

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE D'ADIOPODOUME

(Côte d'Ivoire)

LABORATOIRE DE PEDOLOGIE

ETUDE PRELIMINAIRE

DU GISEMENT DE MANGANESE DE MOKTA

p a r

G. GRANDIN

Chargé de Recherche Stagiaire

Géologue

Avril 1965

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE - MER

CENTRE D'ADIOPODOUME

LABORATOIRE DE PEDOLOGIE

ETUDE PRELIMINAIRE

DU GISEMENT DE MANGANESE DE MOKTA

par

G. GRANDIN

Chargé de Recherche Stagiaire

Géologue

Avril 1965

R E S U M E

Les premières observations de terrain permettent d'une part de tirer des études parfois contradictoires, les éléments essentiels pouvant être considérés comme des bases acquises ou pouvant servir à poser les problèmes à résoudre, d'autre part de définir les informations complémentaires, nécessaires à l'interprétation génétique du gisement de manganèse de MOKTA.

S O M M A I R E

A) - D O N N E E S D E D E P A R T

1^o/- G E N E R A L I T E S

- a) - Historique
- b) - Contexte géologique
- c) - Minéralisation

2^o/- E T U D E S E F F E C T U E E S

- a) - 1 9 5 8
- b) - 1 9 6 2
- c) - 1 9 6 4

B) - O B S E R V A T I O N S

1^o/- S T R U C T U R E

- a) - Les pendages
- b) - Interprétation

2^o/- M I N E R A L I S A T I O N

- a) - Minerai de lentille
- b) - Minerai de démantèlement
- c) - Minerai de cuirasse

3^o/- C O N T E X T E G E O L O G I Q U E

C O N C L U S I O N

Une première tournée a été effectuée du 3 au 12 février, constituant essentiellement une prise de contact, d'une part avec le contexte géologique et géographique (types de formations, d'affleurements, de relief, de végétation), d'autre part avec le gisement lui-même.

Cette première tournée a permis tout d'abord de comparer sur le terrain les différentes idées parfois contradictoires émises à propos de la genèse du gisement dans les rapports et études dont il a fait l'objet. Elle a permis ensuite, un certain nombre de ces idées étant considérées comme acquises, de définir les points particuliers justifiant une étude complémentaire afin de préciser cette genèse.

A) - DONNEES DE DEPART

1^o - GENERALITES

a) - Historique

Les premiers indices ont été découverts en 1955 au cours de travaux d'exploitation forestière. L'étude du gisement a été entreprise à partir de 1956 et l'exploitation a commencé sous forme productive en 1960.

Tant au cours des recherches que de l'exploitation, l'interprétation structurale et génétique du gisement est passée par plusieurs stades, la dernière interprétation en date, la plus originale, étant liée aux travaux effectués en 1964 par L. ZANONE sous la direction de B. TAGINI (SODEMI).

b) - Contexte géologique

Il est acquis que la région est constituée de formations schisteuses orientées sud-ouest nord-est associées à des roches ophiolitiques, l'ensemble appartenant à un complexe volcano-sédimentaire (tel que la notion a été définie par P. ROUTHIER en Nouvelle-Calédonie et introduite en Côte d'Ivoire par A. ARNOULD), placé à la base du birrimien. L'horizon minéralisé apparaît sur 8 km environ, le long d'une chaîne de petites collines d'altitude maximum 120 m, alignées selon la direction birrimienne.

Pour le secteur, la carte géologique la plus précise est à l'échelle 1/500.000. Elle fait apparaître la présence des granites de craton à 7 km à l'ouest du gisement et celle d'un petit massif d'amphibolites, au sein des schistes birrimiens, entre le gisement et la bordure des granites.

c) - Minéralisation

Le gisement a tout d'abord été considéré comme formé de couches minéralisées subverticales interstratifiées dans les schistes et coiffées de croûtes sub-horizontales dont l'origine était discutée. Les recherches ont d'abord porté sur les couches dont on espérait qu'elles comporteraient en dehors des lentilles oxydées de leur partie superficielle, des colonnes de diallogite et braunite sous le niveau hydrostatique. Mais devant la pauvreté des échantillons ramenés par les sondages profonds et la difficulté de localisation d'éventuelles colonnes de minerai primaire, l'étude a été rapidement limitée à la partie superficielle, notamment les "carapaces" et zones de démantèlement, reconnues par puits, qui ont alors été considérées comme l'essentiel du gisement exploitable.

2^o/- ETUDES EFFECTUEES

a) - 1 9 5 8

Un premier rapport a été rédigé, au cours des recherches, par des stagiaires de l'école des mines sous la direction de Monsieur le Professeur RAGUIN.

Il y était distingué :

- d'une part le "minerai de couches", formant des lentilles interstratifiées constituées en profondeur par des gondites, avec comme minéraux primaires de manganèse la diallogite, le grenat spessartine et la braunite et enrichies en surface par oxydation avec apparition de psilomélane et pyrolusite et présence éventuelle de brownite et grenat résiduels.
- d'autre part le "minerai de carapace", dont la formation était considérée comme indépendante des lentilles, celles-ci n'intervenant que comme un élément favorable. Ce minerai se décomposait lui-même en deux types, correspondant à deux modes de formation distincts (avec bien entendu des types intermédiaires participant des deux modes de formation) :

Type A :

La destruction des schistes faiblement manganésifères libère du manganèse qui se concentre sur place sous forme de substitution d'oxydes dans les schistes, sans modification de texture macroscopique. Le minerai obtenu est lité comportant des lamelles alternées de schistes argileux et d'oxydes. Sous

l'action des remaniements superficiels la texture peut toutefois s'effacer jusqu'à l'obtention de boulders de psilomélane recoupés de veinules de pyrolusite.

Type B :

Dans le cas de schistes plus riches en fer, la concentration se produit non par substitution mais par concrétionnement sous forme de pisolithes dont le coeur est généralement formé de goethite, et qui entrent en coalescence, donnant des boulders englobant du quartz détritique et de l'argile.

b) - 1962

A une époque où l'exploitation en cours permettait de nouvelles observations, R. CHOUTEAU, Directeur de la mine, dans une note remarquablement claire et concise, donnait une interprétation de la genèse du gisement. Cette interprétation était fondée sur l'existence de trois types de minerai :

- le minerai de lentille, à stratification nette et forte teneur en silice, différencié par sa teneur en manganèse.
- le minerai de démantèlement, formé d'amas de morceaux stratifiés de minerai de lentille, plus ou moins enrobés de concrétions et noyés dans l'argile superficielle. Ce minerai est différencié par la taille des fragments et par l'épaisseur des concrétions, liée à la position occupée dans l'amas. La teneur varie avec l'importance des concrétions, celles-ci ne dépassant pas 25 à 30% de manganèse. Le minerai de démantèlement est plus pauvre en manganèse et en silice, plus riche en fer, que le minerai de lentille.
- le minerai de constitution secondaire, à structure massive ou concrétionnée sans aucune trace de structure schisteuse, très riche (52 à 60% de manganèse), pauvre en fer et en silice.

Des têtes de lentilles s'étant enrichies en oxydes au-dessus du niveau hydrostatique dans une période de faible érosion, on assisterait par la suite :

- au cours d'une phase d'érosion active, à la formation d'une colline allongée avec affleurement en relief dans la partie sommitale des lentilles résistantes à l'érosion.
- à l'accumulation sur place, l'érosion s'atténuant, des produits de démantèlement de ces lentilles.

- le calme revenu, à la formation en bas de pente de cuirasses manganésifères, à partir de solutions de lessivage des affleurements et de leurs produits de démantèlement.
- en dernier stade, à l'apparition de la configuration topographique actuelle du gisement, par reprise d'érosion en aval des cuirasses avec début de démantèlement de celles-ci.

R. CHATEAU notait d'ailleurs que l'on observait à la base de la zone B est, des phénomènes actuels de dépôt de manganèse dans des argiles.

c) - 1 9 6 4

Une théorie entièrement nouvelle mise au point par L. ZANONE et suscitée par une observation de B. TAGINI (présence en zone A de schistes sub-horizontaux sous la carapace), envisage pour la partie centrale du gisement une structure plissée décrochée par deux failles. Selon l'auteur les différentes lentilles ne sont que les affleurements répétés au gré d'anticlinaux et de synclinaux, de trois couches minéralisées. Quant aux "carapaces" elles correspondent à la partie sub-horizontale des plis, à proximité des charnières. A part le minerai de démantèlement il n'existe que du minerai de couche, soit stratifié soit, dans les zones particulièrement riches, concrétionné. L'absence de stratification, qui "a peut-être contribué à forger la notion de carapace distincte des niveaux minéralisés en place" ne dépendrait "que d'une altération in situ remarquablement forte".

Cette théorie s'appuie sur une étude tectonique. Les relations structurales établies concernent la partie centrale du gisement (zones B est, B centre, B ouest, A, C est). L'extrapolation au reste du gisement a été jugée prématurée, à défaut d'éléments suffisants.

B) - OBSERVATIONS

1^o/- STRUCTURE

a) - Les pendages

Les premières observations simples sont les observations de pendage, pour l'interprétation desquelles on peut distinguer quatre paramètres :

- Position topographique du point d'observation
- Profondeur par rapport au niveau du sol du point d'observation
- Orientation des bancs
- Inclinaison des bancs.

Il est acquis que la série a une orientation générale nord-est relativement constante, parallèle à la direction d'allongement des collines, avec une inflexion vers l'est plus marquée dans la partie nord du gisement que dans la partie sud. D'après les observations faites, cette orientation apparaît indépendante de la position topographique du point d'observation et de l'inclinaison des bancs. Elle subit dans le détail une dispersion autour de sa valeur moyenne, plus accentuée pour les observations de surface; dans la pente de la zone B est par exemple, les directions suivantes ont été relevées, réparties sur une surface d'un hectare environ : 58°, 43°, 53°, 43°, 58°, 53°, 43°, 68°, donnant une moyenne de 52° qui correspond à la direction générale birrimienne dans cette partie du gisement. Une seule inflexion notable a été observée, dans la zone C est, au niveau de la lentille en exploitation; où l'orientation générale 42° passe localement à une orientation de 80 - 90°, sans extension latérale.

L'inclinaison des bancs est par contre a priori extrêmement variable, des pendages sub-verticaux pouvant être observés aussi bien que des pendages faibles (nord-ouest ou sud-est), voire sub-horizontaux. Toutefois la plupart des observations effectuées à une certaine profondeur par rapport à la surface du sol ont montré des inclinaisons fortes : galerie F1 F2 tracée perpendiculairement à la direction d'allongement des collines, saignée de la route au fond du ravin situé derrière le village minier, zones F1, B centre. Il en est de même des observations effectuées sur les replats au sommet des collines (disons sur le plateau, ces collines pouvant être considérées comme des plateaux étroits) : B est, partie nord de C est. Les inclinaisons faibles ont été observées aux ruptures de pente ou dans les pentes et de façon générale à proximité de la surface du sol (pente de B est, rupture de pente en A, zone superficielle à B centre). Enfin on peut parfois observer des variations de l'inclinaison d'un même ensemble de banc. Ces variations ont été observées à proximité des pentes ou dans les pentes, les inclinaisons étant de direction opposée à la direction

des pentes. Ainsi dans la galerie F1 F2 les pendages sont sub-verticaux; à l'entrée de cette galerie, située dans la pente sud-est de la colline, les pendages prennent une inclinaison nord-ouest. De même, dans la tranchée joignant les zones C et A on voit des bancs s'infléchir vers la surface, selon des inclinaisons nord-ouest. Cette tranchée se trouve à l'amorce du flanc sud-est de la colline (photo 1). Par contre, dans la zone B est, les inclinaisons sud-est faibles observées dans la pente nord-ouest passent sur le plateau à des inclinaisons nord-ouest fortes.

Des discordances nettes des pendages n'ont été observées que localement, notamment à B est, en bordure du plateau (fig. 1).

b) - Interprétation

Les différents pendages observés peuvent donc être interprétés en faisant intervenir des phénomènes superficiels du type balancement de couche ou fauchage, aussi facilement qu'en faisant intervenir des phénomènes de plissement. On assisterait au déversement dans les pentes de la partie superficielle d'une série redressée, à une sorte d'épanouissement de cette série de part et d'autre de la ligne de collines. L'épaisseur des zones d'altération et la plasticité des schistes qui forment l'essentiel de la série permettent d'envisager une certaine ampleur de ces phénomènes. Par suite certaines configurations particulières peuvent s'expliquer dans ce cadre :

- Dans la zone B centre un amas de minerai de démantèlement a été exploité ainsi que deux lentilles sous-jacentes. On observe actuellement une sorte de dôme de schistes gris affectés de microplissements anarchiques, entre les excavations déterminées par l'exploitation des lentilles. L'enracinement de l'une d'elles est encore observable et montre une courbure des bancs correspondant à celle du flanc adjacent du dôme. Aussi bien que l'indice d'une forme anticlinale on peut voir là l'effet du fauchage, les schistes ayant été comprimés sous le poids de la lentille placée en position supérieure (fig. 2). L'existence d'un amas de minerai de démantèlement n'en est que mieux expliquée.
- Dans la zone B est, les pendages observés dans la pente sont assez uniformes et la moyenne des inclinaisons s'établit à 30° sud-est. En bordure de plateau, après une zone de pendages variables on retrouve des pendages d'inclinaison moyenne 60° nord-ouest. Aussi bien que l'indice d'une forme synclinale, on peut voir là l'effet du fauchage d'autant que l'on retrouve sur le replat au pied de la pente des pendages sub-verticaux (fig. 3). Dans cette optique, on peut être essayer d'interpréter la discordance existant en bordure du plateau comme une sorte d'affaissement des couches dans la zone la plus décomprimée par l'épanouissement de la série.

De fait seules les galeries recoupant la série en profondeur sur une grande distance ou une étude stratigraphique précise seraient déterminantes. Dans la partie centrale du gisement de telles galeries n'existent pas. Toutefois nous avons vu que la Galerie F1 F2, tracée postérieurement à l'établissement de la théorie des plis, présente des pendages sub-verticaux sauf à proximité de l'entrée où les bancs s'infléchissent légèrement vers la pente. L'étude stratigraphique précise est rendue difficile par l'ampleur des phénomènes d'altération et les variations latérales importantes observées dans les bancs minéralisés. Toutefois une coupe intéressante pourrait être relevée le long de la route principale sur les flancs du marigot situé derrière le village minier, qui entaille assez profondément la colline entre C est et B centre.

2^o/- MINERALISATION

Les observations de terrain permettent de distinguer a priori trois types de minerai, minerai de lentille, minerai de démantèlement, minerai de cuirasse, tels qu'ils ont été décrits par R.CHOUTEAU (A. 2^o b)

a) - Minerai de lentille

Le minerai de lentille paraît se répartir autour de deux faciès principaux. Un faciès finement lité, avec présence de schistes en lamelles ou en lits alternant avec les oxydes de manganèse. Ce faciès, considéré dans les différentes études comme lié à la substitution d'oxydes dans les schistes, n'avait toutefois pas été considéré comme "minerai de couches" dans le rapport de l'Ecole des Mines, rédigé à une époque où seules les lentilles "sud" et "sud décalée" avaient été étudiées. Seul le second faciès, minerai plus massif avec strates grossières et fréquemment aspect granuleux, avait été observé. Ce minerai était considéré comme provenant de l'altération d'une roche-mère, en l'occurrence la gondite. R.CHOUTEAU d'ailleurs opposait dans le minerai de lentilles, le minerai pauvre "où la substitution des schistes par les oxydes de manganèse est incomplète" à des minerais dont le type était pris entre autres dans la lentille sud et la lentille sud décalée. L'existence de deux origines différentes du minerai de lentille peut donc être envisagée. Il y aurait lieu, après avoir établi des corrélations précises concernant l'emplacement des lentilles dans les différentes zones d'exploitation et leur alignement éventuel selon des bancs déterminés, de faire une étude comparative de leur minerai, relative à l'existence de minéraux primaires et aux éléments-traces associés.

L'existence des lentilles est capricieuse. Le passage, dans un même banc, du minerai à des schistes peut être observé aussi bien en profondeur, latéralement, que vers la surface. A C ouest, une lentille de type classique avec enrichissement de surface, zone de fauchage et de démantèlement et fermeture

en profondeur a été exploitée. Une tranchée a mis au jour un prolongement de cette lentille avec minéralisation en profondeur et passage à des schistes vers la surface.

L'association à certaines lentilles de veines de quartz dont la puissance peut atteindre vingt à trente centimètres est remarquable. Elle s'observe dans les zones Fl, C est, C ouest où les veines de quartz sont généralement situées au mur des lentilles. Le quartz a été remplacé dans des proportions variables par des oxydes de manganèse et se présente sous forme de morceaux arrondis, corrodés, parfois pulvérulents, séparés par des placages d'oxydes. Ces derniers peuvent se développer jusqu'à l'obtention d'une masse d'oxydes parsemée de résidus de quartz.

b) - Minerai de démantèlement

Il s'agit d'amas éluviaux recouvrant des têtes de lentilles, situés sur le plateau ou dans la partie supérieure des pentes. Ce minerai n'a pas été étudié pour l'instant.

c) - Minerai de cuirasse

Le minerai de cuirasse, de faciès relativement uniforme, semble a priori de constitution entièrement secondaire. Il se présente sous forme de bancs massifs, sous la surface du sol, dans des zones de pente assez faible sur l'un ou l'autre flanc de la colline, mais non sur le plateau.

A B est, zone dont l'exploitation est terminée, du minerai de cuirasse aurait été trouvé en bas de pente, faisant suite à un amas de minerai de démantèlement situé en position supérieure.

A B ouest, le minerai de cuirasse affleure à proximité de la crête. Sa couverture stérile est de plus en plus épaisse quand on descend la pente. Cette couverture a été partiellement dégagée en vue de l'exploitation. Il s'agit d'un sol dont le profil suivant a pu être observé :

0	Horizon sablo-argileux meuble, brun-rose, avec quelques pisolithes manganésifères (le manganèse à teneur apparemment faible y est associé à du fer)
80	
	Horizon brun plus compact avec de très nombreux pisolithes de 3 à 5 mm de diamètre en moyenne
170	

- 170 Horizon a pisolithes moins nombreux avec une structure polyédrique fine à grumeleuse peu développée
- 190 Horizon argileux compact, en relief dans le profil naturel, à structure polyédrique avec recouvrement argileux des agrégats
- 290 Apparition de zones d'argile blanche sous forme de taches à bords francs de quelques centimètres, allongées (en moyenne dans le sens vertical).
- A une soixantaine de mètres légèrement en contrebas cette argile tachetée peut être observée sur 1,5 à 2 m d'épaisseur. A la base apparaît la cuirasse manganésifère.
- Ce sol peut être considéré comme un sol ferrallitique lessivé.

Le minerai semble donc être lié à des phénomènes pédogénétiques et s'être formé à la base d'un sol. On observe d'ailleurs, à l'intérieur de certains morceaux de cuirasse des noyaux résiduels d'argile blanche et d'argile rouge. Ce sol se serait développé sur des matériaux de colluvionnement, en bas de pente, la configuration topographique actuelle étant liée à un surcreusement récent des vallées (qui a pu favoriser l'évolution du sol vers le type lessivé). L'érosion aurait amené alors l'affleurement de la cuirasse, soit vers l'aval comme en zone A, soit vers l'amont comme en zone B ouest, située au niveau d'un col de la ligne de crête, déterminé par le creusement du marigot qui passe derrière le village minier (fig. 4).

Quoi qu'il en soit "l'existence d'épais niveaux argileux au-dessus de certains niveaux minéralisés" peut s'expliquer par la profondeur des sols ferrallitiques en Basse Côte d'Ivoire, sans faire intervenir une couverture de "schistes birrimiens altérés qu'une tectonique pllicative placerait localement en position sub-horizontale".

Un point toutefois reste à éclaircir, qui oppose à R. CHOUTEAU l'actuel directeur de la mise, H. GUIZOL. Il s'agit de savoir si les phénomènes pédogénétiques responsables de la formation de la cuirasse ont agi à partir de la seule présence de solutions manganésifères enrichies par lessivage d'affleurements plus ou moins éloignés, ou à partir de la présence de minerai (démantèlement ou têtes de lentilles inclinées par le jeu du fauchage). Certes rien n'exclut a priori que la source du manganèse ait existé à l'emplacement même de

la cuirasse actuelle. Cela est-il nécessaire pour justifier l'existence de la cuirasse ? Pour l'affirmer il faudrait trouver dans les cuirasses des minéralisations primaires résiduelles ou des traces de la structure litée du minerai de lentilles, à tout le moins des corrélations géochimiques avec ce minerai.

Pour l'infirmier il faudrait prouver par des mesures quantitatives portant sur des phénomènes actuels que la seule circulation de solutions manganésifères est susceptible de produire des concentrations équivalentes aux cuirasses observées, dans les conditions de l'histoire géomorphologique de la région (intervalle séparant les périodes d'érosion, évolution climatique ...).

L'observation de phénomènes actuels permet en fait d'affirmer que la circulation de solutions manganésifères est susceptible de produire des concentrations superficielles en dehors de la présence du minerai. On observe en effet, dans la zone B est, sur un replet au pied de la pente, à l'occasion d'une tranchée destinée à l'évacuation des eaux vers un marigot situé en contrebas, des dépôts d'oxydes de manganèse, à la base d'un niveau de colluvions argileux gris blanchâtre contenant des graviers et cailloux de quartz, épais de trois mètres, et reposant sur des schistes altérés en place. Ces schistes forment une masse plastique imprégnée d'eau où la schistosité se manifeste par la différence de couleur des lits successifs plus que par une possibilité de clivage. Bien que sub-verticaux ils représentent un niveau imperméable et la limite entre schistes et colluvions est jalonnée de sources ou suintements. Les oxydes de manganèse sont déposés sous forme de placages et d'imprégnations à la base des colluvions. Sur 1 m à 1,50 m ils déterminent un horizon en relief dans le profil, gardant une certaine plasticité en place mais durcissent rapidement à l'air, que l'on peut considérer comme une carapace en formation (au sens pédologique du mot carapace, caractérisé par un degré d'induration permettant la façonnement à la pelle).

Localement, aux points de sortie des sources, existent des croûtes de quelques centimètres, noirâtres, poreuses. (Photos 2 et 3).

De telles concentrations de manganèse apparaissent toutefois bien éloignées de celles observées avec le minerai de cuirasse, oxyde presque pur. Leur étude n'en est pas moins nécessaire.

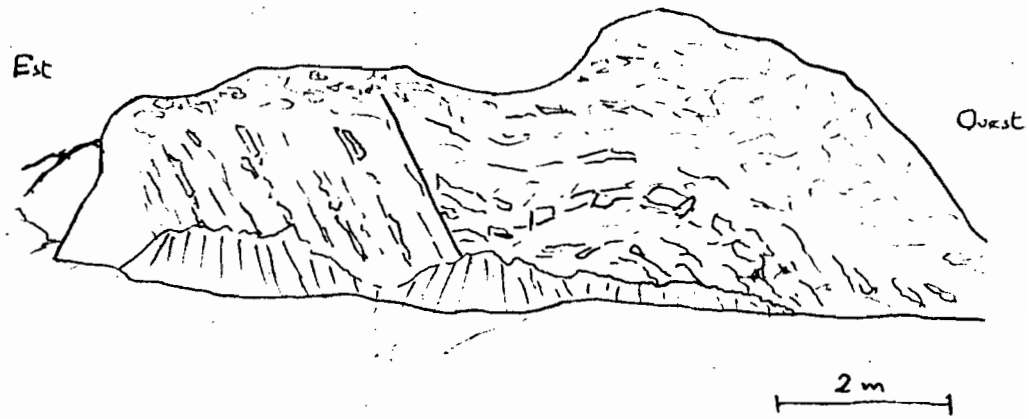


fig. 1 : B est - Tranchée au bord du plateau. Paroi sud.

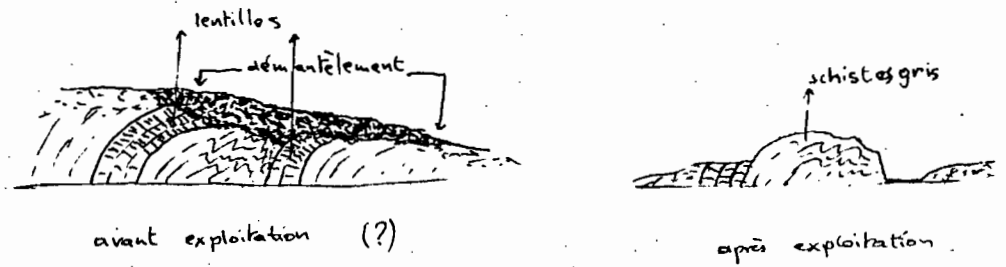


fig. 2 : B centre, Zone exploitée.

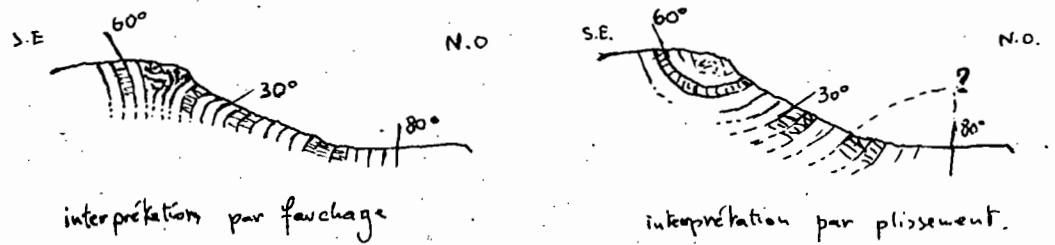


fig 3 : B est Schéma d'ensemble.

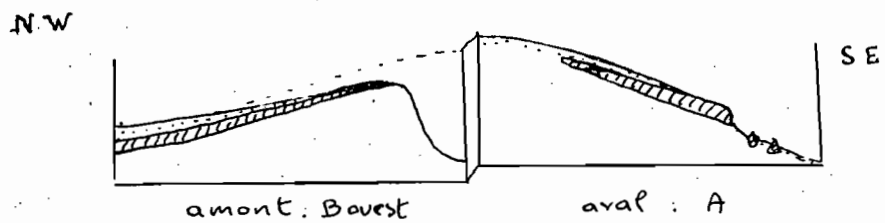


fig 4 Affermelements de cuirasses



Carapace
en for-
mation

Croûte
mangané-
sifère

Schistes
altérés

n° 2



n° 3



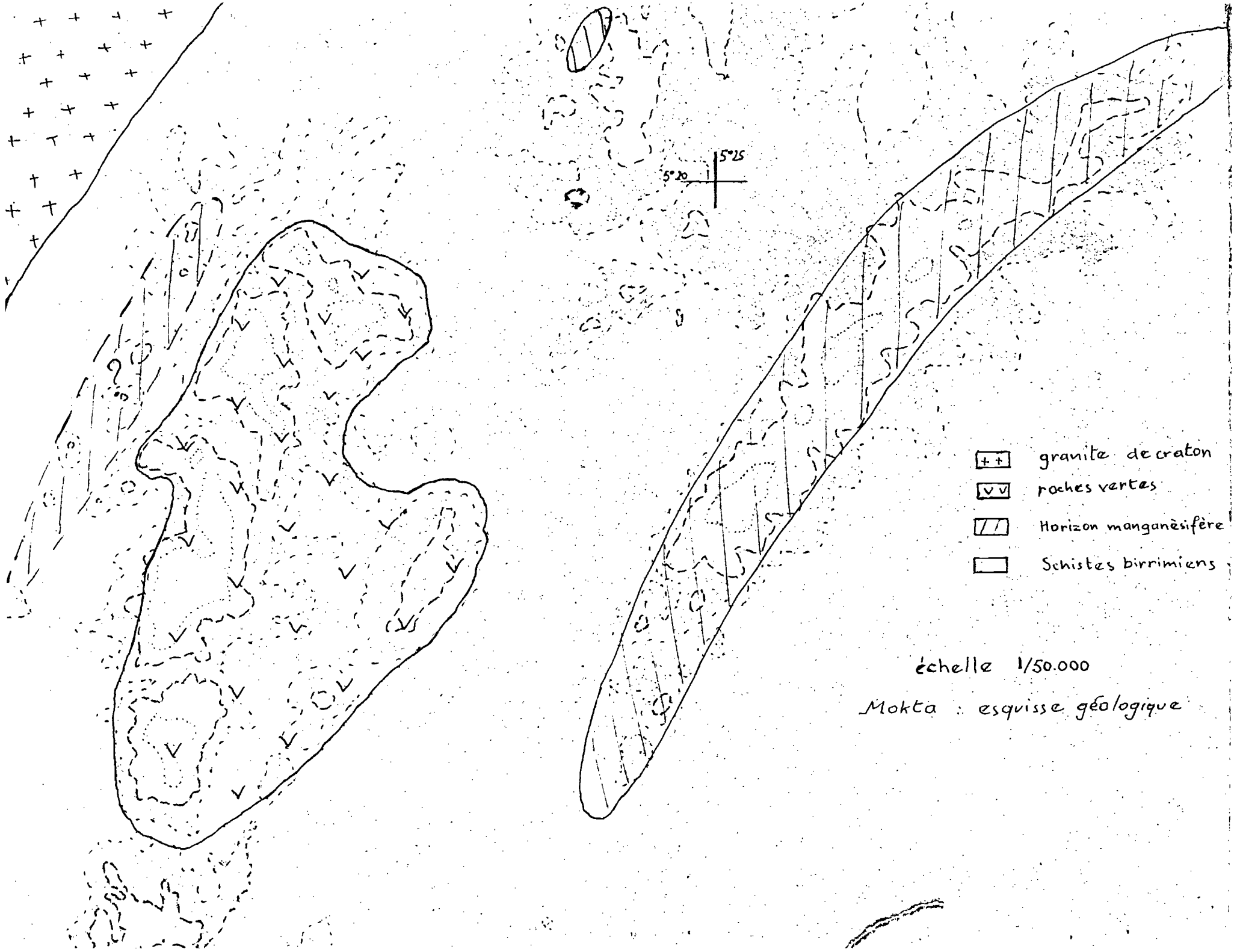
n° 1

3°/ - CONTEXTE GEOLOGIQUE





Une reconnaissance rapide des environs du gisement a permis de prélever quelques échantillons sur les collines situées à l'ouest (voir plan 1/50.000).

D'après la morphologie une première ligne de collines pouvait être envisagée comme un prolongement de la "chaîne de Mokta" décalé par une faille importante (esquisse géologique de L. ZANONE). Elle s'est révélée devoir être rattachée au petit massif d'amphibolites noté sur la carte au 1/500.000.

L'alignement de petites collines situé à la bordure ouest du massif d'amphibolites mériterait une visite. Il serait en effet logique que l'enveloppe volcano-sédimentaire existe de chaque côté du massif et rien n'exclut que l'on puisse y trouver un horizon manganésifère.



5°20' | 5°25'

-  granite de craton
-  roches vertes
-  Horizon manganésifère
-  Schistes birrimiens

échelle 1/50.000

Mokta : esquisse géologique

C O N C L U S I O N

La rareté des données géologiques précises impose avant toute discussion d'hypothèse génétique, une étude de terrain comportant :

- l'établissement d'une esquisse géologique de la région à partir du fond topographique au 1/50.000 afin de préciser les positions et relations du massif d'amphibolites avec l'horizon minéralisé et de donner une idée du style tectonique (présence ou non de cassures importantes, de formes plissées ...). Il devra être tenu compte de la rareté des affleurements dans un paysage de plateaux cuirassés et de bas-fonds marécageux sous forêt dense.
- le relevé de coupes stratigraphiques à l'occasion de travaux effectués sur le gisement (aires de stockage, routes, galeries, tranchées), permettant de définir éventuellement des unités stratigraphiques susceptibles d'être reconnues dans les différentes zones d'exploitation et de permettre l'établissement de relations de continuité entre elles.
- l'établissement de coupes géologiques transversales du gisement à partir du fond topographique au 1/2.500 existant, permettant de préciser les dispositions et relations des divers types de minerais et notamment des lentilles et des cuirasses.

Ce travail étant effectué différentes analyses seront nécessaires:

- Prélèvements et analyses d'eau (méthodes à mettre au point) en particulier dans les zones où s'observent des dépôts actuels de manganèse.
- Analyses de teneur en manganèse, fer, silice (analyse triacide et fusion alcaline) des différents types de formation.
- Analyses minéralogiques et métallographiques (lames minces, sections polies, rayons X, thermique différentielle) des roches et des minerais.

Ces analyses, adjointes aux données déjà existantes, fournissent des renseignements sur :

- l'importance et le type des minéralisations primaires et plus généralement le stock de manganèse présent dans les formations volcano-sédimentaires.
- l'amplitude des migrations et des dépôts et les conditions dans lesquelles elles se réalisent.
- La nature des lentilles, les relations entre elles, leurs relations avec les cuirasses.

L'ensemble des données observées par les études de terrain et les analyses devront être interprétées dans le cadre d'une reconstitution de l'histoire géomorphologique de la région afin de permettre la mise sur pied d'une hypothèse génétique valable susceptible d'être vérifiée par des études complémentaires.