

Les Minéralisations Manganésifères Volcano-Sédimentaires du Blafo-Guétó (Côte d'Ivoire) – Paragénèses – Altération Climatique

G. Grandin et E. A. Perseil

Centre de Géologie Générale et Minière, Ecole des Mines, Fontainebleau, France

Laboratoire de Minéralogie du Muséum d'Histoire Naturelle de Paris, Paris, France

Manganese-bearing occurrences of the Blafo-Guétó hills are present in quartzites and sericite schists with associated rhyolites, belonging to a Birrimian volcanic-sedimentary series. An initial assemblage made up of magnetite, pyrophanite and locally ottrelite and garnet is affected by a subsequent epigenetic mineralization in form of an impregnation of iron and manganese oxides (mainly goethite, cryptomelane and nsutite). Only in the materials associated with two different landsurfaces, the weathering produced important and significant alterations. The first surface is represented by small bauxitised remnants at the top of the hills; enriched ore is then associated with kaolinite and gibbsite. The second surface is a piedmont pediment where a ferruginous crust contains low-grade manganese mineralization.

Les indices manganésifères des collines Blafo et Guétó sont rencontrés dans les quartzites et les schistes sériciteux associés aux épanchements rhyolitiques d'une série volcano-sédimentaire birrimienne. La minéralisation, épigénétique, est une imprégnation d'oxydes de fer (goethite) et de manganèse (essentiellement MnO_2 -cryptomélane et nsutite), surimposée à une paragénèse initiale à magnétite, pyrophanite et localement ottrelite et grenat. L'altération météorique n'a provoqué de transformations notables que dans les matériaux associés à deux surfaces d'aplanissement. L'une est conservée sous forme de petits témoins bauxitisés au sommet des collines et des minerais enrichis sont associés à la gibbsite et la kaolinite. L'autre est un glacis de piémont et le manganèse s'y disperse dans une cuirasse ferrugineuse.

Fonds Documentaire ORSTOM



010009158

A) INTRODUCTION

En Côte d'Ivoire, les terrains volcano-sédimentaires birrimiens, déformés lors de l'orogénèse éburnéenne (2000 M.A.) et qui forment des sillons allongés SSE-NNW, contiennent de nombreux gîtes et indices de manganèse (Zanone, 1964). Les minéraux primaires sont le plus sou-

Fonds Documentaire ORSTOM

Cote: B*9158 Ex: 1

vent des grenats et des carbonates; les minerais atteignant des teneurs exploitables sont des oxydes secondaires formés dans des conditions d'altération ferrallitique. De tels oxydes ne se sont accumulés en grande quantité que lors de l'altération d'une surface d'aplanissement cuirassée du Tertiaire supérieur et les gisements d'intérêt économique en Afrique de l'ouest sont

associés à des témoins de cette surface (Grandin, 1976).

Dans la région de savane à îlots forestiers du centre du pays, au Nord du Toumodi, des bancs manganésifères affleurent sur les flancs des hautes collines Blafo et Guéto dont les sommets plats sont des témoins de cuirasse bauxitique du début du Tertiaire. Des indices sont également connus, 300 m en contrebas de ces sommets, sur le piémont oriental des collines, système de glacis quaternaire à cuirasses ferrugineuses, incisés à l'aval par les affluents de la rivière Kan (Fig.1). Les teneurs de manganèse des minéralisations primaires ne dépassent pas 10 à 20%; le contexte géomorphologique n'est guère favorable à l'accumulation de minerais enrichis par action météorique. Aussi l'intérêt des indices du Blafo-Guéto n'est pas lié à des perspectives économiques mais à des particularités qui les distinguent d'autres indices

de la même région ou de gisements comme ceux de Grand-Lahou, Tambao ou Nsuta (Perseil et Grandin, 1978):

- la nature des minéralisations primaires associant le fer et le manganèse sous forme d'oxydes.

- l'importance des roches d'épanchement acides dans l'environnement des horizons minéralisés.

- la présence de bancs manganésifères dans les altérites de la surface bauxitique et dans celles du système de glacis, c'est-à-dire de minéralisations associées à d'autres aplanissements que ceux du Tertiaire supérieur.

B) LE CONTEXTE GEOLOGIQUE

Le volcano-sédimentaire birrimien de la région du Blafo-Guéto n'a pas fait l'objet d'études pétrographiques et structurales. Les roches d'origine magmatique occupent à l'affleurement un peu plus d'espace que les roches sédimentaires (Fig.1). Elles comportent, à l'Ouest et au Nord-Ouest, des mélagabbros ophitiques. A l'Est, des andésites forment un massif allongé selon la direction birrimienne, en bordure des granites qui limitent le sillan volcano-sédimentaire. Enfin des rhyolites occupent la partie centrale, le long de la vallée du Kan, au contact des roches sédimentaires. On y distingue des quartz globuleux à bords corrodés en alvéoles et des phénocristaux de feldspath altérés en épidote quartz et chlorite, dans une matrice de quartz microcristallin, de muscovite ferrifère et de chlorite en amas flexueux ou en filaments anastomosés. Quelques fines baguettes de plagioclases subsistent parfois. Des roches semblables de la région de Toumodi, du moins leur métamorphisme de type schiste vert, ont été datées à 1980 M.A. par la méthode au strontium (Vachette et Yacé, 1969).

Les roches sédimentaires sont des quartzites jaspoides et des schistes sériciteux fins (10-20 μ) d'aspect cinéritique. La recristallisation s'accroît vers l'Est et le Nord-Est, avec des plages de quartz engrené et de mus-

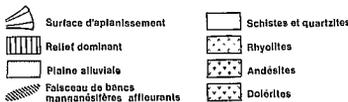


Fig.1. Indices manganésifères de Blafo Guéto

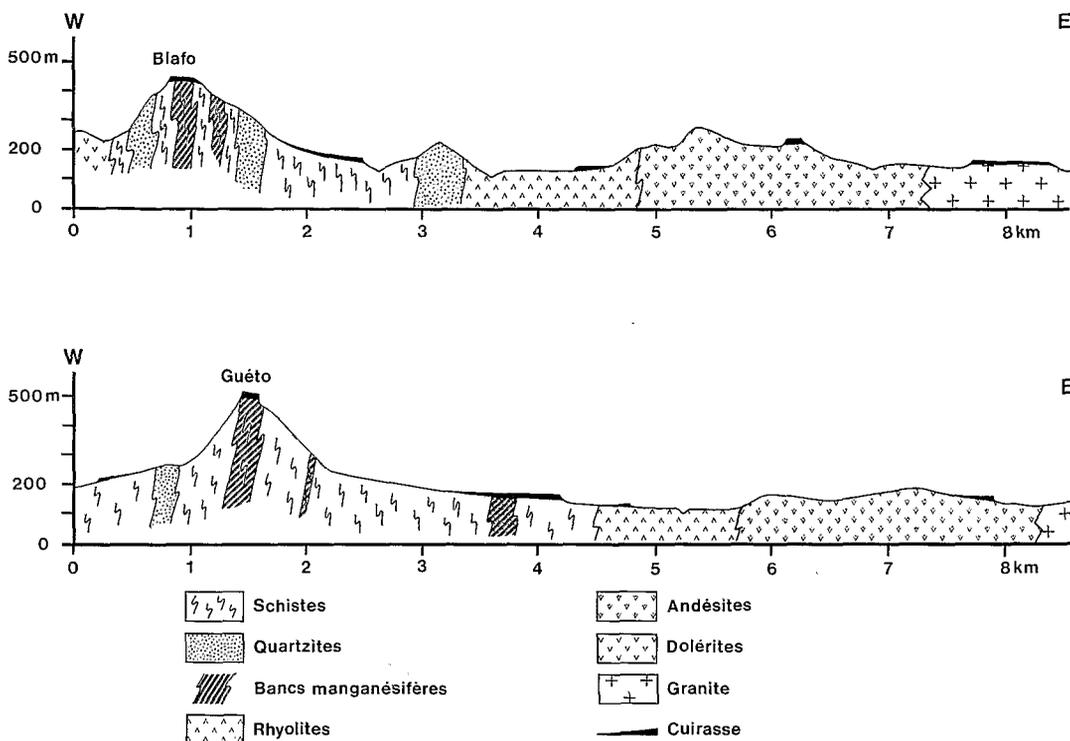


Fig.2. Coupes est-ouest du Blafo et du Guêto

covite et l'apparition de minéraux comme le grenat et l'ottrélite en gerbes ou en sphérules radiés atteignant quelques millimètres de diamètre (l'association de grenat et de chloritoïde, avec du disthène, est décrite dans des quartzites dahoméens par Alidou et al., 1975).

Dans ces roches sédimentaires, s'individualisent deux faisceaux minéralisés en fer et en manganèse, l'un dans l'axe des collines Blafo et Guêto, constitué de schistes sériciteux imprégnés d'oxydes, l'autre situé 2 km plus à l'Est, au pied des collines, constitué principalement de quartzite rouge à passées manganésifères.

C) LES MINÉRALISATIONS PRIMAIRES

1. Les Schistes Imprégnés d'Oxydes

Les roches minéralisées du faisceau des collines Blafo et Guêto ont été

envahies par des oxydes de fer et de manganèse après leur consolidation. L'imprégnation s'est faite en effet le long des joints de stratification et des diaclases, déterminant des bancs indurés à surface mamelonnée et des coupées accolées à ses bancs. Celles-ci sont dégagées par l'altération différentielle qui transforme les schistes non imprégnés en altérite kaolinique meuble près de la surface topographique (Fig.3).

L'imprégnation en fer a eu lieu dans un premier temps, sous forme de goethite qui cimente les petits grains de quartz et les phyllites formant la trame des schistes ou les épigénise partiellement. Dans un second temps les oxydes de manganèse envahissent les schistes goethitisés et forment des veinules de cryptomélane et de nsutite (Fig.4). Dans les veinules les plus larges, la partie centrale comporte des plages résiduelles de pyrolusite entourées de fins liserés à réflectance et anisotropie faibles de

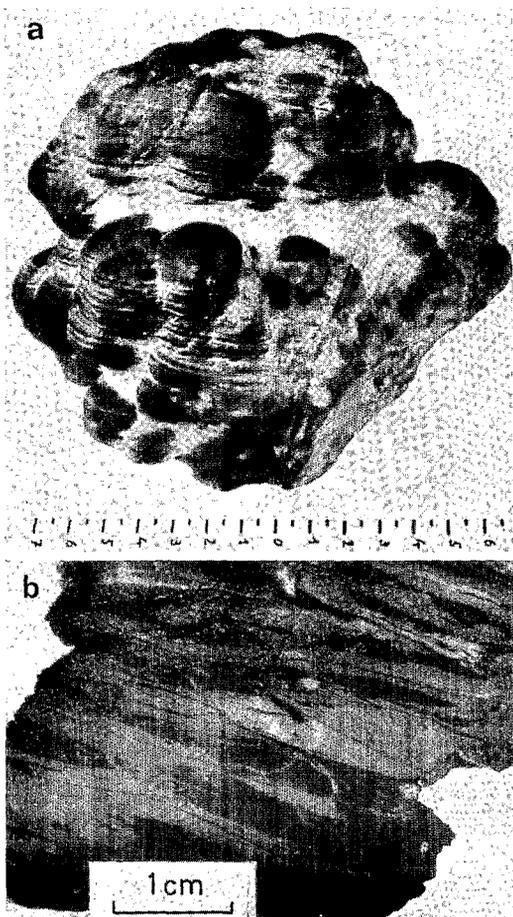


Fig.3. Poupée d'oxydes de fer et de manganèse accolée aux bancs minéralisés. Schiste imprégné d'oxydes

psilomélane (Fig.5). Le bord de ces veinules larges peut être constitué de goethite. On note la présence de veinules manganésifères tardives de todorokite.

Dans certains échantillons de schistes imprégnés d'oxydes de fer et de manganèse (cs23b, cs73a) des cristaux octaédriques de magnétite martitisée atteignant 1/2 mm sont répartis dans la roche avec une concentration forte dans de petites strates de quelques millimètres d'épaisseur. Dans les plages de martite s'observe du rutile, souvent bordé d'un liseré mince de pseudo-brookite. Il s'agissait donc de magnétite titanifère. Les cristaux octaédriques sont d'ailleurs accompag-

nés de prismes de pyrophanite (Fig.7) (cs34). Les uns et les autres sont présents aussi bien dans des zones imprégnées d'oxydes de fer que dans des zones imprégnées d'oxydes de manganèse. Ils sont fissurés et corrodés avec des infiltrations de nsutite ou de goethite selon la zone où ils se trouvent (Fig.6). Ces minéraux sont donc antérieurs à l'imprégnation de la roche.

Les paragenèses des minerais d'imprégnation sont en définitive:

- | | | | |
|-----|---------------------|-------------|-----------------|
| I | pyrophanite | rutile | pseudo-brookite |
| | titanomagnétite | | martite |
| II | goethite (hématite) | | |
| | nsutite | | |
| | cryptomélane | | crypto-mélane |
| | pyro-lusite | psilomélane | nsutite |
| III | todorokite | | |

Quelques analyses chimiques montrent les teneurs variables d'oxydes de fer et d'oxydes de manganèse; les premiers dominant.

Note: la perte au feu inclut de l'oxygène des oxydes de manganèse, réduit en Mn_3O_4 par la calcination.

2. Les Quartzites Manganésifères

Il s'agit de quartzites rouges ou brun-rouge, à pigmentation fine d'oxydes de fer, comportant soit une pigmentation superposée d'oxydes de manganèse (cs47), soit des lits micacés manganésifères riches, soit des chevelus de veinules manganésifères (cs87,88). Ils sont rencontrés dans le second faisceau au pied des collines. Leur teneur ne dépasse pas quelques %. Il existe également des quartzites gris à noir à teneur de manganèse encore plus faible.

3. Présence de Grenat dans Les Roches Manganésifères

Un échantillon provenant d'une butte dominant légèrement le glacier de piémont à l'est du Guéto (cs69) montre des résidus de grenats. Il s'agit d'un minéral enrichi par altération météorique, massif, où subsistent des grenats altérés encore reconnaissables, par-

	cs24a	cs35a	cs73a	cs59	cs61	cs24b	cs47
Perte au feu			7,7	6,1	8,9	6,0	0,5
SiO ₂	23,2	11,1	38,3	47,1	17,8	49,2	82,0
Al ₂ O ₃	8,6	12,5	9,9	12,8	8,6	12,4	4,2
Fe ₂ O ₃	26,8	37,5	23,4	24,1	59,8	30,1	12,6
MnO ₂	30,9	29,7	19,7	6,0	3,4	0,8	1,6
TiO ₂	0,24	0,3	0,4	0,5	0,3	0,7	0,36
CaO+MgO+Na ₂ O			0,5	0,8	0,4	0,7	0,2
K ₂ O			1,4	2,4	1,8	1,3	0,1

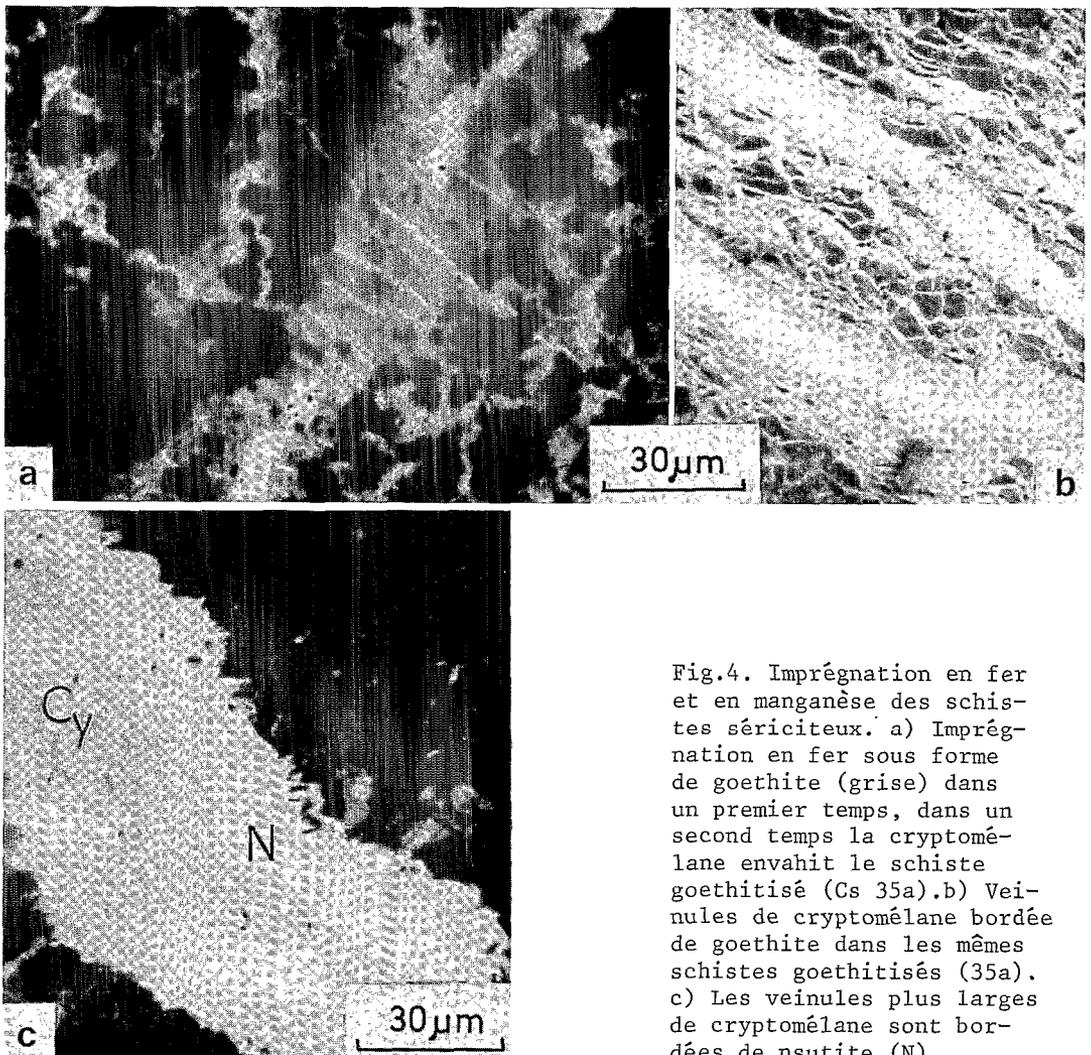


Fig.4. Imprégnation en fer et en manganèse des schistes séréciteux. a) Imprégnation en fer sous forme de goéthite (grise) dans un premier temps, dans un second temps la cryptomélane envahit le schiste goéthitisé (Cs 35a). b) Veinules de cryptomélane bordée de goéthite dans les mêmes schistes goéthitisés (35a). c) Les veinules plus larges de cryptomélane sont bordées de nsutite (N)

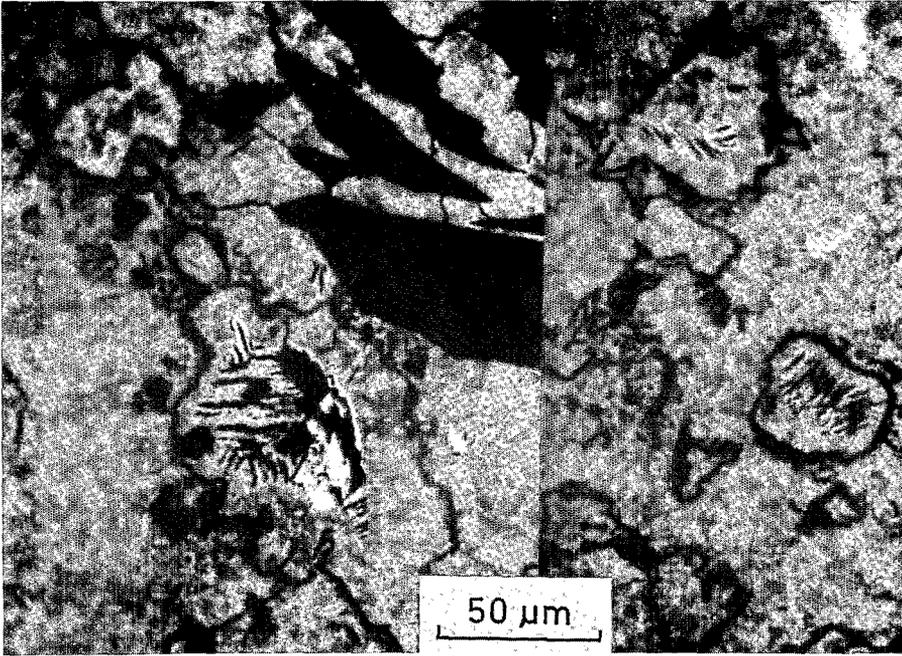


Fig.5. Plages résiduelles de pyrolusite dans la partie centrale des veinules de nsutite dans les schistes minéralisés

semés de petites plages de lithiophorite et de goethite, d'autres grenats étant remplacés par une association cryptomélane-nsutite.

Dans un autre échantillon provenant de la partie supérieure du Guéto, l'observation au MEB met en évidence des cavités polyédriques tapissées de lithiophorite (Fig.8). Il peut s'agir d'anciens grenats de très petite taille.

Les grenats manganésifères ne sont donc pas absents des indices du Blafo-Guéto, notamment des quartzites du second faisceau. Mais ils ne constituent qu'une fraction réduite des minéralisations initiales.

D) LES MINÉRALISATIONS DES ALTERITES BAUXITIQUES

Les altérites et les cuirasses bauxitiques des sommets du Blafo et du Guéto se sont formées à partir des schistes sériciteux dont les structures sont

assez bien conservées dans la partie non indurée du profil, des lithoreliques subsistant jusque dans la partie moyenne des cuirasses.

A la base de celles-ci on trouve du minéral d'imprégnation des schistes, partiellement envahi par la kaolinite et la gibbsite (cs159, cs155). Ces minéraux forment des poches où la trame initiale de la roche disparaît complètement et qui manifestent une accumulation absolue d'alumine. Des remobilisations de fer et de manganèse se traduisent par des veinules ou des concrétions de goethite recoupant les structures schisteuses et la paragenèse initiale à nsutite-cryptomélane. Elles sont traversées elles-mêmes par des veinules de nsutite secondaire. Mais surtout, les poches de kaolinite et gibbsite peuvent être imprégnées par la lithiophorite qui forme des liserés sur leur bord, s'épaississant jusqu'à un envahissement presque complet (cs58, Fig.9). Dans certains cas la structure concrétionnée devient dominante, avec une association de lithio-

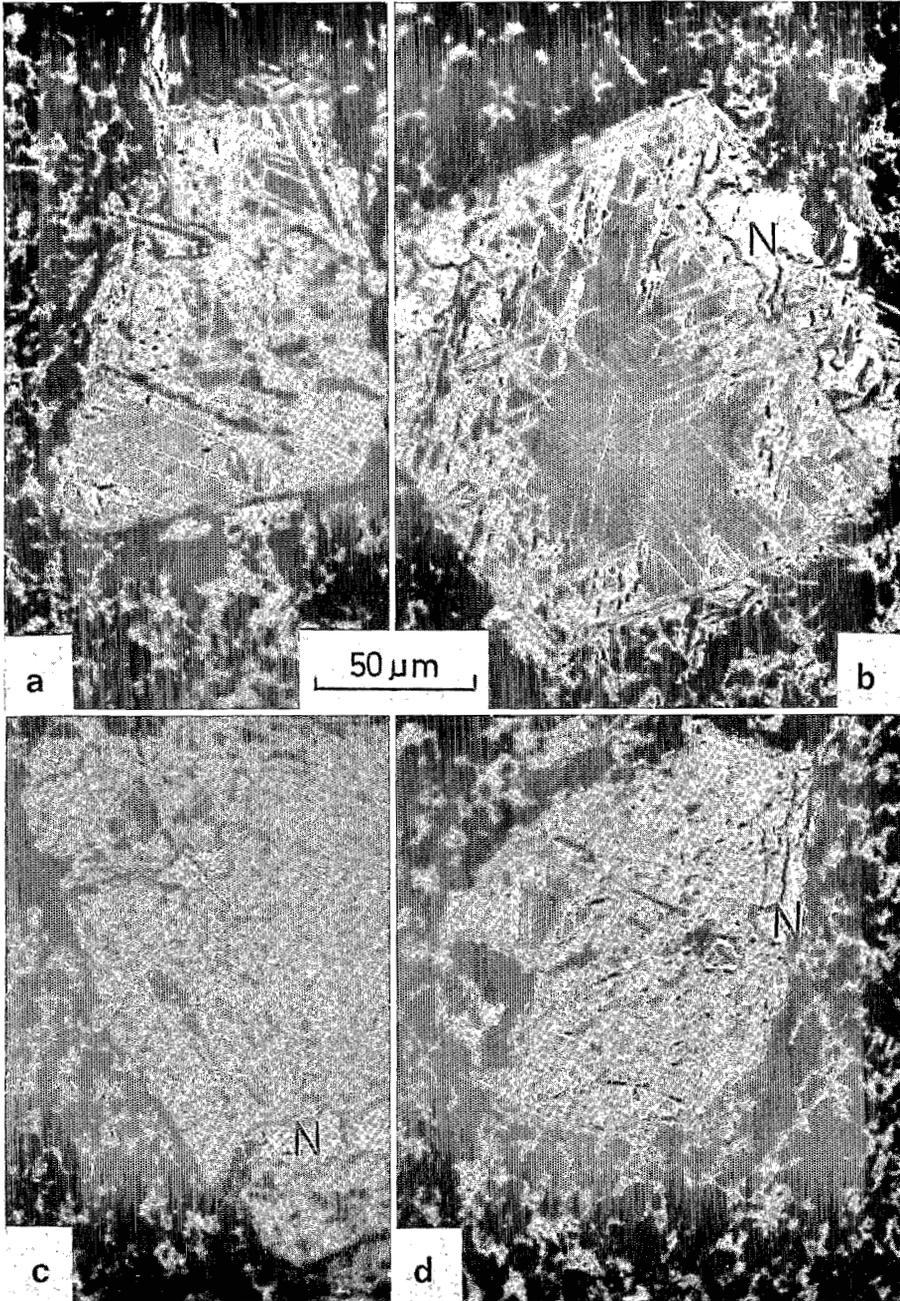


Fig.6. Schistes imprégnés d'oxydes de fer et de manganèse à magnétite martitisée (Cs 23b et Cs 75a). La magnétite transformée en martite-gris clair, alors que vers la partie centrale on observe des plages grises de rutilé souvent bordées de pseudo-brookite (gris sombre). Les plages de martite sont fissurées et corrodées avec des infiltrations de nsutite (N) ou de la goéthite

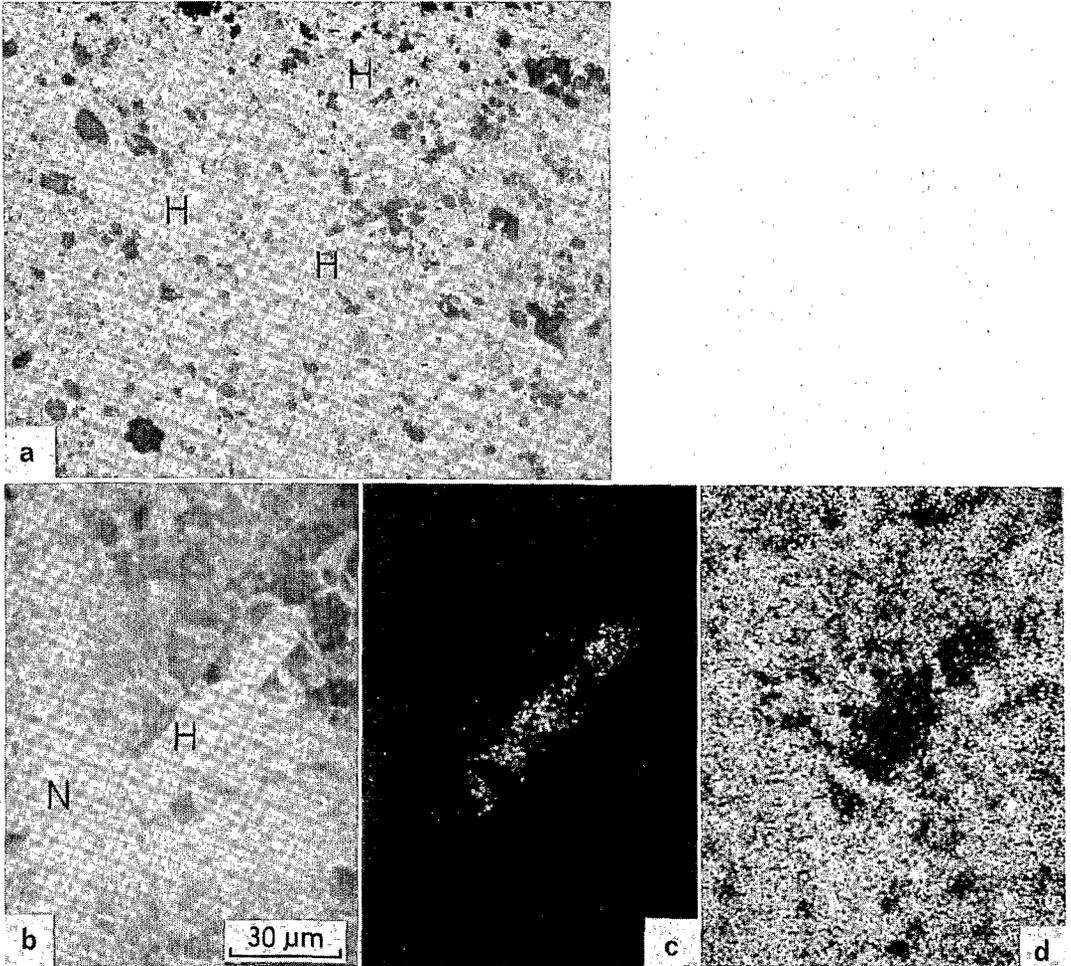


Fig.7. a) Schiste minéralisé à pyrophanite (H), 30 X. b) Schiste minéralisé à pyrophanite (H), 30 X. c) Image X du Ti dans les prismes. d) Image X du Mn dans les prismes

phorite, de cryptomélane et parfois de nsutite, de l'extérieur vers le centre des concrétions. Dans ce minéral, le fer est pratiquement absent alors que la kaolinite et la gibbsite se mêlent à la lithiophorite finement cristallisée (elles sont détectées par l'examen en infra-rouge entre 3700 et 3200 cm^{-1}). On obtient un faciès de type cuirasse manganésifère qui n'est toutefois qu'une transformation et un enrichissement local d'une roche contenant initialement du manganèse.

On trouve également, dans la cuirasse bauxitique du Guéto et les blocs éboulés de son rebord oriental, des

minerais bréchiques formés de débris anguleux de minéral oxydé enrichi à cryptomélane et nsutite, dans un ciment de kaolinite et gibbsite (cs156, cs534). La goethite est présente, soit en fines pellicules autour des débris, soit en concrétions à l'intérieur de ceux-ci. Le ciment est localement formé de fins pisolites où alternent gibbsite et kaolinite.

Des veinules de gibbsite bien cristallisée recoupe l'ensemble, manifestant la possibilité d'un lessivage d'alumine dans la partie supérieure de la cuirasse bauxitique et son dépôt plus bas dans le profil. L'analyse

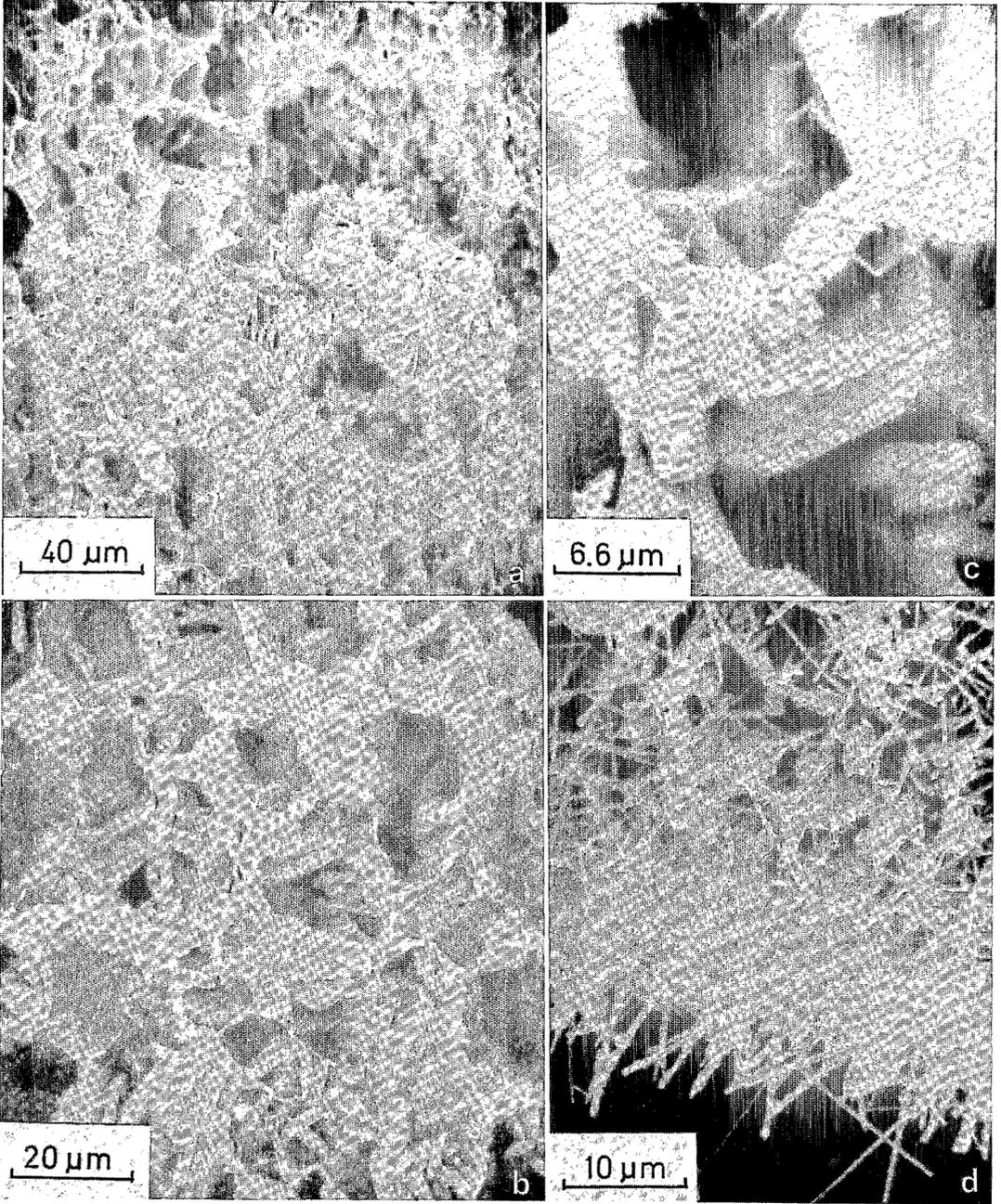


Fig.8 a, b, c. Cavités polyédriques (anciens grenats) tapissées de lithiophorite et d) remplacement des grenats par l'association cryptomélane-nsutite

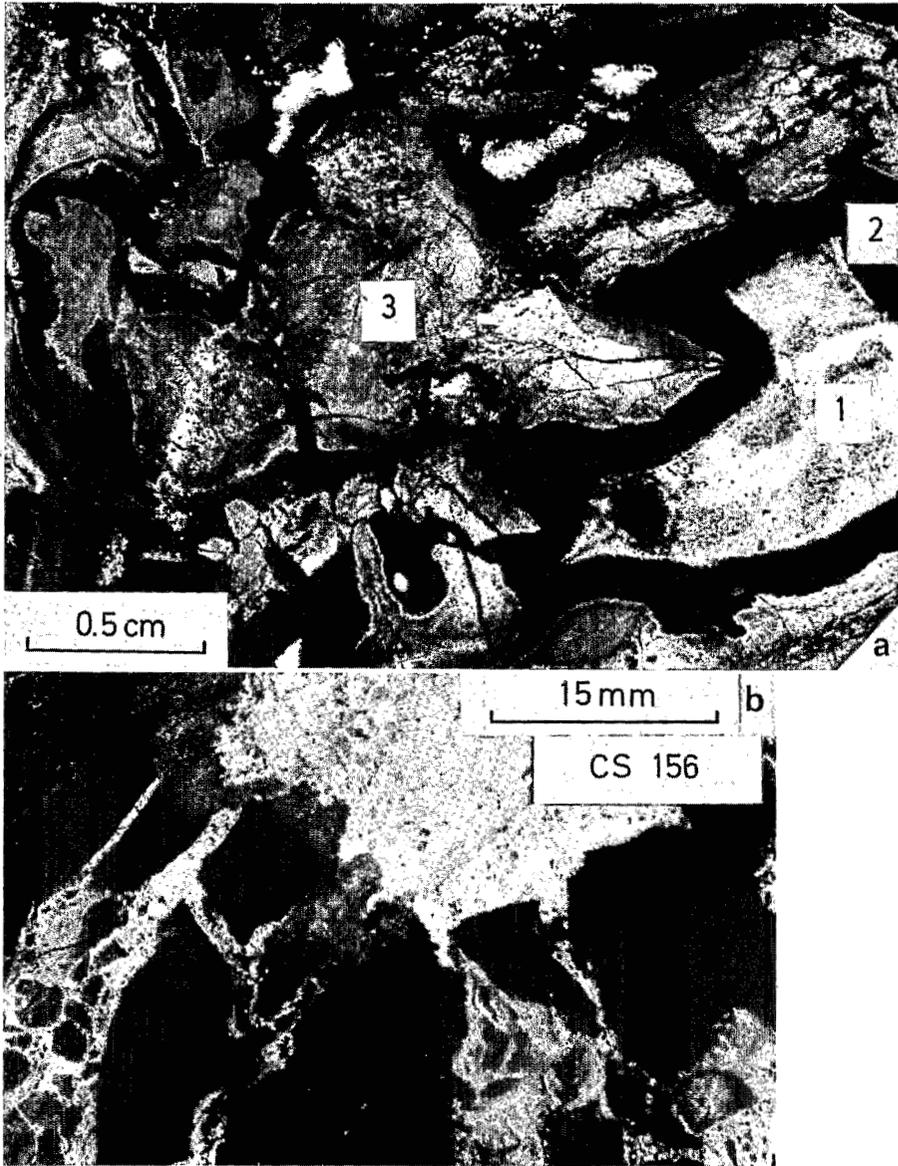


Fig.9. a) Minerais associés à la cuirasse bauxitique. 1: Poche de kaolinite et gibbsite. 2: Cortex concrétionné de lithiophorite secondaire. 3: Schiste imprégné d'oxydes de fer et de manganèse. b) Minerais bréchique à ciment gibbsitique (dont des veinules de gibbsite bien cristallisée)

d'un de ces minerais (cs139) donne 52,5 % d'oxyde de manganèse soit 33 % de Mn métal, 20,6 % d'oxyde de fer, 16,5 % d'alumine et 3,1 % de silice combinée avec un résidu d'attaque triacide de 0,56 %. Quelques échantillons atteignent 45 % de Mn métal selon Zanone (1964).

E) LES MINÉRALISATIONS DU HAUT GLACIS

Les cuirasses ferrugineuses du haut-glacis, au pied des collines où affleurent les bancs du faisceau de schistes minéralisés, notamment au nord du Blaf, remanient de petits débris de mine-

rai schisteux enrichi. Le développement de cortex autour de ces débris donne une tendance pisolitique. On a ainsi des fragments de cryptomélane et nsutite, de magnétite martitisée, parfois de pyrophanite entourés de fines pellicules de goethite ou de lithiophorite concrétionnée.

La structure pisolitique apparaît également dans des zones plus éloignées des faisceaux minéralisés, au sommet de la cuirasse de haut-glacis, dans un horizon de 20 à 30 cm d'épaisseur. Les concrétions sphériques d'oxyde de fer et de manganèse peuvent ne pas avoir de nucleus visibles. La teneur de MnO_2 atteint 10 à 15 %. Elle décroît dans les horizons inférieurs de la cuirasse, se limitant à 2 ou 3 % à 1 m de profondeur. On note la présence de gibbsite remaniée à côté de fragments de schistes à goethite et cryptomélane et les phases manganésifères les plus récentes sont à lithiophorite, comme dans les minerais associés aux cuirasses bauxitiques.

Autour des pointements des bancs minéralisés du second faisceau, dans les profils du haut-glacis ou en buttes dominant légèrement celui-ci, la cuirasse montre des auréoles manganésifères hectométriques (à débris de minerais et pisolites). Quelques enrichissements des bancs in situ sont observés sous forme de cortex sur les quartzites rouges ou bruns et de rognons d'oxydes dans les altérites. Très localement des concentrations secondaires concrétionnées apparaissent notamment au pied d'une butte formée par le second faisceau, au contact d'un filon de quartz recoupant celui-ci. L'échantillon cs70, formé de cryptomélane avec de fines pellicules intercalées de goethite atteint 47 % de manganèse métal, avec 9 % de quartz résiduel. Il est un exemple d'épigénie du quartz par la cryptomélane.

F) INTERPRÉTATIONS - CONCLUSIONS

1. Minéralisations Primaires

Dans les séries volcano-sédimentaires birrimiennes du socle éburnéen, le fer

est présent à côté du manganèse. La plupart des gisements correspondent à des dépôts sélectifs avec des bancs manganésifères dans lesquels le fer est subordonné et des bancs ferrugineux pauvres en manganèse, parfois présents à quelques mètres des bancs de minerai exploité, comme à Grand-Lahou:

ss51 : 13,5 % Fe_2O_3 et 0,05 % MnO_2
 ss58 : 49,7 % Fe_2O_3 et 0,25 % MnO_2

Les minéraux manganésifères sont alors le grenat spessartine, la rhodochrosite, la braunite et si des oxydes sont signalés il s'agit de hausmannite ou de manganosite. La minéralisation est synsédimentaire, transformée par recristallisation métamorphique.

Les indices du Blafo-Guêto se distinguent par la présence de minéralisations associant le fer et le manganèse, le premier dominant. La minéralisation principale est formée d'oxydes de basse température: goethite, hématite, pyrolusite, cryptomélane, nsutite. Elle est rencontrée dans le premier faisceau, celui des collines Blafo et Guêto et dans la partie méridionale du second, celui du glacis de piémont oriental. Grossièrement stratiforme, elle imprègne une roche à partir de fractures et de joints de stratification. Lors de sa mise en place, cette roche, schiste quartzo-sericiteux fin d'origine cinéritique probable, contient déjà une première minéralisation, discrète sauf dans de fines strates où elle est concentrée, constituée de magnétite titanifère et de pyrophanite en cristaux automorphes¹⁾. La minéralisation des quartzites comporte de fines disséminations d'oxydes, parfois des grenats et des chloritoïdes, notamment dans la partie nord du second faisceau.

¹⁾ Magnétite et pyrophanite sont également signalées dans les indices manganésifères de M'Bouessou, à une centaine de kilomètres au NW du Blafo-Guêto (Bouladon & Picot, 1964). Ces minéraux sont également connus, associés au grenat et à la chlorite, dans des échantillons de la série manganésifère de Serra do Navio au Brésil.

On aurait en définitive deux phases distinctes de minéralisation:

a) l'une à fer, manganèse et titane, initiale, synsédimentaire, transformée par métamorphisme, avec une paragénèse variable selon le degré de celui-ci et la nature des roches. Appartiennent à cette première phase, les oxydes disséminés dans les joints intergranulaires des quartzites, la magnétite, la pyrophanite, le grenat, l'ottrélite. Elle concerne les deux faisceaux manganésifères 2). Liée à la mise en place des cinérites acides, quartzites et rhyolites (Bouladon & Jouravsky, 1955, Guerin, 1979), elle ne mène pas à la formation de gisements dans le cas du Blafo-Guêto. Le manganèse reste dispersé à basse teneur en compagnie du fer, dans un milieu sédimentaire dominé par la silice, sans carbonates, défavorable aux augmentations de pH qui permettent la précipitation sélective du manganèse.

b) la seconde phase, à fer et manganèse, concerne les bancs de schistes sériciteux des deux faisceaux, notamment du premier. Comportant exclusivement des oxydes, elle apparaît tardive, post-métamorphique, épigénétique. Bien qu'on ne connaisse pas de filons manganésifères recoupant la série birrimienne, on peut penser qu'elle a pour origine des remobilisations hydrothermales, liées aux granitisations post-tectoniques birrimiennes ou à des événements plus récents. Cette hypothèse rest à confirmer par une étude plus précise des relations entre les minéralisations, les déformations et le métamorphisme. Quoi qu'il en soit, cette seconde phase donne des minerais atteignant 15 % de manganèse métal, c'est-à-dire des teneurs voisines de celle du protore de certaines lentilles de Grand-Lahou.

2) En dehors de ces faisceaux, les schistes et quartzites contiennent du fer sous forme d'oxydes disséminés et de pyrite (altérée près de la surface, leur teneur en titane est assez élevée:

	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO ₂
schistes: cs25	5,9	0,7	0,05
cs37	3,3	0,6	0,05
quartzites: 43	5,4	0,3	0,37

2. Minéralisations Secondaires

Les transformations supergènes ne donnent au Blafo-Guêto que des quantités réduites de minerai riche. L'altération météorique a moins de prise sur les protores ferrugineux oxydés que sur des protores carbonatés ou siliceux. Le ciment de goëthite et de cryptomélane est relativement stable dans les conditions de la surface et de plus il imperméabilise la roche. Les fronts d'imprégnation par la goëthite sont ainsi, dans les sols des versants des collines ou ceux des buttes dominant le glacis du piémont, des limites brutales entre un matériel meuble kaolinisé issu de l'altération des schistes sériciteux non imprégnés et une roche minéralisée peu transformée, gardant sa structure et sa compacité.

Mais surtout, entre les indices du Blafo-Guêto et les gisements comme Grand-Lahou, interviennent des différences des conditions d'altération. Les formes de relief issues de l'évolution ménagée du système d'aplanissement intermédiaire, qui porte à Grand-Lahou les accumulations secondaires (amas de démantèlement et cuirasses de manganèse) sont ici absentes, ce système d'aplanissement ayant été presque totalement érodé (Grandin, 1976).

En revanche, des témoins de la surface cuirassée bauxitique subsistent au sommet du Blafo et du Guêto. On observe dans leurs profils des enrichissements in situ des bancs minéralisés, correspondant à une dynamique hydrique verticale avec des importations successives de manganèse et d'alumine: poches de kaolinite et gibbsite dans le minerai à cryptomélane, cortex de lithiophorite dans ces poches, veinules de gibbsite bien cristallisée recoupant l'ensemble. Il est assez remarquable dans ce milieu lessivé, où la silice est presque entièrement éliminée et où l'aluminium domine, de constater la stabilité des concentrations de manganèse, notamment l'existence de brèches à débris de minerai riche dans un ciment bauxitique. La tendance à l'organisation pisolitique de ce ciment implique des périodes d'engorgement c'est-à-dire un drainage plutôt médiocre, l'ampleur du lessivage étant

le fait de la durée de la période de bauxitisation du début du Tertiaire et de son climat chaud et humide permettant l'élimination des bases et de la silice de la partie supérieure du profil.

Les hauts-glacis cuirassés quaternaires du piémont des collines Blafo et Guêto ne montrent d'enrichissements secondaires que locaux ou de faible intensité. Les cuirasses ferrugineuses, formées dans des matériaux d'épandage érodés des collines, englobent des débris de minerai de manganèse et leur horizon supérieur comporte des pisolites d'oxydes pulvérulents de manganèse et de fer formés par les circulations latérales hypodermiques de saison des pluies. Mais il s'agit d'une dispersion du stock de manganèse des faisceaux birrimiens et de leurs altérites, les teneurs obtenues n'atteignent que rarement 10 % de manganèse métal.

BIBLIOGRAPHIE

- Alidou, S., Germain, P., Julien, J.-L., Tempier, P.: Sur le métamorphisme des quartzites du groupe de Badagba (Dahomey), C.R.Acad.Sc. 281, D, 339-342 (1975)
- Bouladon, J., Jouravsky, G.: Les gisements de manganèse volcanogènes de Tiouine (Infracambrien du Sud marocain). Notes Mém.Serv.Géol.Maroc. 127, 180 p (1955)
- Bouladon, J., Picot, P.: Etude de 13 échantillons de minerai de manganèse de Côte d'Ivoire. Note multigr. SODEMI. 1964
- Grandin, G.: Aplanissements cuirassés et enrichissement des gisements de manganèse dans quelques régions d'Afrique de l'ouest. Mém.ORSTOM 82, 275 p. (1976)
- Guerin, H.: Distribution du manganèse dans les séries volcaniques: un guide de la genèse des gisements manganésifères volcanogènes. In: Origin and distribution of the elements. Ahrens L.H. Ed. (1979)
- Perseil, E.A., Grandin, G.: Evolution minéralogique du manganèse dans trois gisements d'Afrique de l'ouest: Mokta, Tambaou, Nsuta. Mineral. Deposita 13, 295-311 (1978)
- Vachette, M., Yace, I.: Sur l'âge au strontium des laves acides du Précambrien de la région de Toumodi (Côte d'Ivoire). C.R.Acad.Sc. 268, D, 2235-2236 (1969)
- Zanone, L.: Le manganèse de Côte d'Ivoire. Rapport multigr. SODEMI. no.44 et 44 bis, 273 p.(1964)

Received: May 11, 1982

Accepted: August 4, 1982

Dr.E.A.Perseil
Laboratoire de Minéralogie du Muséum
d'Histoire Naturelle de Paris
61 rue de Buffon
F-75005 Paris
France