

**LE MASSIF BASIQUE DE L'ORUMBO-BOCCA
(CÔTE D'IVOIRE)
ET SA CUIRASSE BAUXITIQUE**

B. BOULANGÉ

Section Géologie du Centre ORSTOM d'Adiopodoumé

RÉSUMÉ

L'Orumbo Bocca est un des principaux témoins de cuirasse bauxitique de Côte d'Ivoire, rattaché, comme tous ces témoins, à la surface africaine éocène (LAMOTTE et ROUGERIE 1953 et 1961).

A partir de la roche mère, qui est une amphibolite, se développe un important profil d'altération surmonté d'une cuirasse bauxitique ferrugineuse dont l'épaisseur peut atteindre 20 à 25 m. Cette cuirasse bréchivacuolaire est constituée essentiellement de gibbsite, goéthite et oligiste. Elle repose sur une lithomarge argileuse kaolinique, la kaolinite jouant le rôle de roche-mère de la bauxite.

A la base du profil on distingue une zone d'altération où la structure de l'amphibolite est conservée. Chaque élément ou boule d'altération est formé d'altérite « pain d'épices » à forte proportion de gibbsite, entourée de kaolinite. Les analyses nous permettent d'envisager deux processus déjà très controversés mais entre lesquels nous ne pouvons actuellement trancher : à une phase d'altération gibbsitique a fait suite une kaolinisation par resilicification de la gibbsite primaire, ou à une phase d'altération kaolinique a fait suite une phase d'altération gibbsitique.

ABSTRACT

The Orumbo Bocca is one of the main outliers of the bauxitic hardpan of Ivory Coast, attached, like all these outliers, to the African Eocene surface (LAMOTTE and ROUGERIE, 1953 and 1961).

Starting with the parent rock, which is an amphibolite, there develops a large weathering profile surmounted by a ferruginous bauxitic hardpan, of which the thickness can reach 20 to 25 meters. This breccia-vesicular hardpan consists essentially of gibbsite, goethite and oligist. It rests on a clayey kaolinic lithomargin, with the kaolinite playing the part of parent rock of the bauxite.

At the base of the profile is distinguished a weathering zone, where the structure of the amphibolite has been preserved. Each weathering item or ball is formed of « gingerbread » alterite with a strong proportion of gibbsite, surrounded by kaolinite. Analyses have enabled us to consider two processes, both of them highly controversial but between which we cannot at present choose : Kaolinization by resilicification of the primary gibbsite has followed a phase of gibbsitic weathering, or a phase of gibbsitic weathering has followed a phase of kaolinic weathering.

ZUSAMMENFASSUNG

Der Orumbo Bocca ist einer der wichtigsten Ueberreste des Bauxitpanzers des Côte d'Ivoire, der wie alle diese Ueberreste der eozaenen Ebene Afrikas entspricht (LAMOTTE und ROUGERIE, 1953 und 1961).

Ueber dem Muttergestein, einem Amphibolit, bildet sich ein starkes Verwitterungsprofil, das von einem eisenschüssigen Bauxitpanzer überlagert ist, der eine Mächtigkeit von 20-25 m erreichen kann. Dieser brecciös-zellige Panzer besteht vorwiegend aus Gibbsit, Goethit und Roteisenstein. Er liegt auf einer tonigen, kaolinitischen Bleichzone, wobei der Kaolinit das Muttergestein des Bauxits darstellt.

Im unteren Teil des Profils lässt sich eine Verwitterungszone erkennen, in der die Struktur des Amphibolits erhalten geblieben ist. Jede Verwitterungskugel besteht aus « Lebkuchen »-Alterit mit einem starken Anteil Gibbsit, umgeben von Koalinit. Unseren Untersuchungen zufolge könnten zwei, schon recht umstrittene, Entstehungsmöglichkeiten in Betracht gezogen werden, zwischen denen wir jedoch zur Zeit nicht entscheiden können : entweder folgte auf eine Gibbsit-Verwitterungsphase eine Kaolinitisierung durch erneute Verkieselung des primären Gibbsits, oder auf eine Kaolinit-Verwitterungsphase folgte eine Gibbsit-Verwitterungsphase.

РЕЗЮМЕ

Орумбо Бокка является одним из останцев бокситной кирасы Берега Слоновой Кости, относящимся, как и все эти останцы, к эоценовой африканской поверхности (LAMOTTE et ROUGERIE 1953, et 1961).

Из коренной породы — амфиболита — развивается значительный профиль преобразования, покрытый железистой бокситной кирасой, мощность которой может достигать 20-25 м. Эта брекчевидно-вакуолярная кираса состоит преимущественно из гиббсита, гётита и гематита. Она расположена на глинистом, каолиновом литомарше, каолинит играя в данном случае роль коренной породы боксита.

У основания профиля наблюдается зона преобразования, где структура амфиболита сохранилась. Каждый элемент, или ком преобразования состоит из вакуолярного альтерита, содержащего большое количество гиббсита и окруженного каолинитом. Произведенные анализы позволяют предположить возможность двух, уже весьма спорных, процессов, в пользу ни одного из которых мы пока еще не можем высказаться: фаза гиббситного преобразования сопровождалась каолинизацией путем ресубликации первичного гиббсита, или же фазе каолинового преобразования последовала фаза гиббситного преобразования.

SITUATION DU MASSIF

La surface bauxitique ou surface africaine (LAMOTTE et ROUGERIE 1961) n'est présente en Côte d'Ivoire qu'à l'état de témoins répartis suivant une bande NW-NE. Ces témoins, véritables plateaux tabulaires, protégés le plus souvent par une épaisse dalle cuirassée, dominent le paysage et forment dans ces régions les principaux reliefs. De 200 m à proximité de la côte (Mokta, Sago), leur altitude ne cesse d'augmenter vers le nord-est : 480 m à Digo, 500 m à l'Orumbo Bocca et au Kokumbo, 600 m à Bénéné.

A 25 km au sud de Toumodi, situé sur la bordure sud-est du V baoulé, le massif de l'Orumbo Bocca est un des principaux témoins de cette surface. Il est soumis au climat de transition baouléen et reçoit moins de 1 200 mm d'eau par an.

MORPHOLOGIE DU MASSIF (fig. 1)

Le massif apparaît de très loin comme un grand plateau dominant la plaine d'environ 400 m. Il s'allonge selon la direction birrimienne SW-NE sur une distance d'environ 10 km. Le plateau sommital cuirassé d'une longueur de 4,5 km est flanqué de deux éperons (cote 505 au sud et cote 456 au nord).

Le plateau

Entièrement cuirassé il a une superficie de 450 ha. Son altitude est comprise entre 480 et 527 m. Plus élevé sur la bordure est, il accuse dans son ensemble une légère pente (2 ‰) en direction N-E. Alors qu'au sud la courbe 500 m marque le rebord du plateau, celui-ci s'abaisse au nord jusqu'à la courbe 480 m.

La végétation, la morphologie, les différents types de cuirasse donnent au plateau un aspect hétérogène.

Dans sa plus grande partie le plateau est couvert de forêt arbustive dense et humide. L'enracinement se fait soit dans un chaos de blocs provenant de la désagrégation en place de la cuirasse, soit sur une couverture meuble atteignant à l'est du plateau 30 cm d'épaisseur, soit à même la cuirasse celle-ci n'étant recouverte que de 10 cm d'humus.

Une douzaine de savanes sont incluses dans la forêt ; la dalle cuirassée y affleure recouverte d'une végétation de « bowé ».

Le réseau hydrographique est très réduit. Au nord du plateau une zone de sources se localise au pied d'une dénivelée de 6 à 7 m formant une véritable vallée perchée ; le marigot coule sur la cuirasse jusqu'au rebord du plateau qu'il franchit par une chute de 10 m. Le lit ne tarit que quelques mois par an.

A 900 m du puits A, situé au nord du plateau (fig. 1), en direction de l'extrémité sud-ouest, s'est formée une vaste dépression fermée où l'eau persiste toute l'année. L'alimentation se fait par les pluies et le ruissellement. La hauteur des berges n'excède pas 5 m. Un exutoire élevé assure l'évacuation des eaux pendant la saison des pluies. Ce type de dépression s'assimile fort bien aux dolines des paysages calcaires.

Sur le bord ouest du plateau une profonde entaille, avec une dénivelée de 25 m a déterminé la formation d'une grande vallée marécageuse partant du pied de la cote 527. Cette entaille profonde atteint la roche mère.

Toute la partie centrale et orientale du plateau ne présente aucun caractère de ruissellement organisé.

Les rebords

Nettement marqués ils peuvent se différencier en deux types.

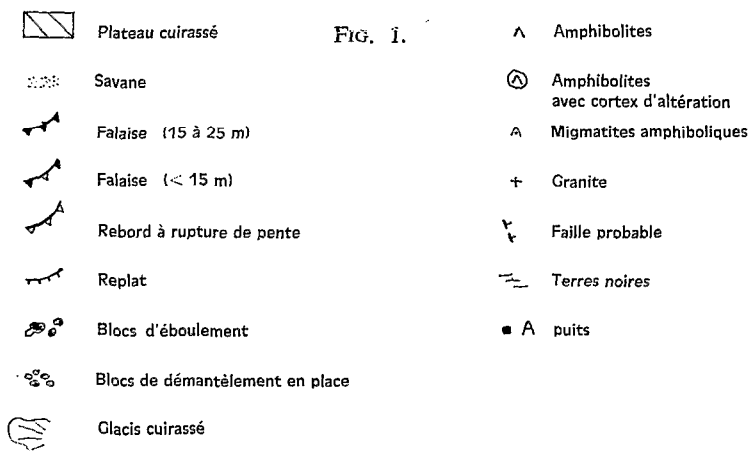
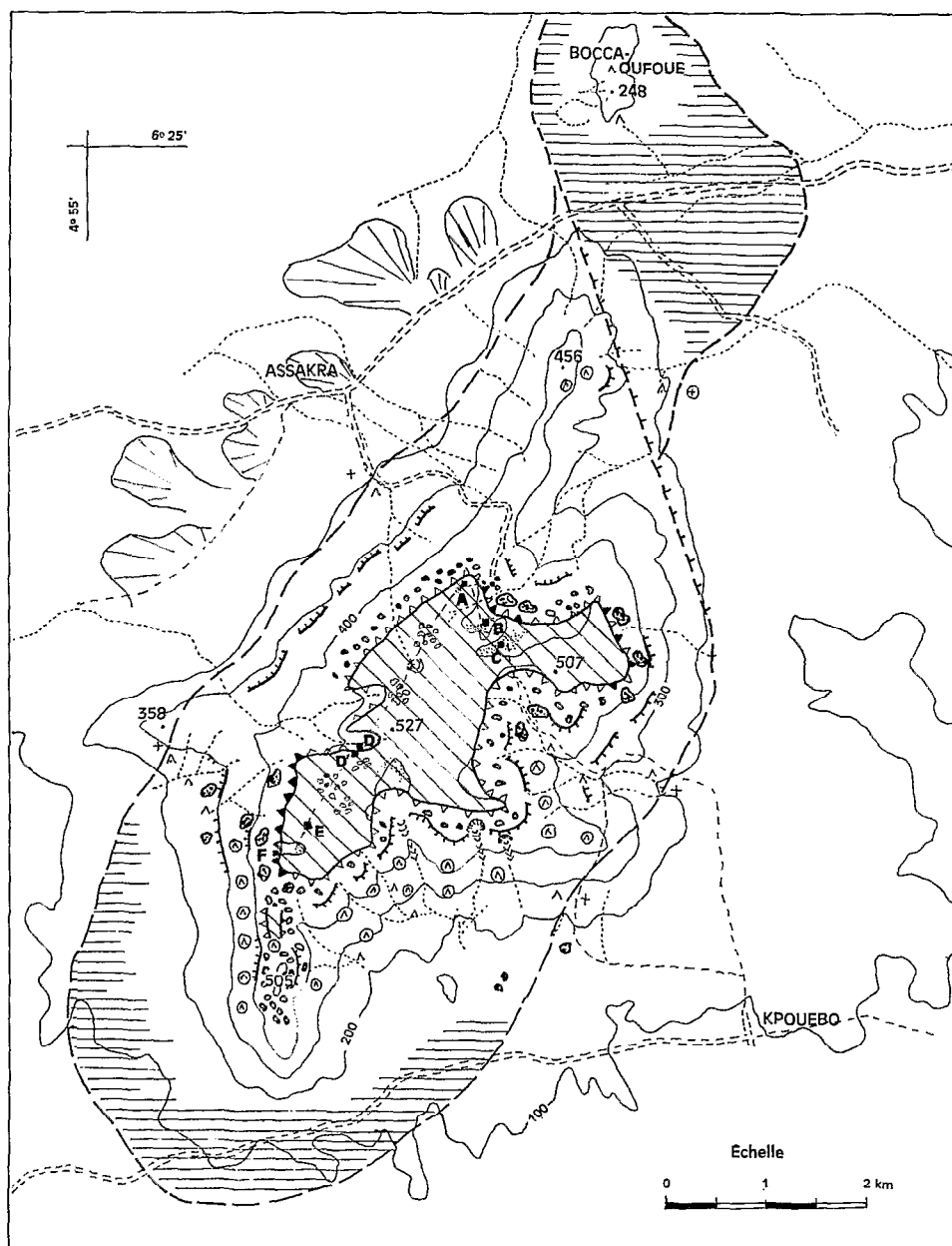
(a) les rebords en corniches : issus d'un démantèlement par pans complets de la dalle, ils témoignent de la violence des périodes d'érosion ayant succédé à sa formation. Ils ont une puissance de 15 à 25 m sur le bord sud-ouest, et de 15 m au maximum sur les bords nord et nord-ouest.

(b) ailleurs le plateau s'incline légèrement et se prolonge en une pente régulière parsemée d'un chaos de blocs provenant d'un démantèlement sur place de la cuirasse.

Les flancs

Les flancs du massif ont une pente très accusée (fig. 2 et 3) convexo-concave dans leur partie supérieure, franchement concave à partir de 250 à 300 m. Ils sont interrompus sur tout le pourtour du massif par une série discontinue de replats.

Le premier replat, entre les courbes 450 et 480 m correspond à la base du rebord du plateau. Au pied des corniches son extension est faible, il se limite au chaos de gros blocs d'éboulements ; aucun indice n'apparaît de fractures et de détachements récents. Dans le cas des rebords à simple rupture de pente, le



CUIRASSE BAUXITIQUE DE L'ORUMBO-BOCCA (Côte d'Ivoire)

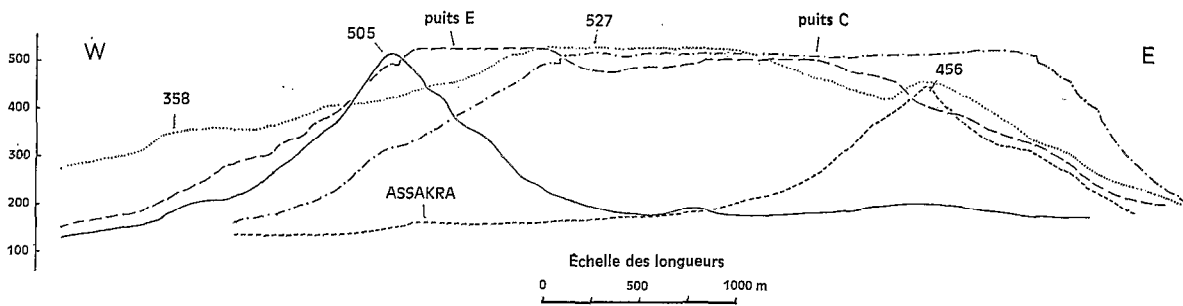


FIG. 2. — Massif de l'ORUMBO BOCCA

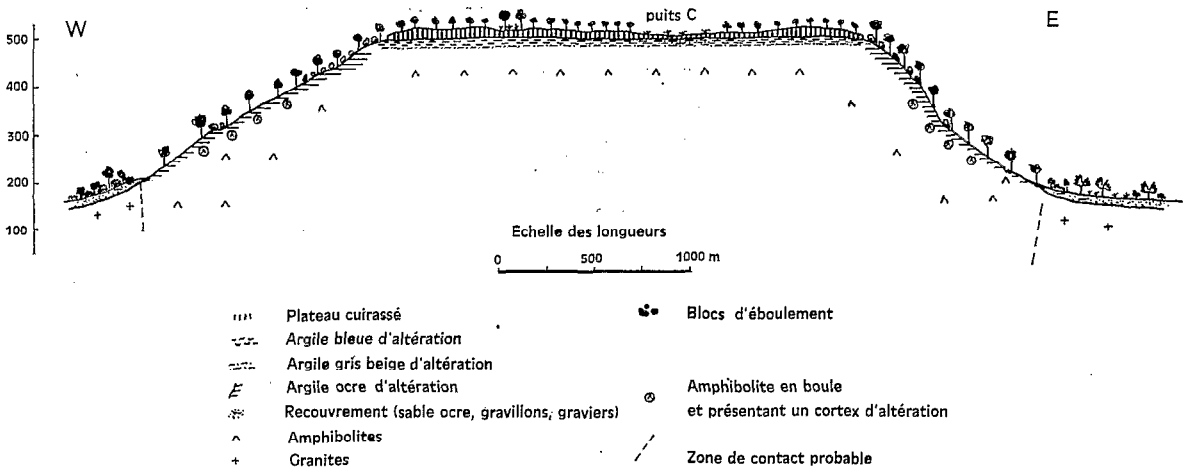


FIG. 3. — Massif de l'ORUMBO BOCCA

replat est un prolongement de la pente, les blocs de cuirasse abondants peuvent être supérieurs au mètre cube. A ce replat nous pouvons assimiler le col joignant le plateau à la cote 505. Ce col est aussi porteur d'une cuirasse bauxitique, laquelle témoigne de la succession possible dans le temps de différentes phases de bauxitisation.

Vers la courbe 400 s'inscrit le deuxième replat souligné par la présence de blocs de cuirasse toujours plus gros sous les corniches. Bien marqué sur le flanc ouest du massif on y relève la présence de boules d'amphibolites avec cortex d'altération. Sous ce replat les amphibolites affleurent non altérées en barre dans les lits des marigots.

Le troisième replat s'inscrit entre les courbes 300 et 350 m. On n'y trouve que quelques blocs de cuirasse sommitale.

Le glacis de piedmont s'étend à partir des courbes 180 à 200 m. Il est formé de colluvions : graviers, gravillons, sables et argiles ocre avec quelques blocs de cuirasse sommitale et morceaux de roche verte. Au nord-ouest et au sud-est sur granite, ce glacis est localement cuirassé ; au nord-est et au sud-ouest, il fait place sur les amphibolites à des terres noires.

Les têtes de vallée forment en général sous le replat 480 une large alvéole qui se resserre rapidement. Le lit forme alors dans les colluvions de pente une incision franche qui vient buter en amont vers la courbe 400 contre les affleurements d'amphibolites. Plus en aval, au replat 300, le lit est de moins en moins bien marqué, l'eau peut stagner dans de petites mares et toutes traces d'écoulements finit par disparaître en tête du glacis de piedmont.

Les résurgences se produisent vers 140 m.

En saison des pluies les eaux ruissellent à partir du sommet, la zone de source est sous le rebord de cuirasse ; en saison sèche cette zone se situe sous les colluvions et éboulis de pente au-dessus des amphibolites au niveau du replat 400.

ASPECT GÉOLOGIQUE

Le massif de l'Orumbo Bocca, auquel se rattache au nord le Bocca Oufoue se présente comme un flot d'amphibolites pincé entre des granites ; l'ensemble est orienté en direction éburnéenne (25° N).

Sur le plateau nous n'avons relevé qu'un seul affleurement dans la vallée marécageuse précédemment décrite. La dénivelée d'environ 25 m met à jour une amphibolite à grains très fins parcourue de nombreuses diaclases, les unes en direction éburnéenne les autres suborthogonales aux précédentes.

Sur les flancs, les affleurements ne sont visibles que dans les incisions de marigots à hauteur de la courbe 400 et forment en travers du lit des barres massives, diaclasées. Les chevrons sont parsemés d'amphibolites en boules présentant un cortex d'altération.

Il s'agit dans l'ensemble de roches vertes finement grenues à structure granoblastique, de nombreux cristaux d'amphiboles forment l'essentiel de la roche. Ils sont associés à des quartz, des feldspaths plagioclases et des épidotes (zoisite). L'ensemble est recoupé de filonnets de quartz ; la roche renferme de petits cristaux de pyrite.

La zone de contact des amphibolites et des granites, observable sur les flancs ouest et est du massif, est marquée par une large recristallisation des amphiboles conférant à la roche une structure porphyroblastique. La présence de filons d'aplite indique une métasomatose avancée.

A l'est du massif, au pied de la cote 456 on observe la succession migmatites amphiboliques-gneiss-granites.

LA CUIRASSE SOMMITALE

En surface la cuirasse est hétérogène : cuirasse compacte, bréchiq ou vacuolaire.

Sept puits ont été foncés sur le plateau :

- deux puits ont atteint la roche-mère : puits D (6,20 m) et D' (11,90 m).
- trois puits atteignent le niveau de la lithomarge, d'importantes venues d'eau ayant contrarié leur approfondissement. Ce sont les puits A (18 m), C (9,10 m) et F (6 m).
- dans les puits B (15 m) et E (12,50 m) la cuirasse n'a pu être traversée.

Description du profil

Puits A : situé au nord du plateau en tête du grand layon nord-sud profondeur 18 m, épaisseur de la cuirasse 13,80 m.

0 horizon humifère avec blocs, cailloux et gravillons de cuirasse.

0,30 passage net à une cuirasse massive rouge brun à brun, des éléments bruns lui donnent un aspect pseudo-bréchiq : plages jaunes et nombreuses cristallisations de gibbsite suivant de petits canalicules donnant un aspect moucheté blanc,

cet horizon est limité vers le bas par un joint étroit de terre noire en bordure duquel la cuirasse a un cortex patiné ferrugineux ; cette limite assez régulière correspond à un niveau d'eau fonctionnel en saison des pluies.

0,60

cuirasse compacte brun-rouge à rouge sombre avec de nombreux petits pores et vacuoles tapissés d'oxyde de fer noir ; des éléments bruns, rouge foncé inférieurs à 2 cm lui donnent un aspect pseudobrêchique. La gibbsite se présente bien cristallisée suivant de petits canalicules ou en tâches beige-ocre à contours irréguliers pouvant atteindre 1 cm. Il faut noter dans le profil la présence de diaclases soulignées par de minces joints argileux jaunes, qui semblent correspondre à des fractures de la croûte cuirassée et non à d'anciennes structures de la roche.

1,50

cuirasse finement vacuolaire, rouge foncé, à grands éléments bruns ; ceux-ci peuvent être anguleux et ils sont alors séparés par des fissures dans lesquelles la gibbsite cristallise largement, ils peuvent être arrondis et noyés dans une matrice vacuolaire dont les nombreux pores et canalicules sont tapissés de gibbsite bien cristallisée ; quelques grandes vacuoles montrent intérieurement aux cristallisations de gibbsite une fine pellicule d'oligiste ou de goëthite largement cristallisée.

Les éléments bruns vont jusqu'à former l'ensemble de la cuirasse et évoquent une structure conservée.

3,90

cuirasse moins compacte, vacuolaire, pseudobrêchique, brun-rouge à rose. La dimension des vacuoles est inférieure au centimètre, certaines sont tapissées d'oxyde de fer noir. De nombreuses petites poches de 10 à 20 cm de diamètre emplies d'un matériel gibbsitique jaune donnent à l'ensemble de la formation une consistance moins grande que l'horizon susjacent. A la base grande poche jaune, d'un diamètre supérieur au mètre, essentiellement formée d'une poussière de cristaux de gibbsite avec quelques cailloux et gravillons de cuirasse.

6,00

cuirasse vacuolaire, scoriacée, rouge brun ; les nombreuses vacuoles sont tapissées d'un voile d'oxyde de fer noir, quelques rares canalicules montrent de fines cristallisations de gibbsite.

De gros éléments bruns, compacts, très localisés dans le profil contiennent de nombreux canalicules emplies d'une gibbsite bien cristallisée, chaque bloc a ainsi l'aspect d'une « éponge gibbsitique ».

Vers 10,60 m intercalation d'un banc massif rouge-brun à cassure esquilleuse, recoupé par un réseau désordonné de fissures emplies d'argile jaune, d'hydroxyde de fer brun et de gibbsite. Des indentations de la cuirasse pénètrent dans ce banc à la faveur des fissures.

10,80

cuirasse vacuolaire brun-rouge clair, la gibbsite se répartit en plages ou trainées grises à gris-rosé à cristallisation très fine visible uniquement au microscope ; pas d'éléments bien individualisés.

Vers 12,30 m passée compacte et homogène, à cassure esquilleuse, brune à rouge brunâtre avec fissures emplies d'un matériel ocre argileux et ferrugineux où on aperçoit de petits canalicules à cristallisation de gibbsite apparente. Ce banc de 30 cm d'épaisseur est incliné à 12° jusqu'à 12,80 m il se prolonge jusqu'à 13,40 m par une indentation verticale.

12,80

sous cette passée compacte *cuirasse brun-rouge clair, peu vacuolaire*, à l'aspect pseudo-brêchique dû à des éléments gris à rose dans lesquels on observe de très nombreux cristaux microscopiques de gibbsite.

13,80

passage sans transition à *la lithomarge argileuse*. Le contact est souligné par la présence d'une nappe d'eau permanente. C'est une argile bleu-violacé entrecoupée de bancs bruns, compacts, fortement indurés, inclinés à 20°. Trois bancs successifs (14,10 m, 16 m, 17,30 m) de 30 à 40 cm d'épaisseur sont reliés par des filons eux aussi indurés en position oblique ou verticale. Entre deux bancs on observe un passage progressif d'une argile bleue à une argile gris-jaune s'accompagnant d'un double système de zonation :

— une zonation majeure marquée par de petits lits bruns, bien individualisés, distants d'environ 2 cm,

— une zonation mineure apparaissant plutôt comme une striation entre deux lits majeurs.

La densité des petits lits et striations augmente d'un banc à l'autre. Cette zonation semble due à un front d'induration progressant à partir des diaclases, zones préférentielles à forte concentration en fer. C'est une hétérogénéité supergène en relation avec les circulations d'eau et non avec la roche mère.

Puits B : situé à 500 m du puits A dans une savane incluse où la cuirasse affleure en dalle. Le puits atteint une profondeur de 15 m, il a été stoppé au contact de la nappe sous-jacente à la dalle cuirassée.

Une cuirasse massive de même type qu'en surface du puits A forme les 20 à 30 premiers centimètres du profil ; elle est aussi limitée vers le bas par un petit joint argileux correspondant à un niveau d'eau fonctionnel en saison des pluies.

Le reste du profil est moins différencié qu'au puits A. La cuirasse est toujours compacte mais franchement brêchique. La paroi du puits est graveleuse, caractère s'accroissant en profondeur et donnant à la cuirasse un aspect pseudo-pisolithique.

Vers 11 m la cuirasse devient vacuolaire, scoriacée, structure plus proche de celle du puits A.

Puits C : situé à 500 m du puits B il est aussi dans une savane où la cuirasse affleure en dalle. Toute la savane est jonchée de blocs, graviers et gravillons issus d'un démantèlement sur place de la cuirasse. Le puits s'est trouvé rapidement noyé par une importante sortie d'eau vers 2,50 m correspondant au passage d'une cuirasse graveleuse (type puits B) à une argile tachetée indurée. Vers 4 m on atteint la lithomarge : argile beige homogène. Le puits a été stoppé à 9,50 m sans atteindre la roche mère.

Puits D : sur la pente du flanc sud de la grande vallée marécageuse.

- 0 horizon meuble, morceaux de cuirasse dans une argile brun-noir humifère.
- 0,30 matériel allochtone : cailloux, graviers, gravillons de cuirasse dans une argile brun-ocre.
- 1,30 matériel allochtone recoupé par des passées ferrugineuses fortement indurées ; passage irrégulier à l'horizon sous-jacent où
- 2,00 la structure de la roche mère est conservée : blocs sub-anguleux délimités par des cassures orthogonales colmatées par une argile jaune à brune ; chaque élément est entouré de couches périphériques indurées, à striations brunes et violacées, le centre est formé d'une altérite brune, friable, à l'aspect schisteux recoupée de filonnets de quartz, c'est le « pain d'épice » de LACROIX (1913). Avec la profondeur la structure de la roche mère est de mieux en mieux conservée, certains éléments possèdent encore un noyau d'amphibolite.
- 6,20 passage aux amphibolites à grains fins.

Puits D' : situé à 40 m du puits D et 10 m plus haut.

- 0 horizon meuble avec blocs de cuirasse, graviers, gravillons assez anguleux ; une limite irrégulière à ondulation large le sépare de l'horizon sous-jacent.
- 1,00 horizon homogène compact, à tendance indurée, on y trouve des morceaux de roche altérée, mais la présence de blocs de cuirasse en fait peut-être encore un horizon colluvionnaire.
- 2,00 argile tachetée, bleue à brun-violacé assez homogène, recoupée par des passées indurées (3,50 à 4,60 m) à l'aspect lité, aux faces planes, d'une puissance de 5 à 6 cm et inclinées à 45°, reliées entre elles par des passées verticales. Cette induration préférentielle semble se faire au niveau des diaclases, héritées de la roche mère fracturée.
- 4,90 dans une matrice argileuse à dominance claire se développe une zonation foncée de même type que celle décrite au puits A. La formation est recoupée de diaclases plus indurées.
- 5,80 argile jaune homogène avec alternances de passées brunes et violettes.
- 7,20 argile claire à passées rouges avec taches d'argile jaune bien délimitées. Les passées indurées sont rares.
- 8,60 argile jaune très homogène, absence de diaclases indurées ; quelques fines lentilles de quartz à l'aspect pulvérulent.
- 11,30 passage à un matériel brun induré dans son ensemble conservant les directions de diaclases de la roche mère. On retrouve les faciès d'altération décrits dans le puits D.
- 11,90 amphibolites à grains fins.

Puits E : situé à l'extrémité sud-ouest du plateau. Le puits a été interrompu à 12,55 m, la cuirasse n'a pas été traversée ; le profil très homogène est du même type que celui décrit au puits A.

Puits F : situé au pied de la grande corniche sud-ouest. Sous un recouvrement de gros blocs de cuirasse sommitale, on pénètre directement dans la lithomarge ; argile beige claire recoupée de filons bruns fortement indurés passant vers 4 m à des argiles bleutées du même type que celles décrites au puits A.

CUIRASSE BAUXITIQUE DE L'ORUMBO-BOCCA (Côte d'Ivoire)

Des observations précédentes, il ressort une irrégularité dans l'épaisseur du niveau cuirassé, plus importante en bordure qu'au centre du plateau. Les puits D et D' apparaissant comme des profils tronqués, nous relevons : 13,80 m au puits A, 15 m au puits B, 2,50 m au puits C, plus de 12 m au puits E, la corniche surplombant le puits F atteint 20 m. La mise en relief du plateau a donc renforcé la tendance à l'induration.

ÉTUDES ANALYTIQUES

La cuirasse bauxitique

Les échantillons analysés sont répartis comme suit :

ORU A3-4	0,20 à 0,40 m	cuirasse compacte
ORU A10	1,20 m	cuirasse compacte
ORU A18a	2,50 m	éléments bruns
ORU A18b	2,50 m	cuirasse poreuse vacuolaire
ORU A23-24	3,90 à 4,50 m	cuirasse vacuolaire brun-rouge à rose
ORU A27-29a	5,10 à 6,00 m	poche de cuirasse jaune ocre à rouge-brunâtre
ORU A27-29b	5,10 à 6,00 m	cuirasse jaune peu indurée
ORU A31-33a	6,40 m	cuirasse rouge-brun vacuolaire
ORU A42-44a	8,50 à 8,90 m	cuirasse brun rouge à rouge pâle
ORU A47-48a	9,30 à 9,70 m	banc massif rouge-brun.

Les analyses chimiques sont données dans le tableau I.

TABLEAU I

	A3-4	A10	A18a	A18b	A23-24	A27-29a	A27-29b	A31-33a	A42-44a	A47-48a
SiO ₂ } 1és.	0,2	0,1	0,2	0,1	tr	tr	tr	0,1	tr	tr
	0,8	0,5	0,4	0,6	0,7	0,9	1,9	0,5	1,0	2,3
Al ₂ O ₃	31,25	32,50	46,25	40,00	33,75	51,25	44,00	34,50	36,25	15,25
Fe ₂ O ₃	46,75	47,50	24,75	33,50	45,25	16,75	28,00	40,50	38,00	70,00
MnO	0,03	0,04	0,03	1,63	0,03	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02
TiO ₂	0,19	0,24	0,20	0,20	0,25	0,22	0,22	0,23	2,14	1,30
CaO	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
MgO	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	0,30
K ₂ O	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
Na ₂ O	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,05	0,07
P ₂ O ₅	0,04	0,04	0,05	0,03	0,05	0,05	0,14	0,02	0,04	0,02
H ₂ O	19,60	19,30	26,30	22,85	19,75	28,80	24,70	20,15	21,95	10,30
Total	98,91	100,27	98,22	98,95	99,82	98,02	99,02	96,06	99,45	99,58
Densité réelle	3,25	2,58	2,67	2,80	3,13	2,29	2,50	—	—	3,83

Description microscopique. L'observation microscopique est rendue difficile par la présence importante d'hydroxydes et d'oxydes de fer. Il est possible de distinguer deux formes de cristallisation de la gibbsite :

— gibbsite cryptocristalline répartie dans de grandes plages de gels ferro-alumineux accompagnés, parfois, de plus grands cristaux groupés vers le centre de ces plages. Ce type se rencontre dans les éléments bruns (ORU A18a), dans les plages gris rose de la base du profil (ORU A60-62, 10,50 m), ou les poches et vacuoles remplies d'un matériel jaune-ocre moins induré (ORU A27-29a, A27-29b). Nous serions en présence d'une forme d'accumulation relative d'alumine.

— gibbsite très bien cristallisée tapissant des vacuoles, pores, canaux et canalicules. Sous cette forme la gibbsite est observable dans l'ensemble du profil, et proviendrait d'une accumulation absolue : alumine des niveaux supérieurs mise en solution et repiégée dans les niveaux inférieurs.

Les cristallisations d'hydroxydes et d'oxydes de fer sont difficilement observables sauf lorsqu'elles tapissent les vacuoles et canaux. Ces dépôts d'oligiste et de goethite, en position interne par rapport aux cristallisations de gibbsite, lui sont postérieurs.

Les quartz sont excessivement rares sinon totalement absents.

Analyse thermique différentielle. Les courbes d'analyse thermique différentielle ne permettent de mettre en évidence que la gibbsite dont l'importante réaction endothermique vers 350° masque totalement la présence de goethite : un faible accident endothermique vers 530° est dû également à la gibbsite.

Etudes aux rayons X. Tous les diagrammes obtenus indiquent la présence de gibbsite largement développée, d'oligiste et de goethite mal cristallisées,

Analyses chimiques (tableau I). Elles révèlent un très faible pourcentage de silice tant résiduelle que combinée.

Une proportion variable de gibbsite (30 à 50 %) assez faible cependant dans les bancs massifs (ORU A47-48a), élevée dans les poches jaune à ocre (ORU A27-29a).

Une assez forte proportion de fer.

Composition minéralogique. Elle est calculée par la méthode de HOLMES (1930), MOHR et Van BAREN (1954).

Nous avons considéré tout le titane comme ilménite n'ayant pu déterminer sa présence par les autres méthodes d'analyses. Dans certaines lames d'amphibolites nous avons observé quelques cristaux de rutile.

Les résultats des compositions minéralogiques sont donnés dans le tableau II.

TABLEAU II
Composition minéralogique en %

	Kaolinite	Gibbsite	Goethite	Oligiste	Ilménite
ORU A3-4	1,6	46,8	31,2	18,5	0,4
A10	1,0	49,1	21,2	28,3	0,4
A18a	0,8	70,2	18,5	7,9	0,4
A18b	1,3	60,4	17,3	17,7	0,4
A23-24	1,4	51,2	19,7	27,3	0,4
A27-29a	1,9	77,2	17,8	0,5	0,4
A27-29b	3,9	64,1	24,7	5,7	0,4
A31-33a	1,0	52,1	19,5	23,0	0,4
A42-44a	2,1	54,1	28,8	10,2	4,0
A47-48a	4,9	20,35	25,6	44,9	4,4

La kaolinite non décelable par l'ATD et l'étude aux rayons X apparaît ici en très faible quantité (moins de 5 %).

Les fortes proportions de gibbsite correspondent aux plus faibles quantités d'oligiste et sont localisées dans les poches de cuirasse jaune à jaune-ocre (ORU A27-29a et A27-29b), dans les éléments bruns (ORU A18a) et vers la base du profil dans la cuirasse à plages de gibbsite gris à gris-rosé. En lame mince nous avons mentionné dans ces échantillons une gibbsite crypto-cristalline, ou en larges cristaux, ou mal individualisée qui serait d'accumulation relative.

Par contre les échantillons où les proportions de gibbsite sont plus faibles et d'oligiste plus fortes présentent peu de grandes plages gibbsitiques. La gibbsite très bien cristallisée tapisse les parois des canaux et des vacuoles. Il y a eu ici migration d'alumine s'accompagnant le plus souvent d'un apport d'oxyde de fer. La position souvent interne de l'oxyde de fer par rapport à l'alumine dans ces canaux montre que la gibbsite a cristallisé avant l'oxyde de fer. C'est le cas de la partie sommitale du profil cuirassé (ORU A3-4 et A10) dont l'apport en fer et en alumine proviendrait d'une destruction sur place du manteau cuirassé lui-même. C'est le cas aussi des bancs massifs (ORU A47-48a) à très forte proportion d'oligiste.

La lithomarge

Le passage de la cuirasse à la lithomarge argileuse est brutal, il est souligné par la présence d'une nappe permanente.

Cette lithomarge dont nous avons décrit les caractères précédemment est principalement formée de kaolinite bien cristallisée mise en évidence par les courbes d'ATD : importante réaction endothermique vers 590° et réaction exothermique vers 1 000°. L'étude aux rayons X révèle deux pics bien développés à 7,20 Å et 3,57 Å. Les bancs massifs, bruns, sont formés de kaolinite mal cristallisée (pics à 7,25 Å, 4,18 Å, 3,57 Å) et d'oligiste largement développée (pics à 2,69 Å, 2,51 Å, 1,69 Å).

Les eaux de la nappe ont des pH relativement acides (pH 5) et sont très peu chargées; elles contiennent surtout de la silice (2 à 5 mg/l), très peu de fer et d'alumine (0,1 à 0,5 mg/l).

La zone d'altération

Ces premières données se rapportent principalement aux observations faites dans le puits D. Les échantillons analysés sont répartis comme suit :

ORU D10c	2,50 m	élément de roche altérée totalement induré
ORU D13b	3,00 m	couches périphériques indurées
ORU D18a	4,50 m	altérite « pain d'épice »
ORU D18b	4, 50m	zone d'hydrolyse
ORU D18c	4,50 m	amphibolite saine
ORU D22	5,50 m	couches périphériques indurées
ORU D23	5,75 m	altérite « pain d'épice »
ORU D26b	6,20 m	amphibolite saine.

Les résultats d'analyses chimiques sont donnés dans le tableau III ci-contre.

Amphibolite saine

Description microscopique : les cristaux allongés et parfois orientés d'hornblende verte forment l'essentiel de la roche, la structure est granoblastique à lépidoblastique ; entre les amphiboles on distingue des feldspaths plagioclases et de l'épidote (zoïsite). Les quartz en faible quantité sont disposés préférentiellement suivant des filonnets où ils se trouvent associés à des feldspaths et des épidotes (zoïsite). Quelques rares chlorites figurent dans les échantillons. La roche est une amphibolite mais dont le degré de métamorphisme est moindre qu'en bordure du massif (mésosome).

Etudes aux rayons X (fig. 5). Sur diagramme de poudre apparaissent les pics de la hornblende verte, du quartz, des feldspaths plagioclases et de l'épidote.

TABLEAU III
Analyses chimiques en %

	ORU D26b	D18c	D18a	D23	D22	D13b	D10c
SiO ₂ {							
rés.	51,0	51,4	17,7	20,5	4,0	6,1	1,8
comb.			3,1	1,9	21,9	16,8	25,8
Al ₂ O ₃	12,50	14,00	27,75	23,50	30,25	26,50	27,75
Fe ₂ O ₃	14,00	12,50	31,0	35,00	28,00	33,25	26,75
MnO	0,30	0,27	0,08	0,08	0,10	0,08	0,09
TiO ₂	1,25	1,20	3,00	3,25	2,11	1,90	1,63
CaO	12,30	11,94	tr	tr	tr	tr	tr
MgO	6,18	6,68	0,17	0,22	0,19	0,17	tr
K ₂ O	0,11	0,13	tr	0,01	tr	0,01	tr
Na ₂ O	1,09	1,28	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
H ₂ O	tr	tr	16,55	15,00	14,70	14,10	13,80
Total	98,73	99,90	99,37	99,48	101,27	98,93	97,64

Analyse chimique (tableau III). La composition minéralogique virtuelle effectuée selon la méthode CIPW LACROIX (DENAËYER 1951) est la suivante pour l'échantillon D18c :

quartz	0,5 %
feldspath orthose	1 %
feldspath albite	11 %
feldspath anorthite + épidote	32 %
feldspath amphibole	50 %
titane (rutile)	3 %

Roche altérée : type « pain d'épices »

C'est une altérite brune, friable à l'aspect lité concentriquement par rapport au noyau qui dans le bas du profil est encore de l'amphibolite.

Description microscopique. Les phénomènes de transformation sont difficilement observables masqués par l'abondance des amphiboles. Celles-ci se transforment directement en goethite, des indentations rouges pénètrent dans les plans de clivage où commence à cristalliser la goethite; lorsque l'amphibole est complètement altérée, il ne reste qu'une trame de cristaux de goethite.

L'alumine libérée par l'altération des amphiboles, des feldspaths et des épidotes assure la formation de la gibbsite. Quelques échantillons seulement, où les feldspaths apparaissent largement cristallisés nous ont permis d'observer le phénomène de gibbsitisation tel qu'il a déjà été décrit (BONIFAS 1959, DELVIGNE 1965, LELONG 1967) : apparition de cristaux de gibbsite le long des plans de clivages. Le plus souvent la cristallisation de l'alumine est précédée d'une phase amorphe intermédiaire.

Les cristaux de gibbsite sont nettement visibles au-delà de la zone d'hydrolyse, dénommée « zone de départ » (LACROIX) dont l'épaisseur est de l'ordre du mm. L'épidote résiste à l'hydrolyse plus longtemps que les feldspaths.

Des quartz de petite taille (inférieure à 50μ) sont disséminés dans l'ensemble de l'altérite ; des quartz dont la taille peut atteindre 100 à 200μ sont disposés en filonnets. Ils présentent tous des contours alvéolaires, marque d'une dissolution. Les filonnets de quartz apparaissent comme des zones préférentielles de cristallisation de la gibbsite.

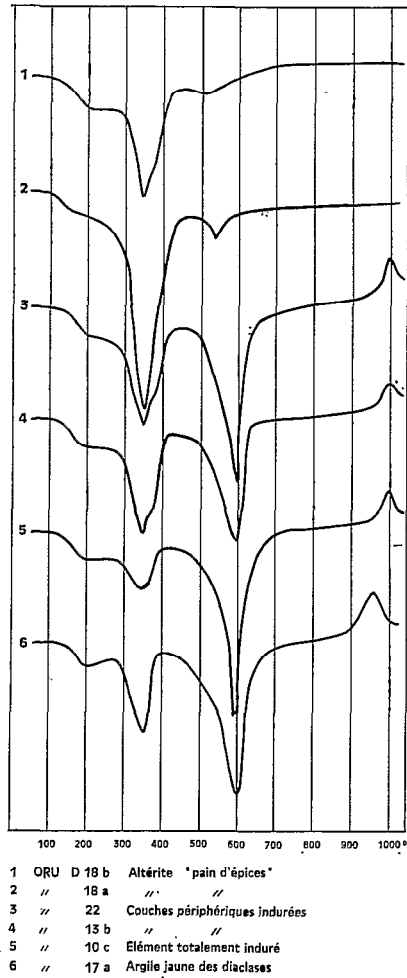


FIG. 4. — Courbes d'analyse thermique différentielle

Analyse thermique différentielle (fig. 4). ORU D18b : au contact de la roche mère l'altérite présente une importante réaction endothermique vers 350° suivie d'une réaction plus faible vers 520° caractéristique de la gibbsite. Le pic principal est précédé d'un accident mal marqué vers 200° et suivi d'un épaulement vers 470° dû probablement à la présence de goéthite.

ORU D18a : dans la zone franchement altérée la courbe montre un plus large développement des pics de la gibbsite bien cristallisée masquant totalement la goéthite.

Etudes aux rayons X (fig. 5). ORU D18b : dans cette frange d'altération au contact de l'amphibolite on distingue encore nettement la hornblende verte, pour la gibbsite n'apparaît que le pic à $4,84 \text{ \AA}$;

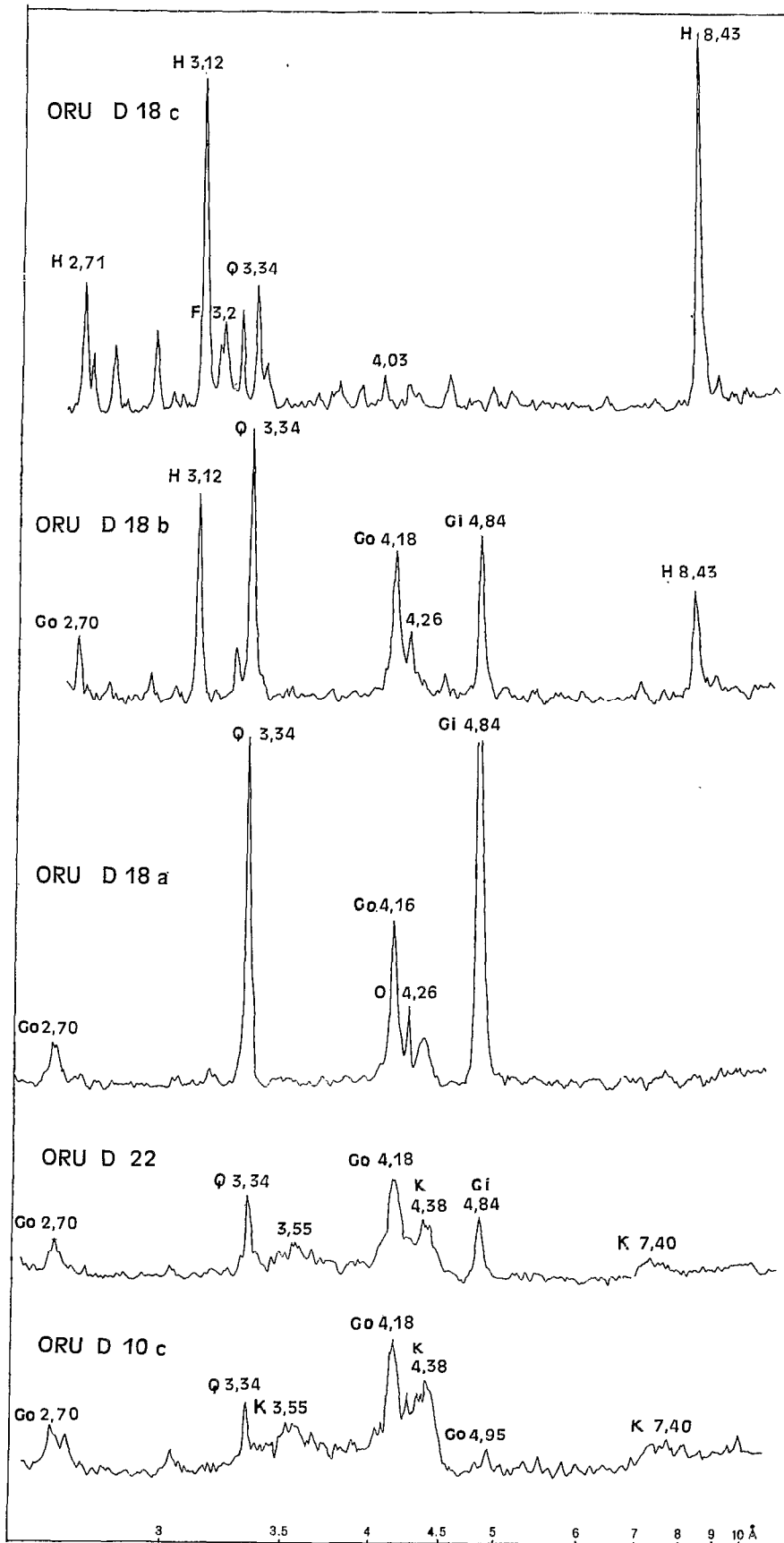


FIG. 5

la goethite est déterminable par son pic à 4,18 Å, le pic à 2,69 Å étant masqué par l'amphibole. Le quartz est en faible quantité.

ORU D18a : dans la zone « pain d'épice » franc on ne distingue plus que la gibbsite, la goethite et le quartz.

Analyses chimiques. Les analyses de deux échantillons (ORU D18a et D23) prélevés à des hauteurs différentes figurent dans le tableau III. On remarque la forte proportion de silice résiduelle par rapport à la silice combinée, la disparition du calcium, du magnésium, du sodium et du potassium, un gain important en eau.

Composition minéralogique. La composition minéralogique de l'échantillon ORU D18a se répartit comme suit : quartz 18 %, kaolinite 6 %, gibbsite 38 %, goethite 18 %. Le titane est compté comme ilménite 5,7 %, le reste du fer est compté comme oligiste 11 %.

Roche altérée : couches périphériques indurées

Le passage net sur l'échantillon macroscopique entre l'altérite « pain d'épice » et les couches périphériques indurées est beaucoup moins visible au microscope : la structure faite de fantômes ferrugineux de cristaux d'amphiboles semble se continuer d'un niveau à l'autre ; toutefois on note une disparition des cristaux de gibbsite, bien marquée vers le haut du profil (ORU D6b et D9a), l'apparition dans certaines lames d'empilements de kaolinite, formée aux dépens d'un gel colloïdal blanc (ORU D9b) ; la kaolinite est difficilement observable en dehors de ces empilements.

Les quartz moins nombreux que dans le « pain d'épice » montrent des formes de dissolution ne laissant plus par endroit qu'un fantôme de cristal (ORU D21 et D22).

Analyse thermique (fig. 4). ORU D22 et D13b : Les courbes montrent une réduction du pic de la gibbsite (350°) ce qui permet de distinguer dans la remontée (370°) l'élargissement provoqué par la goethite, et l'apparition des pics de la kaolinite : réactions endothermique vers 590° et exothermique vers 1 000°.

ORU D10c : l'échantillon est pris sur un élément totalement induré. Le pic endothermique vers 350° est moins marqué, il est plus arrondi que dans les échantillons précédents et serait dû uniquement à la goethite. La kaolinite est bien développée.

Etudes aux Rayons X (fig. 5). Les diagrammes des échantillons ORU D22 et D13b indiquent la présence d'un peu de gibbsite et très peu de quartz, de goethite et de kaolinite mal cristallisée.

Pour l'échantillon ORU D10c on note l'absence de gibbsite, le développement de la kaolinite mal cristallisée, la présence de goethite et de très peu de quartz.

Analyses chimiques. Les résultats sont donnés dans le tableau III pour les trois échantillons précédents. On y remarque l'inversion du rapport silice résiduelle et silice combinée au regard des échantillons type « pain d'épice ».

Composition minéralogique. Elle est donnée en pourcentage dans le tableau IV.

TABLEAU IV
Composition minéralogique en %

	Quartz	Kaolinite	Gibbsite	Ilménite	Goethite	Oligiste
D18a	18	6	38	5,7	18	11
D23	20,5	3,9	33,6	6,2	27,8	7
D22	4	47	17,5	4	14,3	8,5
D13b	6	36	18,6	3,6	25,9	8,2
D10c	1,8	55,4	8,9	3,1	26,4	3,6

COMPARAISON ISOVOLUMÉTRIQUE

Les structures conservées dans la zone d'altération nous permettent d'appliquer le raisonnement isovolumétrique préconisé par MILLOT et BONIFAS (1955) et BONIFAS (1959). Nous donnons dans le tableau V les différences pour 1 cm³ de matériel par rapport à l'échantillon de roche saine ORU D18c.

TABLEAU V

Gains ou pertes pour 1 cm³ par rapport à l'amphibolite saine ORU D18c

	Roche saine	Gains et pertes en poids					Gains et pertes en %				
	D18c	D18a	D23	D22	D13b	D10c	D18a	D23	D22	D13b	D10c
SiO ₂	149	-118,7	-115,4	-99,0	-104,6	-89,4	-79,6	-77,4	-66,6	-70,2	-60,0
Al ₂ O ₃	40,6	-0,1	-5,3	+17,8	+10,8	+19,4	0	-13,0	+42,8	+26,6	+47,7
Fe ₂ O ₃	36,2	+9,0	+16,3	+17,8	+28,3	+21,6	+24,8	+45,0	+49,1	+78,1	+59,6
MnO	0,8	-0,7	-0,7	-0,6	-0,6	-0,6	-87,5	-87,5	-75,0	-75,0	-75,0
TiO ₂	3,5	+0,9	+1,4	+0,6	+0,2	0	+25,7	+40,0	+17,1	+5,7	0
CaO	34,6	-34,6	-34,6	-34,6	-34,6	-34,6	-100	-100	-100	-100	-100
MgO	19,4	-19,1	-19,1	-19,0	-19,1	-19,4	-98,4	-98,4	-97,9	-98,4	-100
K ₂ O	0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-100	-100	-100	-100	-100
Na ₂ O	3,7	-3,7	-3,7	-3,7	-3,7	-3,7	-100	-100	-100	-100	-100
H ₂ O	tr	+23,5	+22,5	+28,4	+27,4	+29,8	+	+	+	+	+
Poids de 1 cm ³ en cg	290	146	150	193	194	216					

L'examen de ce tableau montre que le calcium, le magnésium, le sodium et le potassium sont totalement éliminés.

Au niveau de l'altérite « pain d'épice » (D18a, D23) la silice est éliminée à environ 80 %, représentant probablement la totalité du stock de silice combinée de la roche saine étant donné le fort pourcentage restant de silice résiduelle, confirmé par l'observation microscopique de quartz présents à ce stade de l'altération. L'alumine est conservée en totalité sur place pour former de la gibbsite. Le fer accuse un gain d'environ 25 %. La composition minéralogique (tableau VI) montre la part importante de la gibbsite, de la goéthite et du quartz.

Au niveau des couches périphériques indurées, (D22, D13b) la perte en silice est moindre (70 %), 60 % pour l'échantillon D10c totalement induré ; cependant par rapport à l'altérite « pain d'épice » un gain important se produit en silice combinée et une perte en silice résiduelle. Le rapport de la silice résiduelle à la silice combinée passe de valeurs supérieures à 5 à des valeurs inférieures à 0,5. L'observation microscopique et les diagrammes de rayons X nous ont permis de mettre en évidence la disparition des quartz.

TABLEAU VI

Composition minéralogique à volume constant

	Quartz	Kaolinite	Gibbsite	Ilménite	Goethite	Oligiste
D23	30,8	5,9	50,4	9,3	41,7	10,7
D18a	25,8	9,6	56,1	8,4	26,8	17,2
D22	7,7	90,3	33,9	7,8	37,8	16,4
D18b	11,8	69,9	36,2	7,0	50,4	16
D10c	3,9	119,7	19,2	6,7	57	7,7

L'alumine présente, par rapport à la roche saine et à l'altérite « pain d'épice » un gain d'environ 40 % et le fer de plus de 50 %.

Les compositions minéralogiques (cf. tableaux IV et VI) traduisent ces faits par un développement considérable de la kaolinite par rapport au quartz et à la gibbsite. Nous n'avons pu observer toutefois au microscope la décomposition de la gibbsite, ni déterminer l'état de cristallisation de la kaolinite. Certains horizons montrent de beaux cristaux de kaolinite en accordéon, mais il pourrait s'agir d'une accumulation absolue.

CONCLUSION

Des observations et résultats précédents il ressort que la gibbsite apparaît à deux niveaux : au niveau de la cuirasse bauxitique et au niveau de la zone d'altération. Un niveau kaolinique est intercalé entre les deux niveaux précédents et constitue l'essentiel de la lithomarge.

La cristallisation de la gibbsite aux dépens de minéraux argileux a déjà été signalée par différents auteurs : ALLEN (1948), EYLES (1952), BONIFAS (1959) et plus récemment par STEPHEN (1962), SIEFFERMANN (1969). Nous ne l'avons pas observé microscopiquement au contact de la cuirasse bauxitique et de la lithomarge. Seul les courbes d'analyses thermiques et les diagrammes de rayons X montrent le passage d'une zone kaolinique à une cuirasse composée principalement de gibbsite et d'oxyde de fer. Cependant l'absence de quartz, la très faible proportion de kaolinite dans la cuirasse (1 à 5 %), inférieure à celle de l'altérite « pain d'épice » (3 à 6 %), le mode de cristallisation de la gibbsite en très grandes plages, les poches résiduelles jaunes essentiellement gibbsitiques mais sans structure de roche mère conservée sont des indices tendant à montrer que la kaolinite joue ici le rôle de roche mère de la bauxite.

Au niveau de la zone d'altération où l'on observe dans les éléments de roches individualisés par les diaclases le passage d'une couche gibbsitique à une couche kaolinique, il convient d'envisager plusieurs hypothèses :

- 1 - à une altération de type kaolinique fait suite une phase de désilicification
- 2 - à une altération de type gibbsitique fait suite une phase de désilicification avec synthèse de kaolinite.
- 3 - à une altération de type kaolinique fait suite une phase d'altération de type gibbsitique.

La première hypothèse intègre le processus évoqué pour le passage de la lithomarge à la cuirasse. A une altération de type kaolinique succède une phase de désilicification affectant les zones altérées proches de la roche. Les teneurs en quartz supérieures dans la zone « pain d'épice » (18 à 20 %) à celles des couches périphériques kaoliniques (4 à 6 %) excluent ce processus.

La deuxième hypothèse correspond au processus normal, déjà souvent envisagé, d'approfondissement continu d'un profil où à une phase d'altération gibbsitique succède une resilicification engendrant la synthèse de kaolinite.

L'altération gibbsitique de la roche mère telle que nous l'avons observée a déjà été décrite par LACROIX (1913), BONIFAS (1959) sur les bauxites des îles de Los, par GOLDMANN et TRACEY (1946) dans leur étude sur les bauxites de l'Arkansas. Toute l'alumine de la roche mère provenant de l'hydrolyse des feldspaths, épidotes et amphiboles est conservée sur place, les cations Ca, Mg, Na, K et la silice combinée sont éliminés. Il n'apparaît cependant que rarement des cristallisations de gibbsite au niveau de la zone d'hydrolyse tel qu'elles furent décrites par DELVIGNE (1965) et LELONG (1967). L'alumine libérée sous forme de gel ou sous forme ionique ne cristallise que plus tardivement ; aux rayons X n'apparaît que peu de gibbsite dans la zone d'hydrolyse (ORU D18b, fig. 5).

La formation de kaolinite des couches périphériques est-elle postérieure ou antérieure à cette altération gibbsitique ? Sans vouloir trancher en faveur de l'une ou l'autre de ces hypothèses en l'état actuel de nos recherches nous ne ferons que donner les faits observés.

La synthèse de la kaolinite à partir d'un matériel gibbsitique a déjà été soulignée par GOLDMANN et TRACEY (1946), BONIFAS (1959), DELVIGNE (1965). Nous n'avons pas observé de transformation directe de la gibbsite. Quelques faits cependant pourraient témoigner en faveur de cette hypothèse : nous avons signalé qu'à volume constant la quantité de gibbsite passe de 50 cg/cm³ dans l'altérite « pain d'épice » à 30 cg/cm³ dans les couches périphériques. D'autre part 75 % des quartz disparaissent, nous avons pu observer leur dissolution, celle-ci se ferait au profit d'une synthétisation de la kaolinite.

Notre troisième hypothèse fait intervenir un fonctionnement différencié du profil dans le temps. La formation directe de la kaolinite à partir de la roche mère précéderait la phase d'altération gibbsitique. Cette synthèse intervient après l'hydrolyse selon le schéma donné par MILLOT (1964). Elle a déjà été observée par LACROIX (1931) à partir des feldspaths des syénites des îles de Los, GORDON et TRACEY (1952) dans leurs études sur les bauxites de l'Arkansas.

Au moment de l'hydrolyse des amphibolites il y a libération des éléments constitutants sous forme ionique mais les conditions de drainage ne sont pas suffisantes pour entraîner la silice et l'alumine qui sur place synthétisent la kaolinite. Les eaux ainsi appauvries en silice peuvent attaquer et dissoudre les quartz.

Cette dernière hypothèse aurait l'avantage de tenir compte de la situation topographique du profil. A l'époque de la pénéplation (Crétacé-Eocène) les conditions de drainage devaient être suffisamment mauvaises pour engendrer une profonde altération kaolinique (fig. 6, schéma 1).

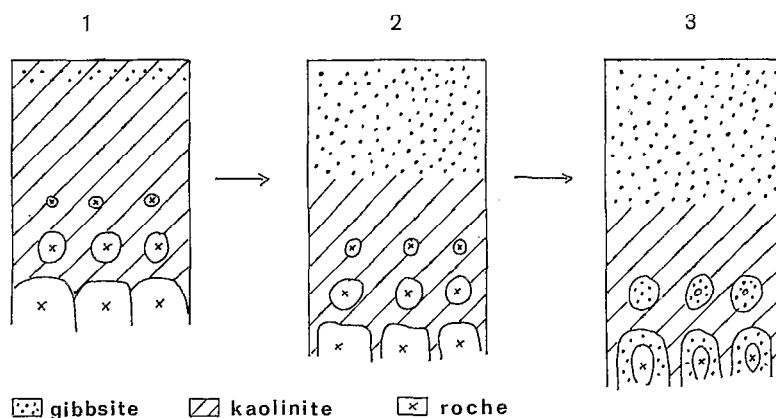


FIG. 6. — Schéma d'évolution de la cuirasse bauxitique et de son profil d'altération.

Lors de la lente surrection Mio-Pliocène du continent africain s'accompagnant de la mise en relief des plateaux actuels, le drainage s'est amélioré, accentuant un processus de désilicification de la kaolinite probablement déjà commencé en surface du profil, une altération kaolinique pouvant se maintenir à la base du profil (fig. 6, schéma 2).

Au cours du Quaternaire, le relief s'accroît par étapes successives dont les différents replats inscrits sur les flancs sont les témoins, le drainage s'améliore au niveau de la zone d'hydrolyse et favorise la formation de gibbsite. La gibbsite apparaît donc comme postérieure à la kaolinite mais n'en dérive nullement. On assiste à un renforcement continu du profil cuirassé et de la zone d'altération (fig. 6, schéma 3).

BIBLIOGRAPHIE

- ALLEN (V.T.), 1948. — Formation of bauxite from basaltic rock of Oregon *Econ. Geol.*, 43, pp. 619-626.
- BONIFAS (M.), 1959. — Contribution à l'étude géochimique de l'altération latéritique. *Mém. Serv. Carte Géol. Als.-Lorr.*, 17, p. 159, 5 pl. Phot. 52 tabl., 21 fig.
- DELVIGNE (J.), 1965. — Pédogenèse en zone tropicale. I La formation des minéraux secondaires en milieu ferrallitique. *Mém. ORSTOM*, n° 13, p. 178.
- DENAËYER (M.E.), 1951. — Tableau de Pétrographie. Ed. Lamarre, Paris.
- EYLES (V.A.), 1952. — The composition and origin of the Antrim Laterites and bauxites. *Mém. Geol. Survey Northern Ireland HMSO* Belfast.
- GOLDMANN (M.T.), TRACEY (J.L.), 1946. — Relations of bauxite and kaolin in the Arkansas Bauxite deposit. *Econ. geol.*, 41, 6, p. 567.
- GORDON (M.), TRACEY (J.L.), 1952. — Origin of the Arkansas bauxite deposits. Problem of clay and Laterite genesis, AIME Symposium Vol., pp. 12-34.
- HOLMES (A.), 1930. — Petrographic methods and calculations, London.
- LACROIX (A.), 1913. — Les latérites de Guinée et les produits d'altération qui leur sont associés. *Nouv. Arch. Mus.*, 5, pp. 255-356.
- LAMOTTE (M.), ROUGERIE (G.), 1961. — Les niveaux d'érosion intérieure dans l'Ouest Africain. *Recherches Africaines*. Kona-kry n° 4, pp. 61-70.
- LELONG (F.), 1967. — Nature et genèse des produits d'altération des roches cristallines sous climat tropical humide (Guyane Française). *Mém. Thèse Fac. Sci. Nancy 1967. Mém. Sci. Terre*, 14, 188 p., 24 fig. 28 tabl., 4 pl. h.t.
- MILLOT (G.), BONIFAS (M.), 1955. — Transformations isovolumétriques dans les phénomènes de latéritisation et bauxitisation. *Bull. Serv. Carte Géol. Als.-Lorr.*, 8, n° 1.
- MILLOT (G.), 1964. — Géologie des argiles. Masson. Paris.
- SIEFFERMANN (G.), 1969. — Les sols de quelques régions volcaniques du Cameroun. *Thèse Fac. Sci. Université de Strasbourg*, 290 p.
- STEPHEN (I.), 1962. — Bauxitic weathering of Mount Zamba, Nyasaland.
- ZANONE (L.), 1965. — La bauxite en Côte d'Ivoire. Rapport SODEMI 2 tomes.