Africain. *Recherches Africaines*, Conakry, n° 4, pp. 51-70.
21. LAMOTTE (M.), ROUGERIE (G.), 1962. — Les apports allochtones dans la genèse des cuirasses ferrugineuses. *Revue de Géomorphologie Dynamique*, n° 10-11-12, pp. 145-160.
22. LAPLANTE (A.), ROUGERIE (G.), 1950. — Etude pédologique du bassin français de la Bia. *Bull. IFAN*, t. 4, pp. 883-904.
23. LATHAM (M.), 1966. — Etude des sols de la zone de contact entre le sol birimien et les formations sédimentaires néogènes de Côte d'Ivoire. ORSTOM Adiopodoumé. 87 p. multigr. 10 pl. h.t., 2 cartes pédo à 1/10 000 h.t.
24. LE BOURDIEC (P.), 1958a. — Aspect de la morphogenèse plio-quaternaire en basse Côte d'Ivoire. *Revue de Géomorphologie Dynamique*. T. 9, n° 3-4, pp. 33-42.
25. LE BOURDIEC (P.), 1958b. — Contribution à l'étude géomorphologique du bassin sédimentaire et des régions littorales de Côte d'Ivoire. *Etudes Eburnéennes*, t. VII, IFAN, Côte d'Ivoire, pp. 7-96.
26. LECLERC (J.Ch.), 1945. — Structure et relief de l'Afrique Occidentale, *Et. Rhod.*, n° 22, pp. 149-172.
27. LECLERC (J.Ch.), LAMOTTE (M.), RICHARD-MOLARD (J.), 1949. — Niveaux et cycles d'érosion du Mont Nimba (Haute-Guinée Française). *C.R.Ac.Sc. Paris*, t. 228, p. 1510.
28. LECLERC (J. Ch.) RICHARD-MOLARD (J.), LAMOTTE (M.), ROUGERIE (G.), PORTERES (R.), 1955. — La chaîne du Nimba, essai géographique. *Mém. IFAN*, n° 43, Dakar, 271 p.
29. LENEUF (M.), 1959. — L'altération des granites calco-alcalins et des granodiorites en Côte d'Ivoire Forestière et les sols qui en sont dérivés. Th. Sc. Paris, 210 p., ORSTOM.
30. LENEUF (N.), 1964. — Les éléments hérités dans la pédogenèse des régions tropicales. VIII^e Congrès de la Science du sol, Bucarest, sec. VII, 6 p.
31. MAYMARD (J.), 1954. — Etude pédologique dans la région de Korhogo. ORSTOM. Bondy 83 p.
32. MAYMARD (J.), 1963. — Sols alluvionnaires de Côte d'Ivoire. ORSTOM. IDERT. Adiopodoumé. V^e réunion du C.R.O.A.C.U.S. Freetown 10-15 juin, 8 p. dactyl.
33. MORNET (J.), 1907. — Les lagunes de la Côte d'Ivoire. Suppl. Bull. Comité Afrique Française n° 7, pp. 157-163.
34. RIOU (G.), 1960a. — Notes préliminaires sur la mission Soubré-Tai (avril-mai). ORSTOM-IDERT. Adiopodoumé. 16 p. multigr.
35. RIOU (G.), 1960b. — Rapport sur la mission militaire Soubré-Tai (20 avril-4 mai). Note de pédologie et de géomorphologie ORSTOM-IDERT. Adiopodoumé. novembre 1960, 35 p., 8 graph., 1 carte de situat.
36. RIOU (G.), 1960c. — Etude de quelques formations superficielles des régions de Toumodi-Bouaké - Abengourou-Bongouanou. ORSTOM-IDERT. Adiopodoumé. inédit. 8 p. dactyl.
37. RIOU (G.), 1961. — Notes sur quelques problèmes de géomorphologie et de pédologie dans la zone de transition forêt-savane. I. Région de Toumodi. ORSTOM-IDERT. Adiopodoumé. Inédit. 56 p. multigr. 9 photos, 3 cartes.
38. RIOU (G.), 1965. — Notes sur les sols complexes des savanes préforestières en Côte d'Ivoire, *Annales de l'Université d'Abidjan*, série lettres, n° 1, pp. 17-36.
39. RIOU (G.), 1966. — Les sols en pays Baoulé. Utilisations. Possibilités de mise en valeur. T. 1, 2, 3. Thèse 3^e cycle. Strasbourg (t. 1, 77 p.).
40. ROOSE (E.J.), 1967a. — Contribution à l'étude de la méthode des bandes d'arrêt pour la conservation des sols. Etudes expérimentales et observations sur le terrain. ORSTOM Adiopodoumé. 19 p. multigr.
41. ROOSE (E.J.), 1967b. — L'aménagement des ravines en Côte d'Ivoire. ORSTOM. Adiopodoumé, Pédo. 7 p., Multigr.
42. ROUGERIE (G.), 1950. — Le pays du Sanwi. Esquisse morphologique dans le sud-est de la Côte d'Ivoire. *Bull. A.G.F.*, pp. 138-145.

43. ROUGERIE (G.), 1951. — Etude morphologique du bassin français de la Bia et des régions littorales de la lagune Aby, basse Côte d'Ivoire Orient. IFAN. Dakar. *Etudes éburnéennes* n° 2, 108 p.
44. ROUGERIE (G.), LAMOTTE (M.), 1952. — Observations morphologiques préliminaires sur la chaîne du Nimba. *Bull. Ass. Géogr. Fr.* n° 226-227-228, pp. 113-120.
45. ROUGERIE (G.), 1958. — Le niveau de 200 m et les niveaux récents en Côte d'Ivoire, *Et. Eburnéennes*, Côte d'Ivoire, t. 7, pp. 223-233.
46. ROUGERIE (G.), 1958. — Existence et modalités du ruissellement sous forêt dense de Côte d'Ivoire. *C.R.Ac.Sc.*, CCXLVI, pp. 290-292.
47. ROUGERIE (G.), 1956. — Etude des modes d'érosion et de façonnement des versants en Côte d'Ivoire équatoriale. 1^{er} rapport. Commission des versants, U.G.I. Amsterdam, pp. 136-141.
48. ROUGERIE (G.), 1960. — Le façonnement actuel des modelés en Côte d'Ivoire Forestière, Mém. IFAN, n° 58, 542 p.
49. ROUGERIE (G.), 1961. — Modelés et dynamiques de savane en Guinée Orientale. *Et. Afric (Conakry)*, n° 4, pp. 24-50.
50. ROUGERIE (G.), 1964-1967. — La Côte d'Ivoire. *Coll. Que sais-je ?* n° 1137. P.U.F., Paris, 128 p.
51. TRICART (J.), 1955. — Types de fleuves et systèmes morphogénétiques en Afrique Occidentale. *Bull. Sect. Géogr. Comité Trav. Hist. & Sc.* t. LXIII, Paris. Imprimerie Nat. pp. 303-345, 21 pl.
52. TRICART (J.), 1957. — Comparaison entre les conditions de façonnement des lits fluviaux en zone tempérée et en zone intertropicale. *C.R.Ac.Sc.*, CCXLV, pp. 555-557.
53. TRICART (J.), 1957. — Aspects et problèmes géomorphologiques du littoral occidental de la Côte d'Ivoire. *Bull. IFAN*, t. XIX, série A, n° 1, Dakar, pp. 1-20.
54. TRICART (J.), 1959. — Observations sur le façonnement des rapides des rivières intertropicales. *Bull. Sec. de Géogr. du Comité des Tr. Hist. et Sc.*, t. LXXI, Paris, Imprimerie Nat. pp. 289-313.
55. TRICART (J.), 1962a. — Etude générale de la desserte portuaire de la « SASCA ». I. Conditions morphodynamiques générales du littoral occidental de Côte d'Ivoire. *Cahiers Océanogr.* XIV, pp. 88-97.
56. TRICART (J.), 1962b. — Etude générale de la desserte portuaire de la SASCA. 2^e partie. Les sites portuaires, leurs caractéristiques morphodynamiques et leurs possibilités d'aménagement. *Cahiers Océanogr.* XIV, pp. 146-161.
57. TRICART (J.), 1962c. — Quelques éléments de l'évolution géomorphologique de l'Ouest de la Côte d'Ivoire. *Recherches africaines*, Conakry, n° 1, pp. 31-39.
58. TRICART (J.), CAILLEUX (A.), 1965. — Le modelé des régions chaudes (forêts et savanes) *Traité de Géomorph.* T,V, SEDES-Paris, 322 p.
59. VOGT (J.), 1956. — Rapport provisoire de mission en moyenne Côte d'Ivoire. Serv. Géol. et de prospection minière Dakar. Août, inédit.
60. VOGT (J.), 1959a. — Aspects de l'évolution morphologique récente de l'Ouest Africain. *Annales de Géographie.* t. 68, n° 367, pp. 193-206.
61. VOGT (J.), 1959b. — Note sur la Lobo (Côte d'Ivoire). S.G.P.M. Dakar, 14 p. multigr.
62. VOGT (J.), 1960. — Observations nouvelles sur les alluvions inactuelles de C.I. et de Haute-Guinée. Acte du 84^e Congrès des Sociétés Savantes, Dijon. pp. 205-226.
63. VOGT (J.), 1968. — Le dernier cycle de creusement et d'accumulation et les processus actuels dans les savanes des confins de Côte d'Ivoire et de Haute-Volta. WASA, VI^e Conf. Biennale Abidjan. Section Sciences de la Terre, Univers. Abidjan 8 p., multigr.

II. CLASSEMENT PAR MATIÈRES

1. Ouvrages et articles avec références à plusieurs aspects :

9. DEMANGEOT (J.), 1967. - 28. LECLERC (J.Ch.), 1955. - MAYMARD (J.), 1954. - 36. RIOU (G.), 1960. - 37. RIOU (G.), 1961. - 38. RIOU (G.), 1965. - 39. RIOU (G.), 1966. - 48. ROUGERIE (G.), 1960. - 49. ROUGERIE (G.), 1961. - 50. ROUGERIE (G.), 1964. - 58. TRICART (J.), CAILLEUX (A.), 1965. - 60. VOGT (J.), 1959.

2. Types de modelés et reliefs :

18. LAMOTTE (M.), ROUGERIE (G.), 1952. - 19. LAMOTTE (M.), ROUGERIE (G.), 1952. - 26. LECLERC (J.Ch.), 1945. - 44. ROUGERIE (G.), LAMOTTE (M.), 1952. - 49. ROUGERIE (G.), 1961.

3. Morphogenèse, pédogenèse et altérations :

6. DELVIGNE (J.), 1966. - 7. DELVIGNE (J.), 1967. - 17. HUMBEL (F.X.), 1964. - 22. LAPLANTE (A.), ROUGERIE (G.), 1950. - 23. LATHAM (M.), 1966. - 29. LENEUF (N.), 1959.

4. Dynamique actuelle et érosion :

3. BRUGIÈRE (J.M.), 1948. - 34. RIOU (G.), 1960. - 35. RIOU (G.), 1960. - 40. ROOSE (E.), 1967. - 41. ROOSE (E.), 1967. - 46. ROUGERIE (G.), 1958. - 47. ROUGERIE (G.), 1956. - 63. VOGT (J.), 1968.

5. Morphogenèse fluviale :

32. MAYMARD (J.), 1963. - 34. RIOU (G.), 1960. - 35. RIOU (G.), 1960. - 39. RIOU (G.), 1966. - 51. TRICART (J.), 1955. - 52. TRICART (J.), 1957. - 54. TRICART (J.), 1959. - 59. VOGT (J.), 1956. - 60. VOGT (J.), 1959. - 61. VOGT (J.), 1959. - 62. VOGT (J.), 1960. - 63. VOGT (J.), 1968.

6. Morphogenèse littorale et lagunes :

1. ASSEMIEN (P.), 1969. - 5. DEBYSER (J.), 1955. - 15. GUILCHER (A.), 1954. - 16. GUILCHER (A.), 1961. - 24. LE BOURDIEC (P.), 1958. - 25. LE BOURDIEC (P.), 1958. - 33. MORNET (J.), 1907. - 43. ROUGERIE (G.), 1951. - 53. TRICART (J.), 1957. - 55. TRICART (J.), 1962. - 56. TRICART (J.), 1962.

7. Aspects paléoclimatiques et problèmes du quaternaire :

1. ASSEMIEN (P.), 1969. - 2. BOULANGE (B.), 1969. - 4. BRUGIÈRE (J.M.), 1948. - 8. DELVIGNE (J.), GRANDIN (G.), 1969. - 10. DRESCH (J.), 1952. - 11. ESCHENBRENNER (V.), 1969. - 12. GRANDIN (G.), 1968. - 13. GRANDIN (G.), 1968. - 14. GRANDIN (G.), DELVIGNE (J.), 1969. - 20. LAMOTTE (M.), ROUGERIE (G.), 1961. - 23. LATHAM (M.), 1966. - 24. LE BOURDIEC (P.), 1958. - 25. LE BOURDIEC (P.), 1958. - 27. LECLERC (J.Ch.), 1949. - 42. ROUGERIE (G.), 1950. - 43. ROUGERIE (G.), 1951. - 45. ROUGERIE (G.), 1958. - 53. TRICART (J.), 1957. - 57. TRICART (J.), 1962. - 59. VOGT (J.), 1956. - 61. VOGT (J.), 1959. - 62. VOGT (J.), 1960. - 63. VOGT (J.), 1968.

8. Cuirasses :

2. BOULANGE (B.), 1969. - 3. BRUGIÈRE (J.M.), 1948. - 8. DELVIGNE (J.), GRANDIN (G.), 1969. - 11. ESCHENBRENNER (V.), 1969. - 12. GRANDIN (G.), 1968. - 13. GRANDIN (G.), 1968. - 14. GRANDIN (G.), DELVIGNE (J.), 1969. - 21. LAMOTTE (M.), ROUGERIE (G.), 1962. - 57. TRICART (J.), 1962.

III. RÉPERTOIRE GÉOGRAPHIQUE

1. Côte d'Ivoire en général.

— Ouvrages généraux avec références à la Côte d'Ivoire.

9. DEMANGEOT (J.), 1967. - 10. DRESCH (J.), 1952. - 20. LAMOTTE (M.), ROUGERIE (G.), 1961. - 26. LECLERC (J.Ch.), 1945. - 49. ROUGERIE (G.), 1961. - 51. TRICART (J.), 1955. - 52. TRICART (J.), 1957. - 54. TRICART (J.), 1959. - 58. TRICART (J.), CALLEUX (A.), 1965. - 60. VOGT (J.), 1959.

— Côte d'Ivoire exclusivement :

21. LAMOTTE (M.), ROUGERIE (G.), 1962. - 29. LENEUF (N.), 1959. - 30. LENEUF (N.), 1964. - 32. MAYMARD (J.), 1963. - 40. ROOSE (E.), 1967. - 41. ROOSE (E.), 1967. - 45. ROUGERIE (G.), 1958. - 46. ROUGERIE (G.), 1958. - 47. ROUGERIE (G.), 1956. - 48. ROUGERIE (G.), 1960. - 50. ROUGERIE (G.), 1964. - 62. VOGT (J.), 1960.

2. Nord-ouest et ouest :

18. LAMOTTE (M.), ROUGERIE (G.), 1952. - 19. LAMOTTE (M.), ROUGERIE (G.), 1952. - 27. LECLERC (J.Ch.) LAMOTTE (M.), RICHARD-MOLARD (J.), ROUGERIE (G.), PORTERES (R.), 1955. - 44. ROUGERIE (G.), LAMOTTE (M.), 1952.

3. Nord :

3. BRUGIÈRE (J.M.), 1948. - 31. MAYMARD (J.), 1954. - 63. VOGT (J.), 1968.

4. Centre :

2. BOULANGE (B.), 1969. - 4. BRUGIÈRE (J.M.), 1948. - 6. DELVIGNE (J.), 1966. - 7. DELVIGNE (J.), 1967. - 8. DELVIGNE (J.), GRANDIN (G.), 1969. - 13. GRANDIN (G.), 1968. - 14. GRANDIN (G.), DELVIGNE (J.), 1969. - 36. RIOU (G.), 1960. - 37. RIOU (G.), 1961. - 38. RIOU (G.), 1965. - 39. RIOU (G.), 1966. - 59. VOGT (J.), 1956.

5. Est :

11. ESCHENBRENNER (V.), 1969.

6. Sud-ouest :

34. RIOU (G.), 1960. 35. RIOU (G.), 1960. - 53. TRICART (J.), 1957. - 57. TRICART (J.), 1962.

7. Sud-est :

22. LAPLANTE (A.), ROUGERIE (G.), 1950. - 42. ROUGERIE (G.), 1950. - 43. ROUGERIE (G.), 1951.

8. Basse Côte et littoral :

1. ASSEMIEN (P.), FILLERON (J.C.), MARTIN (L.), TASTET (J.P.), 1969. - 5. DEBYSER (J.), 1955. - 12. GRANDIN (G.), 1968. - 15. GUILCHER (A.), 1954. - 16. GUILCHER (A.), 1961. - 17. HUMBEL (F.X.), 1964. - 22. LAPLANTE (A.), ROUGERIE (G.), 1950. - 23. LATHAM (M.), 1966. - 24. LE BOURDIEC (P.), 1958. - 25. LE BOURDIEC (P.), 1958. - 32. MORNET (J.), 1907. - 53. TRICART (J.), 1957. - 55. TRICART (J.), 1962. - 56. TRICART (J.), 1962. - 57. TRICART (J.), 1962.