

CENTRE ORSTOM DE LOME



RECHERCHES GEOLOGIQUES
AU TOGO

NOTES ET RAPPORTS
DE ALAIN BLOT

1984

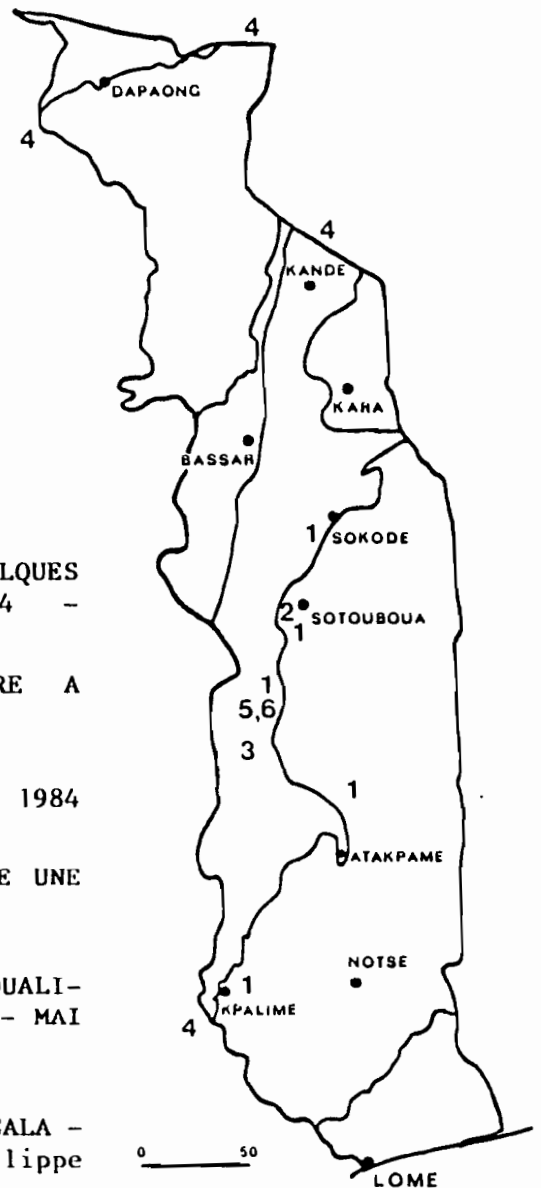


RECHERCHES GEOLOGIQUES AU TOGO

NOTES ET RAPPORTS DE ALAIN BLOT

1984

- 1 - MINERALOGIE DU TOGO (2) : BILAN DE QUELQUES DETERMINATIONS NOUVELLES. JANVIER 1984 -
- 2 - PROPOSITION DE PROSPECTION ALLUVIONNAIRE A SOTOUBOUA - JANVIER 1984
- 3 - L'EXTENSION SUD DU DISTRICT DE PAGALA - MAI 1984
- 4 - AU DISTRICT DE PAGALA PEUT-IL CORRESPONDRE UNE PROVINCE METALLOGENIQUE ? MAI 1984.
- 5 - QUELQUES OBSERVATIONS SUR LA MINERALOGIE QUALITATIVE DES CHAPEAUX DE FER DU CENTRE TOGO - MAI 1984 - Jean Claude PION et Alain BLOT.
- 6 - LES CHAPEAUX DE FER DE LA REGION DE PAGALA - TOGO. ACTIVITES 83-84 - OCTOBRE 1984 - Philippe MACAT et Alain BLOT.



MINÉRALOGIE DU TOGO (2) : BILAN DE QUELQUES DETERMINATIONS NOUVELLES

Les résultats présentés ici sont l'interprétation de la diffraction des rayons X de quelques échantillons collectés au Togo au cours des travaux de l'ORSTOM (itinéraires et prélèvements dans des puits). Les mesures et interprétations ont été effectuées au Laboratoire de Géologie de l'ORSTOM Bondy (France) par Mr VERDONI.

Deux modes de représentation ont été choisis avec un *tableau alphabétique des espèces minérales* déterminées et un *tableau descriptif des échantillons* analysés.

Les conclusions tirées de ces tableaux sont exclusivement descriptives elles ont pour but d'enrichir la recherche d'échantillons pour les collections existantes : BNRM, Université, ATRS, ENS... à partir de la richesse minéralogique du Togo.

D'autres conclusions seront élaborées au fur et à mesure de l'avancement des travaux et des déterminations.

Tableau 1-1 - Minéraux silicatés

actinote	amphibole monoclinique à Ca, Mg, Fe
albite	feldspath sodique
allanite	épidote à lanthanides
amphibole	groupe à double chaîne ($Si_4O_{11}...$)
chlorite	groupe des phyllosilicates
disthène	alumino silicate
dravite	tourmaline riche en Mg
épidote	sorosilicate à Ca, Fe, Al
feldspath	
fuchsite	mica chromifère

(1) Alain BLOT - mai 1982. La minéralogie du Togo 3p, 5 fig.

hypersthène	pyroxène orthorhombique à Mg, Fe
interstratifiés	minéral argileux
kaolinite	minéral argileux
labrador	plagioclase
laumontite	zéolite
léonhardite	zéolite
lépidolite	mica lithinifère
mica	groupe de phyllosilicates
microcline	feldspath potassique
montmorillonite	argile gonflante, utilisé ici comme synonyme de smectite
muscovite	mica alumineux
pyrope	grenat magnésien
quartz	
smectite	groupe de phyllosilicates
spessartine	grenat manganésifère
talc	groupe de phyllosilicates
tourmaline	cyclosilicate
trémolite	amphibole monoclinique à Ca, Mg
zéolite	groupe d'aluminosilicates hydratés, tectosilicates
zoïsite	sorosilicate à Ca, Al

Tableau 1 - 2 - Minéraux non silicatés

ankérite	carbonate Ca, Mg, Fe
calcite	carbonate Ca
chlorapatite	phosphate à Ca, Ce
corindon	oxyde Al
gibbsite	hydroxyde Al
goethite	hydroxyde Fe
graphite	élément C
hématite	oxyde Fe
ilménite	oxyde Fe, Ti

Tableau 2 - 1 - Les échantillons des puits d'études des altérations du massif de Djabatoré-Sotouboua

N° Puits	N° Echantillons	Détermination Rx
TG 1	4	amph., felds (peu), kaol (peu)
	5	amph., chlor.,
	6	amph., chlor., (tr), felds (tr), zéolite (tr)
	7	amph., kaol., (tr)
	8	amph., chlor.,
	9	amph., montmo (tr), chlor., felds
	10	amph., felds, montmo (tr), kaol. (tr)
TG 2	1	amph., chlor., felds (tr)
	2	amph., chlor., felds
	3	amph., chlor., felds
	4	laumontite (zéolite), chlor, amph (peu), micas (tr) felds (tr)
	5	quartz
	6	amph., felds, chlor.,
	7	amph., chlor., felds
	8	amph., kaol., montmo., felds (tr)
TG 3	2	amph., felds
	3	chlor., amph., felds., quartz (tr)
	4 b	amph., felds., kaol (tr)
	5	amph., mx argileux (tr)
	6	amph., mx argileux (tr)
	7	amph., felds (peu), kaol (tr)
	8	amph., chlor., montmo (tr)
	9	amph., chlor., felds (tr), Is (tr)
	10	amph., kaol (peu), felds, quartz (tr)
	11	amph., montmo., chlor., felds (tr)
	12	amph., felds., kaol (tr)
	TG 5	1

N° Puits	N° Echantillons	Détermination Rx
TG 6	1	amph., chlor., felds (tr), montmo (tr)
	2	felds, amph., kaol. (tr)
	3	amph., felds., kaol (tr)
	4	amph., montmo (tr), kaol (tr), felds (tr)
	5	montmo., amph., kaol (tr)
TG 7	1	amph., felds., argiles (tr)
	2	quartz., felds (plagio), montmo
	3	felds (labrador), quartz., montmo (tr)
	4	montmo., amph., kaol., feld (plagio), quartz (tr)
	5	quartz, montmo., felds., kaol (tr)
	6	felds, amph, quartz (tr) montmo, kaol (tr)
	7	montmo, kaol, felds (plagio), amph (tr), quartz
	8	quartz, albite, mica
	9	montmo, kaol, quartz (peu)
TG 8	1	laumontite (zéolite), amph
TG 10	2	amph, montmo (tr), kaol (tr), felds (tr)
	3	montmo, kaol (peu), amph, felds (tr)
	6	amph, chlor.
TG 11	2	montmo, kaol, amph (tr), felds (tr), zéolite
	3	amph, chlor, felds (tr)
	4	chlor, amph (peu), felds (peu)
	5	mica, laumontite (ou léonhardite)
	6	albite, montmo (tr), kaol (tr)
TG 12	1	montmo, amph, kaol, quartz (tr), felds (tr)

Tableau 2 - 2 - Echantillons divers en roches, éluvions ou altérations

altérations : AB45, AB54, AB55, AB249, DJON, AB557

éluvions : série DJ1 à DJ16, ASS1 à ASS4.

N° Echantillon	Localisation	Observation	Détermination Rx
AB 27	YELLOUM	extension de la zone à disthène (1,200 km des prospections de 1967)	disthène, quartz, mica
AB 45	KOUKOUDE	épontes du filonnet AB 46	montmorillonite, tr. amphibole
AB 46	KOUKOUDE	filonnet porcelané recoupant les pyroxénites	albite, tr. quartz
AB 54	KEDJEBOUA	arène de puits	mica, quartz, kaolinite
AB 55	KEDJEBOUA	arène de puits	mica, quartz, kaolinite
AB 59	ALEDJO KADARA	mica vert clair des quartzites de l'Antenne associé à schorlite	muscovite
AB 135	LAMA TESSI	6 km SE de cette localité	dravite
AB 159	TIGBADA	banc d'épidotite concordant	épidote, spessartine
AB 214	PAGALA	chapeau de fer	goethite, gibbsite
AB 215	PAGALA	chapeau de fer	mica, goethite, quartz
AB 216	PAGALA	chapeau de fer	goethite hématite, quartz, gibbsite, mica
AB 217	PAGALA	chapeau de fer	hématite, kaolinite, mica
AB 249	AOUDA	argile blanche d'un puits	kaolinite, mica
AB 276	TIGBADA	grenat contenant du corindon	pyrope
AB 273	TCHALO 2	corps de talc à l'W de cette localité	talc, chlorite, chlorapatite (?)
AB 274	TCHALO 2	quartzite à grenat = gondite	spessartine
AB 277	TCHALO 2	à l'W de cette localité	quartz, albite, ankérite, muscovite

N° Echantillon	Localisation	Observation	Détermination Rx
AB 310	BALAF LAZ	contact Dahomeyen - Atacorien en filonnets lentilles ou imprégnations	ankérite
AB 315	TCHALO 2	au contact du corps de talc AB 273 brèche à micas verts	fuchsite
AB 324	PAGALA	schistes noirs	quartz, muscovite, graphite (peu)
DJ 1	DJABATORE	éluvions quartz + minéral vert tendre	muscovite, lépidolite
DJ 2	DJABATORE	quartz + minéral vert	épidote, zoïsite
DJ 3	DJABATORE	quartz + minéral noir	tourmaline
DJ 4	DJABATORE	plaquette feldspathique à grenat	spessartine, feldspath, quartz
DJ 5	DJABATORE	quartz à oxydes métalliques	ilménite
DJ 6	DJABATORE		corindon, chlorite
DJ 7	DJABATORE	grenat dans pâte chloriteuse	spessartine
DJ 8	DJABATORE		chlorite, hypersthène
DJ 9	DJABATORE		amphibole
DJ 10	DJABATORE	quartz à minéral vert	épidote
DJ 11	DJABATORE		épidote, zoïsite
DJ 12	DJABATORE		microcline
DJ 13	DJABATORE		disthène
DJ 14	DJABATORE		épidote, zoïsite
DJ 15	DJABATORE		microcline
DJ 16	DJABATORE		microcline
SD 51	AKPAKA	sondage hydraulique PNUD - BNRM	trémolite
SK 51	SOKODE	minéral oxydé cubique	goethite

N° Echantillon	Localisation	Observation	Détermination Rx
ASS 1	ASSIRE	éluvions	disthène
ASS 2	ASSIRE	éluvions	épidote, zoïsite
ASS 3	ASSIRE	éluvions	tourmaline
ASS 4	ASSIRE	éluvions	tourmaline
AOU 14	ALOUKPABOUN- DOU	à l'E de cette localité grenat rose dans migmatite	pyrope
FL	HAÏTO		actinote, chlorite
DJON	DJONOUGOUE	remplissage de vasque sur migmatite	calcite
AB 495	Riv.ATIKALAO	grenat rose	pyrope
AB 557	PAGALA	altérites safran	quartz, muscovite, goethite
AB 587	AKABA	minéral vert des pegmatites	épidote
AB 588	AKABA	minéral bleu des pegmatites	allanite
KOU	KOUMEA	grandes baquettes d'am- phibole dans talc	actinote

ESPECES MINERALES PEU CONNUES

Une zéolite a été mise en évidence dans le massif de Sotouboua principalement reconnue comme *laumontite* il reste la possibilité de présence de léonhardite associée.

Le groupe des tourmalines, habituellement représenté par la schorlite s'enrichit de la *dravite* qui est une variété magnésienne.

Dans le groupe des grenats largement répandu au Togo dans le socle dahomeyen aussi bien que dans les séries d'origine sédimentaire de l'Atacorien peu de recherches minéralogiques ont été effectuées. Ici deux types de grenat ont été identifiés le *pyrope* et la *spessartine* dans des contextes fort variés.

Le groupe des épidotes s'est également enrichi de l'espèce *allanite* dans des pegmatites à *épidote*. Rappelons aussi l'espèce *zoïsite* par la qualité et la taille de ses minéraux.

Dans le groupe des micas des déterminations aux Rx ont été nécessaires pour mettre en évidence les espèces *lépidolite* et *fuchsite*.

Parmi les minéraux non silicatés l'*ankérite* a été mise en évidence. Pour la *chlorapatite* signalée à Tchalo il reste un doute à partir de l'échantillon analysé.

ECHANTILLONS DE COLLECTION

chlorite : les plus beaux spécimens ont été rencontrés à la périphérie du massif de Sotouboua, ils atteignent plusieurs cm et se trouvent fréquemment en plaquettes dans les éluvions du piémont.

disthène : de répartition quasi ubiquiste au Togo les plus beaux échantillons proviennent du massif de Sotouboua, des quartzites de l'Atacorien (Malfacassa notamment), des gneiss de Yelloum.

épidote : des échantillons cm et dm proviennent de quartz à épidote (Sotouboua, massif Kabyé) ou de pegmatite (Akaba-Kamina).

fuchsite : tous les micas verts ne sont pas chromifères celui de Tchalo 2 au contact du talc l'est sans ambiguïté mais les affleurements ne sont pas très beaux. Au sud de Pagala-gare, la face ouest du Mt. Nadjebi présente par contre de superbes mouches de fuchsite dans une amphibolite.

muscovite : de belles plaques dm de muscovite sont observables dans les pegmatites entre Akaba et Kamina.

pyrope : toutes les migmatites de Titigbé renferment des grenats rose pâle identifiés comme pyrope. Avec une nuance beaucoup plus soutenue les gros grenats du massif de Sotouboua sont déterminés comme pyrope.

quartz : si le minéral est très fortement présent partout, les formes bien cristallisées se situent dans l'Atacorien (Tchalo, Pagala-village par exemple). Des espèces bipyramidées parfaitement limpides sont connues à Pagala-village.

spessartine : peu spectaculaire ce minéral ne prend de l'intérêt que par son abondance dans les gondites associées aux manifestations UB de Tchalo et Aléhéridé par exemple.

talc : très abondant d'après l'inventaire de DEMPSTER les plus beaux cristaux de talc ont été rencontrés à Pangalamet Aléhéridé. Ils atteignent fréquemment plusieurs cm.

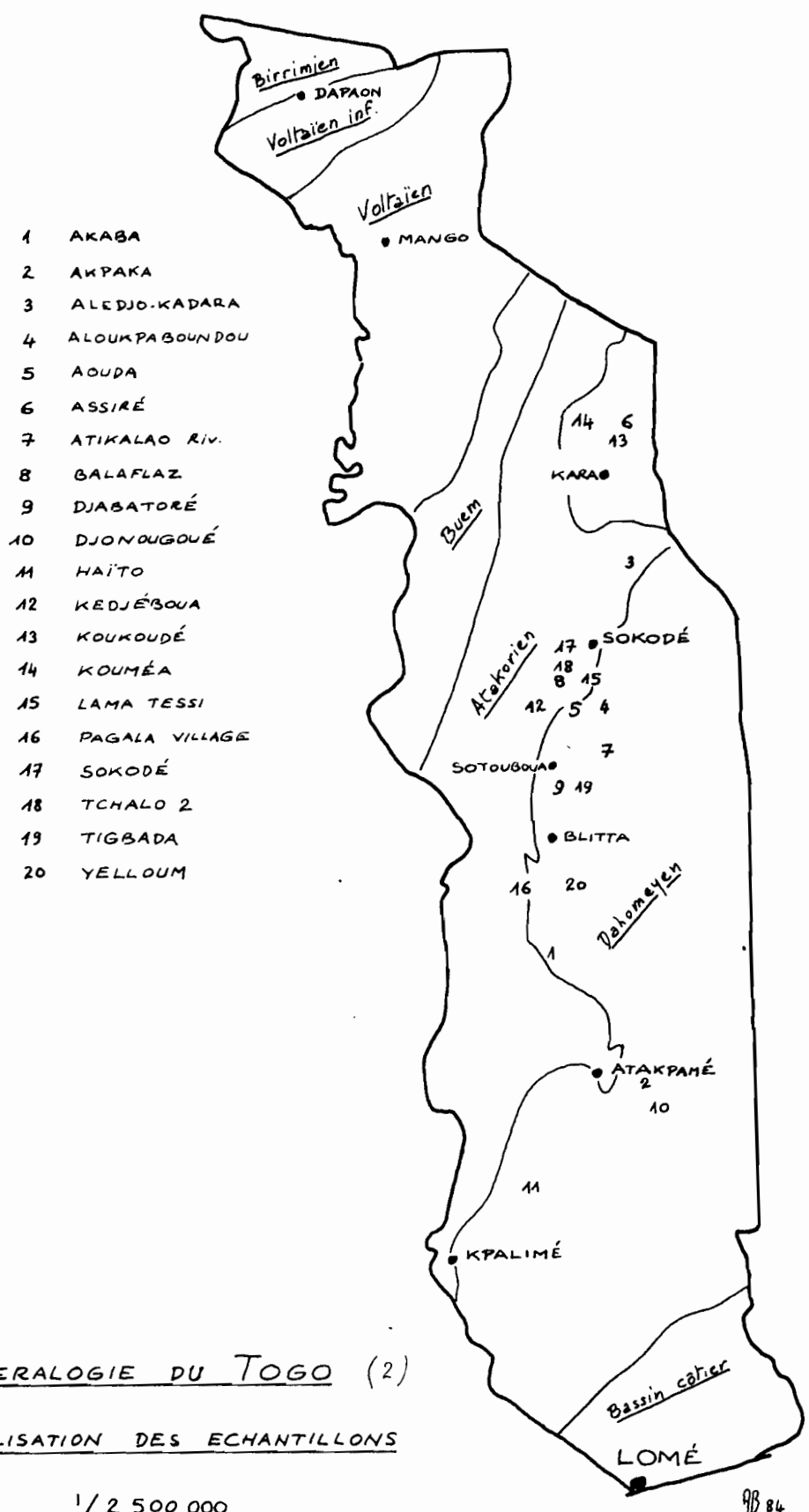
tourmaline : la schorlite est fréquente dans tout le socle dahomeyen. Les plus beaux spécimens ont été observés à Anié, Aouda et Pagala-gare.

ankérite : ce minéral est peu spectaculaire on en observe dans les mylonites de Balafraz et dans les carbonates de la SOTOMA à Pagala-village.

corindon : les corindons pegmatitiques de Sotouboua présentent plusieurs formes de cristallisation et plusieurs teintes.

goethite : la goethite fibroradiée est très abondante à Pagala-village elle renferme fréquemment des quartz bipyramidés et est elle-même une variété de collection.

Pour les *amphiboles* comme pour les *feldspaths*, le nombre de sites intéressants mériterait un inventaire particulier : signalons seulement les *actinotes* de Kouméa et de Haïto comme particulièrement bien cristallisées, les *feldspaths des pegmatites* d'Anié (faciès malgachitique) et des pegmatites de Akaba à Kamina....



MINÉRALOGIE DU TOGO (2)

LOCALISATION DES ÉCHANTILLONS

1/2 500 000

98 84

PROPOSITION DE PROSPECTION ALLUVIONNAIRE A SOTOUBOUA

Dans la région centrale du Togo, la plaine de Sotouboua présente un certain nombre de caractéristiques favorables à la recherche de minéraux de placers issus de l'Atacorien.

PRESENTATION

Les observations succinctes réalisées l'ont été d'une part au cours de mes itinéraires dans le secteur de Sotouboua, d'autre part en vérifiant ces observations en compagnie de G. ROSSI, géographe et F. LENOIR, géologue.

1 - Les faits

Entre l'Atacorien à l'Ouest et la route internationale Nord-Sud, au pied du massif de Djabatoré-Sotouboua s'étend une plaine d'environ 250 km². L'observation de la carte au 1/50 000 montre dans cette plaine un réseau hydrographique très lâche et des pentes moyennes faibles oscillant entre 0,6 et 1 %. Les accidents dans cette plaine sont les reliefs très accentués de la ligne des massifs d'Afoulayo Adiaé. Dans l'Atacorien les pentes atteignent facilement 20 % et pour les massifs cristallins d'Afoulayo, Adiaé et Djabatore-Sotouboua 35 à 45 %.

Le réseau est dirigé par la rivière Anié qui prend naissance à Fazao à une vingtaine de kilomètres de son entrée dans la plaine. Le cours de cette rivière est fort ralenti dans cette plaine :

0,74 % de Fazao à l'entrée de la plaine (19 km)

0,36 % dans son parcours NW-SE (8 km)

0,18 % jusqu'au sud de Tchébébé (32 km)

0,22 % au niveau de Blitta (17 km).

Cette diminution de pente avant la reprise au niveau de Blitta témoigne d'un seuil : celui-ci semble assez continu notamment entre les massifs de Djabatoré-Sotouboua et Afoulayo, et la rivière coule directement sur la roche (gneiss amphibolique d'origine ortho probable).

Des coupes succinctes réalisées au niveau du défilé de Djabatoré-Afoulayo montrent une zone très aplatie avec schématiquement une plaine cuirassée au pied des massifs et dans les interfluves.

Les cours d'eau découpent cette plaine avec leur cortège d'alluvions d'extension et de nature fort variables. Grosso modo le lit vif entaille une "terrasse" récente sablo limoneuse, encaissée elle-même dans un jeu de terrasses plus anciennes, grossières et plus ou moins indurées.

Les coupes 1 et 2 illustrent le seuil de Djabatoré-Afoulayo et la position probable des terrasses dans cette section du cours de l'Anié.

2 - Interprétation

a) - les cuirasses de la plaine dans les interfluves. Leur présence suggère un milieu calme. On peut supposer qu'elles sont issues de l'altération hydrolytique de roches de type gneiss à amphibole : apparence riche en fer, puissance conséquente. Elles peuvent présenter des galets dispersés à la surface des blocs, mais ce fait n'est pas probant d'une histoire où le vecteur transport intervienne de manière décisive.

Cette surface cuirassée est volontiers affleurante dans le style bowal de Guinée et les diaclases qu'elle présente sont orientées le plus souvent comme les roches affleurantes (à Afoulayo, Adiaé, Djabatoré, dans l'Anié).

Cette surface de plaine est ou n'est pas uniformément cuirassée mais elle se raccorde presque toujours par un léger escarpement aux vallées.

b) - les terrasses

Les cours de l'Anié et du Woro se marquent par la présence de terrains de transport aux caractéristiques tranchées.

- lit vif sur les roches
- basse terrasse sablo limoneuse
- moyenne terrasse à galets arrondis de quartz et quartzite
- terrasse ancienne à galets arrondis de même nature mais indurée par des oxy-hydroxydes de fer.

Si ces observations sont dues à la proximité de la route, l'exploitation de ces terrasses, pour la charge de celle-ci, perturbe fortement l'observation.

Ces divers matériaux sont supposés emboîtés les uns dans les autres et emboîtés eux-mêmes dans la surface cuirassée.

Ils signifient, en tout état de cause, l'extrême variabilité de la compétence du cours d'eau au fil des temps.

D'après les galets, le terrain d'exportation se situe dans l'Atacorien, tout le long de la bordure orientale au sud de Fazao.

L'accumulation de galets suivant plusieurs épisodes signifie certainement que la plaine de Sotouboua joue depuis longtemps un rôle de seuil avec sédimentation d'une partie du matériel transporté : les galets sont visibles, il reste à vérifier la présence et la valeur des minéraux lourds issus de la même source.

PROPOSITION DE TRAVAUX

Le sujet est assez facilement délimitable dès maintenant et devrait porter en même temps sur les objectifs qualitatifs et quantitatifs.

1 - inventaire et classification des terrasses

D'un point de vue économique seules les terrasses anciennes présentent un intérêt possible mais encore faudrait-il en définir la géométrie et la composition.

Il semble d'abord important d'identifier ces terrasses et de les hiérarchiser chronologiquement et géométriquement.

Plusieurs coupes de la vallée de l'Anié et de ses affluents devraient permettre de délimiter avec précision la dimension du sujet. En même temps une corrélation entre les terrains dans chaque coupe devrait permettre de hiérarchiser la stratégie des recherches.

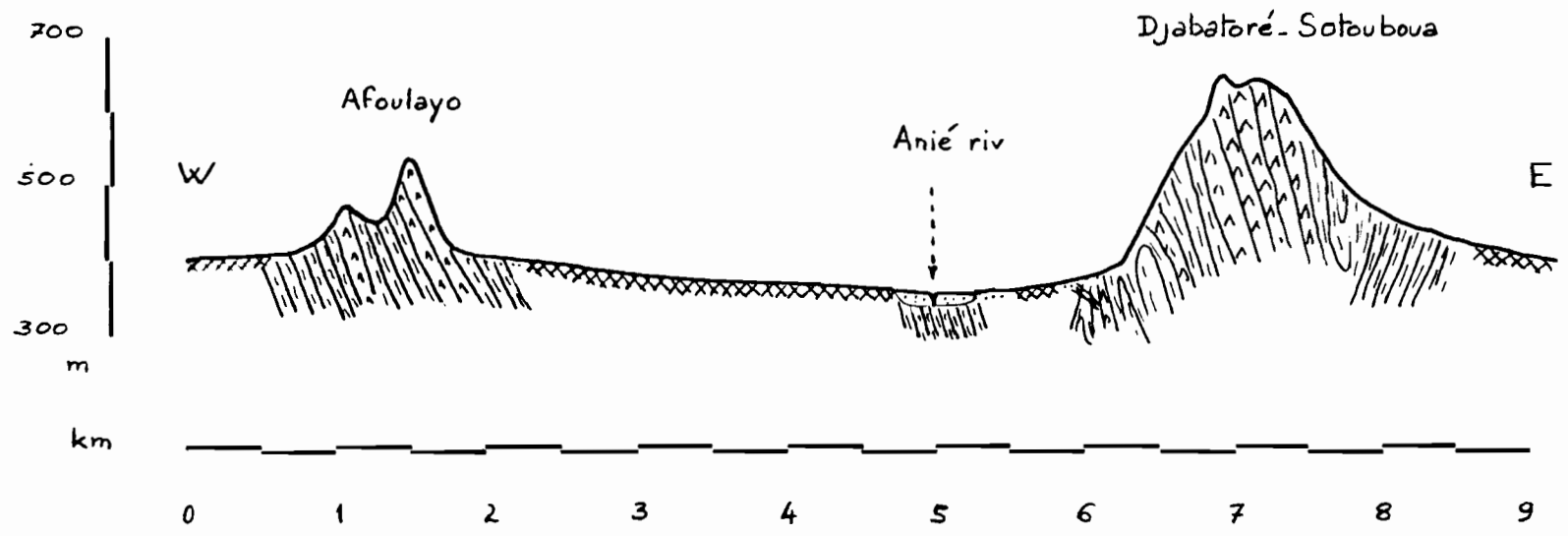
2 - estimation de l'intérêt économique : nature et réserves en minéraux utiles

Les seules prospections alluvionnaires connues dans la région, au cours des travaux du BRGM (LASSERRE et MATHEUS 1979), ne mentionnent pas les terrasses et semblent avoir porté sur les alluvions récentes : les 6 concentrés sont principalement composées de minéraux non économiques et les espèces dominantes sont les amphiboles, les grenats, l'ilménite et les oxydes de fer non magnétiques; les teneurs en minéraux de densité supérieure à 3,3 vont de 1,3 à 5,3 kg/m³.

D'autre part les massifs cristallins du seuil Afoulayo-Djabatoré pourraient dans une certaine mesure participer au stock minéral de la partie aval et il y aura à porter attention aux minéralisations possibles en gemmes (corindon et zoïsite), mais fondamentalement les terrasses de l'Anié sont composées de matériaux issus de l'Atacorien : ce sont donc les minéraux utiles de l'Atacorien qui sont la cible recherchée. Grosso modo c'est la partie orientale de l'Atacorien du secteur sud-Fazao qui pourra ainsi être estimée.

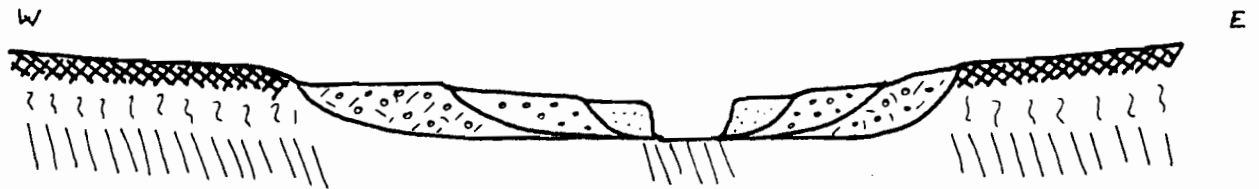
En conclusion : *l'étude des terrasses de la rivière Anié devrait permettre d'atteindre la potentialité en minéraux lourds de la bordure orientale de l'Atacorien du secteur sud Fazao.*

Fig 1 - Seuil d'Afoulayo-Djabatoré - Coupe schématique $l = 1/10\ 000$ $l = 1/50\ 000$

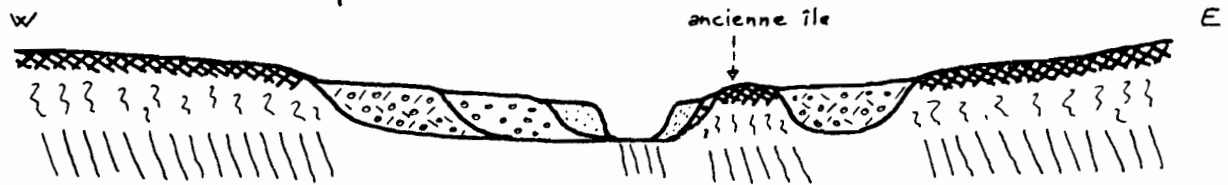


BLOT 84

Fig 2 - COUPES INTERPRETATIVES DANS LA VALLEE DE L'ANIE
AU SEUIL D'AFOULAYO - DJABATORE (d'après itinéraires)



1 - Coupe théorique



2 - Coupe théorique avec ancien chenal

✖ cuirasse

~ alteration de gneiss

||| gneiss

○/ terrasse indurée

⊙ terrasse gravillonnaire

∴ terrasse sablo limoneuse

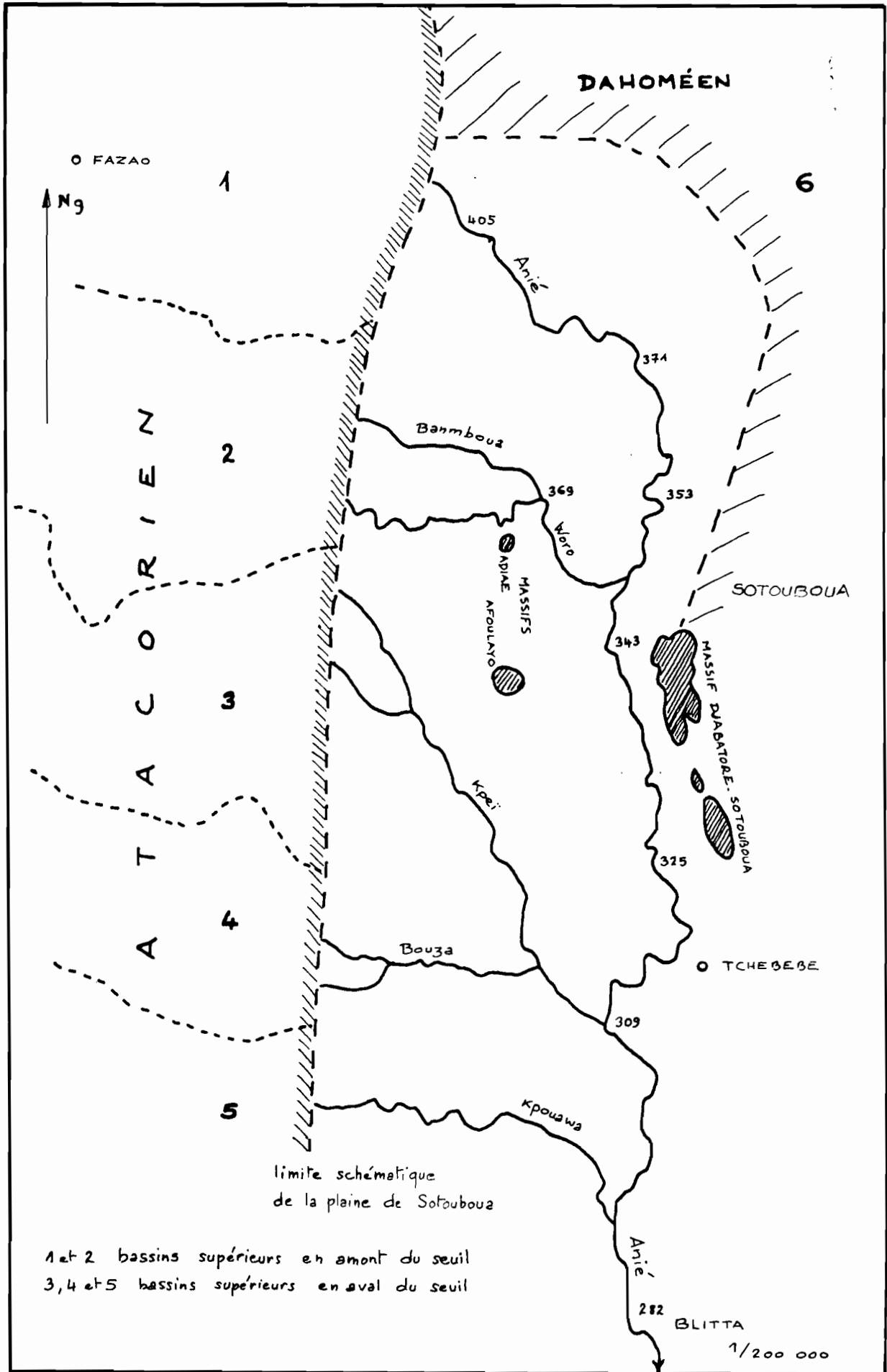


Figure 3 - Carte simplifiée de la plaine de la rivière Anie près de Sotouboua

L'EXTENSION SUD DU DISTRICT DE PAGALA

D'après le rapport de J.L. LASSERRE et P. MATHEUS (BRGM 1979) le contexte géologique du secteur de KABAGNY (à l'W de KAMINA AKEBOU) présente - a priori - des ressemblances avec ce que nous connaissons à PAGALA.

Des vérifications ont été effectuées sur le terrain confirmant l'intérêt de ce secteur.

Une relecture des prospections géochimiques "stream sediments" apporte des confirmations aux ressemblances observées.

VERIFICATIONS EFFECTUEES SUR LE TERRAIN : recherche des brèches tectoniques ferrugineuses de LASSERRE

Deux affleurements de *brèche ferrugineuse* cartographiée par LASSERRE ont été vérifiés par deux équipes. L'affleurement nord est constitué d'une formation ferrugineuse très riche en goethite. Au sud, deux petites surfaces ferruginisées ont été retrouvées : le matériel est gréseux et assez riche en micas.

Par ressemblance avec les matériaux ferrugineux superficiels de PAGALA, il y a tout lieu de penser qu'il s'agit là aussi de *chapeaux de fer*, issus de l'altération supergène d'une minéralisation sulfurée.

Le secteur KABAGNY prospecté par LASSERRE révèle donc au moins 5 chapeaux de fer : 4 affleurements cartographiés en 1979, 2 chapeaux de fer au moins distingués sur l'affleurement le plus méridional.

Il convient de noter qu'une étude de surface polie d'un échantillon du chapeau de fer méridional a été effectuée dans le cadre du travail BRGM. Il est intéressant de noter que pour LAFORET, les oxydes observés sont issus de *la pseudo morphose d'une ancienne sidérite*. En même temps une phase carbonatée postérieure est distinguée. Il est dommage que dans

cette étude manque une analyse à la microsonde pour vérifier notamment la présence de Zn.

Cette observation montre la complexité du problème "chapeaux de fer" dans la région étudiée avec une oxydation des sulfures et une altération des carbonates ferrifères. Il est tout à fait possible d'envisager *la cohabitation, voire le télescopage, de deux types d'évolution à partir des sulfures et à partir des carbonates.*

VERIFICATIONS EFFECTUEES D'APRES LA PROSPECTION GEOCHIMIQUE

Par ressemblance avec les chapeaux de fer de PAGALA, riches en zinc, j'ai regardé attentivement les résultats de la prospection géochimique "stream sediments" appliqués à cet élément.

Tout d'abord il ne semble pas que la population "zinc" soit unimodale car on peut mettre en évidence 3 modes distincts à partir des 332 échantillons récoltés dans le secteur KABAGNY. Les 3 modes sont à peu près 35,75 et 125 ppm.

Par une autre approche à partir des caractéristiques définies par LASSERRE on peut aussi considérer qu'avec une moyenne de 70,3 ppm et un écart type de 33,2 ppm, la coupure $\bar{m} + \sigma$ est une anomalie lithologique (soit $> 103,5$ ppm) la coupure $\bar{m} + 2\sigma$ est une anomalie vraie (soit $> 136,7$ ppm).

Les points représentés par LASSERRE (100 - 125 ppm, 125 - 150 ppm et > 150 ppm) sont donc grosso modo des *points anormaux* dans l'ensemble de la population étudiée.

Il est remarquable de constater qu'il y a un regroupement de ces points anormaux autour des chapeaux de fer Sud vérifiés sur le terrain.

On peut constater que *la géochimie "stream sediment" a bien répondu* dans le secteur KABAGNY à la mise en évidence de corps supposés riches en zinc. Cette affirmation, différente des conclusions de LASSERRE, mérite qu'on regarde de plus près l'ensemble des informations apportées par le rapport du BRGM.

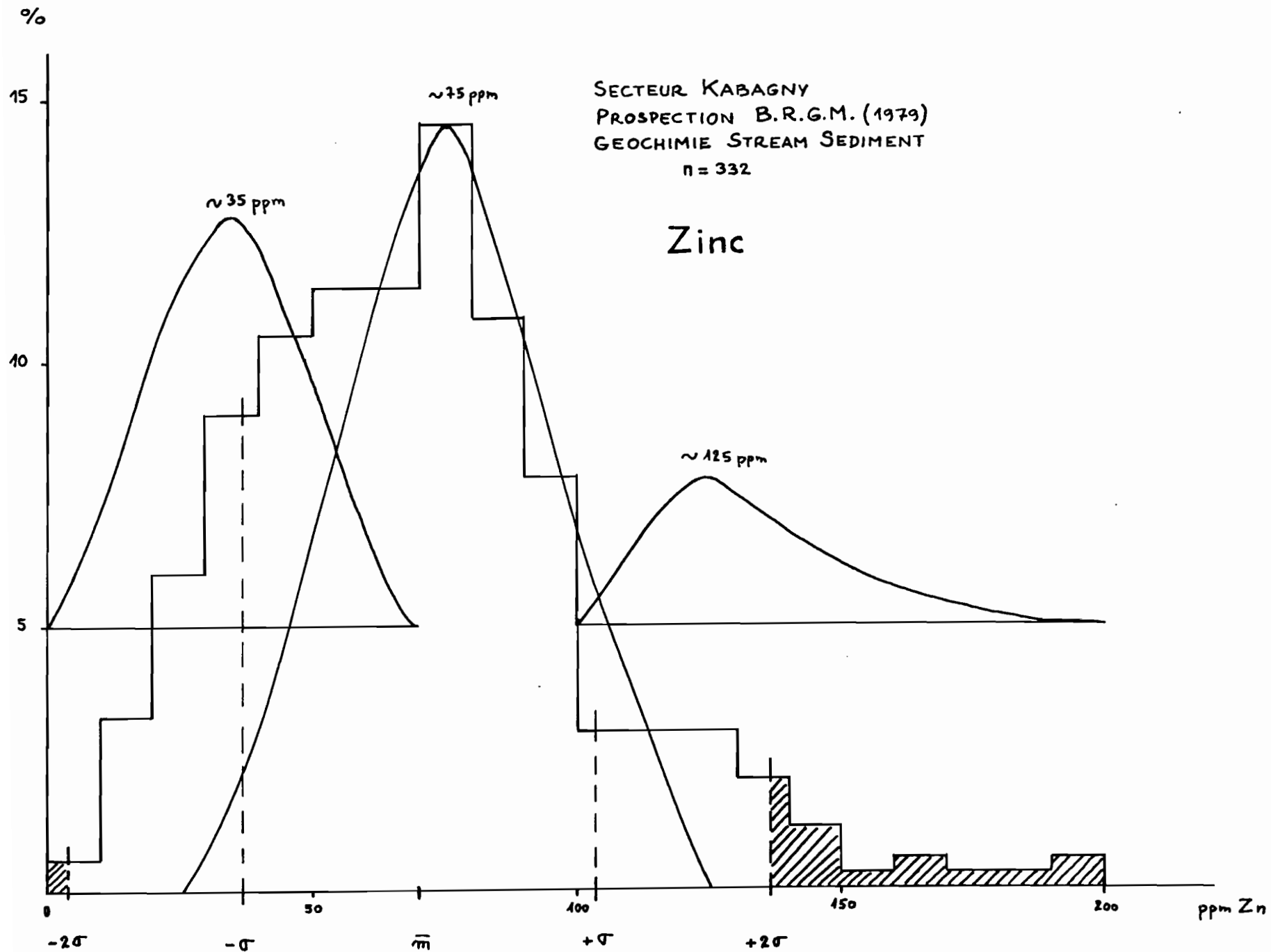
CONCLUSIONS

Les brèches tectoniques ferrugineuses de LASSERRE, de même que les brèches ferrugineuses à carapace latéritique de KPALMA sont pour nous d'indiscutables *chapeaux de fer* issus de l'altération supergène de sulfures et de carbonates.

Par analogie avec ce qui est déjà connu vers Pagala on peut penser que les chapeaux de fer de Kabagny sont anormaux en zinc. Le contraire serait étonnant avec une auréole anormale en zinc dans les stream sediments autour d'une zone à chapeaux de fer.

On peut remarquer aussi la bonne réponse en géochimie stream sediments pour le zinc.

Enfin le district de Pagala peut d'ores et déjà être étendu jusqu'à la latitude de Kamina (Akébou).



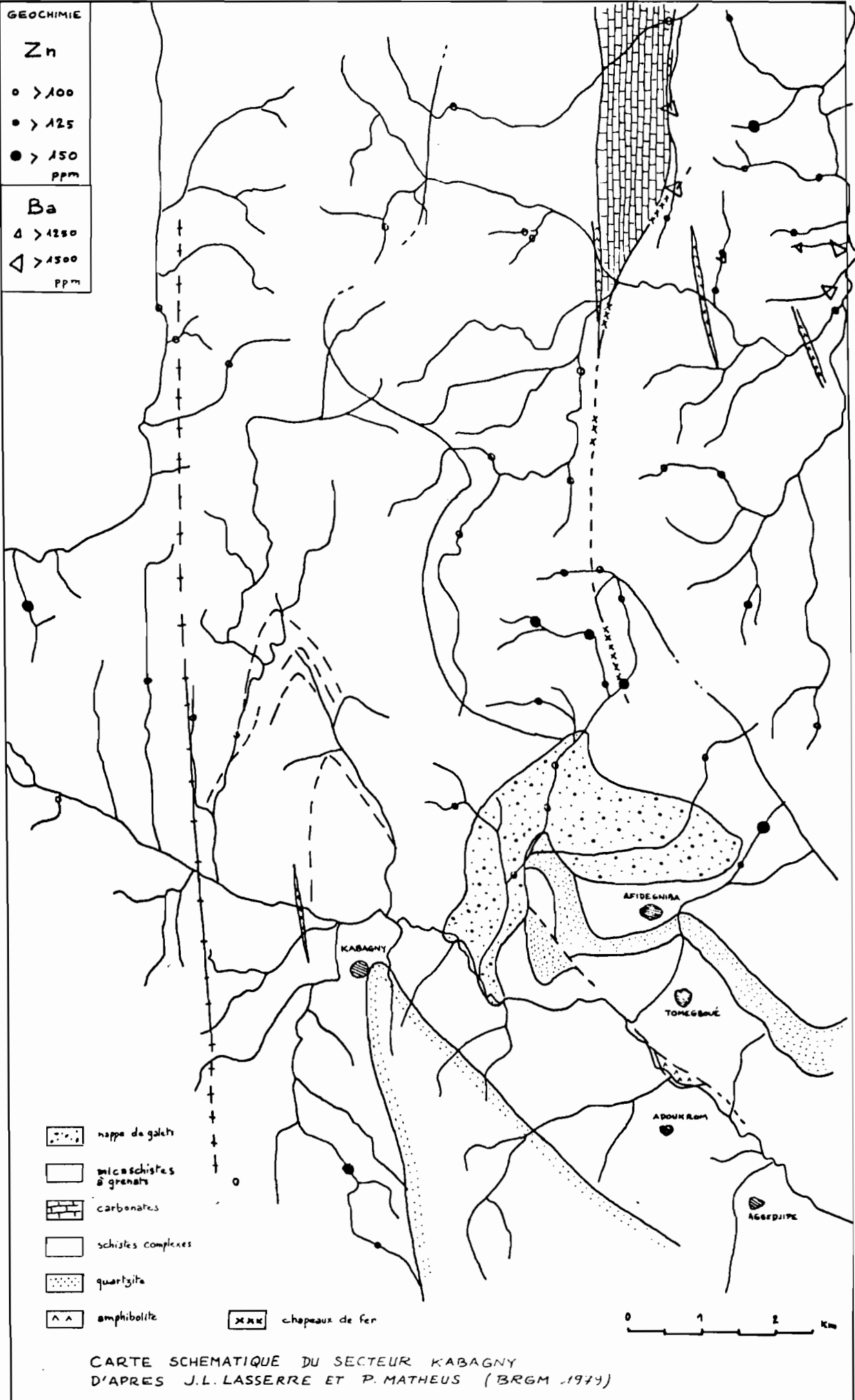
GEOCHIMIE

Zn

- > 100
- > 125
- > 150 ppm

Ba

- △ > 1250
- △ > 1500 ppm



CARTE SCHEMATIQUE DU SECTEUR KABAGNY
D'APRES J.L. LASSERRE ET P. MATHEUS (BRGM 1979)

AU DISTRICT DE PAGALA PEUT-IL CORRESPONDRE UNE PROVINCE METALLOGENIQUE ?

L'effort principal des recherches a porté dans un secteur restreint à l'Ouest de Pagala village, permettant la mise en évidence de nombreux indices pour la recherche minière. Cette abondance d'indices assez rapprochés permet de définir *un district d'une surface actuelle de 200 km²*.

Au-delà de cette zone restreinte, des conditions favorables, *des indices permettent de supposer que ce district s'inscrit dans une province métallogénique* correspondant aux formations sud orientale du Bassin de la Volta (Atacorien et série de Kandé notamment).

Les principaux éléments caractéristiques attendus sont Zn, Cu, Pb, Au, Ag spécifiquement à la bordure orientale, *P, U, Ba* sur l'ensemble des bordures du Bassin, y compris dans leur partie orientale.

LE DISTRICT DE PAGALA

Le district de Pagala semble entièrement compris dans les formations de l'Atacorien, d'origine sédimentaire. Il est bordé à l'Est par une série magmatique (gneiss à 2 micas, amphibolites, gneiss...) où les quartzites représentent peut être un des termes sédimentaires. Cette série, dite série de l'Okou par commodité, est en partie migmatisée.

A l'Ouest des roches volcaniques s'intercalent dans les schistes noirs graphiteux de la formation de Pagala.

L'Atacorien tel qu'il se présente dans la formation de Pagala est une série variée, peu métamorphisée, représentée par des grès quartzites, des micaschistes, des schistes noirs carbonés, des carbonates, des phosphates. Le style tectonique n'est pas très bien défini et le plus souvent la série semble isoclinale avec des pendages assez redressés vers l'Est.

Les indices minéralisés sont représentés par des formations ferrugineuses de surface, souvent très riches en oxy-hydroxydes de fer, correspondant tout à fait à la définition de *chapeaux de fer*. Les principaux éléments utiles sont le *zinc* à peu près systématiquement, quelquefois le *plomb* ou le *cuivre*. Ces chapeaux de fer sont en outre assez riches en *manganèse*, en *nickel* et en *cobalt*.

Ces chapeaux de fer correspondent en grande partie à l'altération de formations sulfurées dont certains témoins sont observables en roches à l'affleurement ou en forage, très rarement dans les chapeaux de fer aux-mêmes. Il faut toutefois souligner qu'à la latitude de Kamina Akébou une étude a montré que l'origine de la formation ferrugineuse était carbonatée (rapport LASSERRE 1979). La localisation de la minéralisation est tout à fait imprécise : des sulfures de cuivre ont été observés dans les carbonates des forages en cours, associés à la pyrite; en même temps les schistes noirs carbonés sont riches en pyrite et contiennent d'autres sulfures.

Les chapeaux de fer sont actuellement recherchés activement comme autant d'indices d'une minéralisation sulfurée. Plus de 100 sont déjà reconnus dans un périmètre de moins de 200 km².

Les chapeaux de fer de la partie occidentale de la formation de Pagala sont assez différents de la plus grande partie d'entre eux : ils présentent de fortes anomalies en *phosphore uranium* et *cuivre* (travaux d'Uranerzbergbau). Signalons aussi que les travaux du PNUD (Dempster 1967) avaient pu mettre en évidence de l'or dans les schistes carbonés de Pagala.

LES INDICES POUR PASSER DU DISTRICT A LA PROVINCE

Il faut préciser tout de suite que le secteur Kabagny prospecté par le BRGM en 1979 est inclus dans le district de Pagala par sa lithologie et sa position et les chapeaux de fer de ce périmètre ne sont que la continuation de ceux de Pagala.

1 - Les autres chapeaux de fer

Au cours d'itinéraires le long des routes et pistes j'ai pu mettre en évidence des formations ferrugineuses de surface présentant des caractères voisins des chapeaux de fer de Pagala. Cette observation est confirmée par les approches minéralogique et géochimique semi-quantitatives effectuées par J.C.PION et Y. BESNUS à l'Université de Strasbourg.

a) - Dikpéléou-Ouest

Tout à fait à la frontière du Ghana on a observé des "lentilles" de matériau ferrugineux de type "chapeau de fer". L'encaissant est une formation à schistes sériciteux et grès quartzite considérée comme typique de la série de Kandé. Les analyses semi-quantitatives montrent la richesse en hydroxydes et en oxydes et la pauvreté en argile.

AB 669 *hématite* goethite kaolinite (tr. gibbsite)

AB 670 *goethite* gibbsite

La géochimie semi-quantitative montre la présence d'éléments utiles du même type qu'à Pagala.

AB 669 Fe Zn Mn Cu Sr V Ti -----

AB 670 Fe K Zn Cu

b) - Secteur Tchatchaminadé

A 120 km au nord de Pagala les chapeaux de fer de Tchatchaminadé sont dans un contexte différent. AB 657 est dans la formation à itabirites de l'Atacorien alors que AB 658 serait dans la série de Kandé. En fait les remobilisations ferrugineuses de type "chapeau de fer" sont intercalées toutes les deux dans une formation à quartzite ferrifère. Une vérification a été effectuée avec P. MAGAT et A. AREGBA confirmant l'existence et la position d'un des 2 chapeaux de fer.

Grâce aux déterminations effectuées par PION et BESNUS on peut exclure une origine purement silicatée aux matériaux remobilisés et envisager une géochimie originale.

AB 657 *goethite* quartz

AB 658 *goethite* *hématite* quartz (tr. micas)

AB 657 Fe Zn Mn Cr Si K

AB 658 a Fe Si As Mn Zn Y

AB 658 b Fe Cu

2 - Les indices minéralogiques et géochimiques

Dans cette catégorie je range deux indices de valeur différente mais que je n'ai pas étudiés.

a) - Les sulfures de Gnaoulou

Dans la carrière de marbre exploitée par la SOTOMA, j'ai pu observer des mouches de *sulfures de cuivre* recoupant la masse du marbre à gros grains suivant des diaclases (Tournée LENOIR - BLOT 1980).

b) - L'anomalie géochimique Zn du SW SOKODE

D'après les travaux du PNUD (Chollet, 1967) une *anomalie géochimique en zinc* apparaîtrait au SW de Sokodé. Cependant il ne semble pas que cette anomalie ait été vérifiée depuis. Le contexte serait au contact entre l'Atacorien et le Dahomeyen où j'ai pu mettre en évidence une mylonite à ankérite.

3 - Les associations lithologiques comparables à la formation de Pagala

L'inventaire n'est pas exhaustif et les sites retenus ici sont ceux que j'ai vérifiés avec A. AREGBA et P. MAGAT : ils ont fait l'objet de prospections et d'inventaires pour les roches carbonatées dolomitiques.

a) - Les dolomies de Djamdé

Trois sites ont été visités (Gnaoudé, Akoutoubia et Souloundé). Les carbonates, dolomitiques, sont toujours associés à des schistes micacés, quelquefois carbonés et grenatifères et pyriteux à Gnaoudé et Akoutoubia. *Cette association ressemble beaucoup au contexte oriental de la formation de Pagala* et plus encore à celui de Kamina Akébou.

Il ne semble pas qu'une recherche métallogénique ait été effectuée dans ce secteur. Les seules minéralisations citées par la synthèse réalisée dans le cadre du Conseil de l'Entente sont Fe, Ti, U. Il y aurait certainement à vérifier l'indice de fer et à établir la géochimie "roche" des carbonates et schistes.

b) - Les dolomies de Namon

Dans les formations de l'Oti (shales et grès) les carbonates de Namon ont été évaluée en tant que matériau de construction. Les shales sont de couleur variée et ne sont franchement noirs (graphiteux) que dans les forages réalisés; ils peuvent être pyriteux. Les carbonates sont également très variés dans leur teinte et peuvent notamment inclure du graphite.

Aucune recherche métallogénique n'a été effectuée sur ce secteur et aucun indice n'est connu dans l'environnement

L'établissement d'une géochimie roche incluant les différents faciès est un préalable à toute recherche plus poussée.

c) - Les carbonates de Tchatchaminadé

En citant une deuxième fois ce site, ou plutôt cet ensemble de sites puisque les deux chapeaux de fer observés sont distants de près de 12 km, je voulais signaler l'association conglomérat polygénique métamorphisé - carbonates - schistes noirs observables dans la rivière Kama au centre du village.

Il serait souhaitable de reprendre l'ensemble de la prospection géochimique (sols ou stream sediments) de ce secteur si prometteur, les résultats de la prospection de 1980 pouvant être considérés comme non utilisables.

4 - Unité et diversité de cette province

Les formations concernées sont principalement l'Atacorien, la série de Kandé et aussi la série de l'Oti. Géographiquement tous les sites définis ici représentent la bordure orientale (sud orientale) du Bassin de la Volta.

Chacun des sites représente au moins une ressemblance avec le district de Pagala, même si toutes les ressemblances ne sont pas à appréhender au même niveau :

- chapeaux de fer
- sulfures de cuivre
- anomalie géochimique sol en zinc
- association schistes noirs - carbonates.

SYMETRIES ET DISSYMETRIES DU BASSIN DE LA VOLTA

Les indices directs ou indirects cités sont incontestablement situés dans la partie sud orientale du vaste Bassin de la Volta et en dehors de Namon représentent les séries les plus externes de ce bassin.

1 - Une symétrie vraisemblable

Les observations réalisées dans le district de Pagala à partir des travaux d'Uranerzbergbau et du BRGM, permettent de retrouver certains des traits caractéristiques de la bordure nord occidentale au Togo, en Haute-Volta, au Niger et au Ghana :

- *présence d'un niveau phosphaté dans l'Atacorien* de Pagala apparemment puissant (plusieurs dizaines de mètres) et relativement pauvre. Ce niveau phosphaté peut être parallélisé avec les phosphates d'Arly : goolites jaunâtres, silicifications mal cristallisées. En d'autre terme, les phosphates de Pagala pourraient être la preuve de l'équivalence de l'Atacorien et du groupe de la Pendjari d'Affaton (1973).

- *présence de très fortes anomalies en baryum* dans la prospection géochimique stream sediments au contact des carbonates de Kabagny. Selon LASSERRE ces anomalies pourraient correspondre à des carbonates à barytine dont on envisage volontiers l'équivalent dans la bordure nord occidentale du Bassin de la Volta.

Il reste à vérifier que la symétrie puisse être étendue à d'autres éléments, notamment à ceux qui présentent des anomalies notables sur la bordure nord occidentale (manganèse) et sur la bordure sud orientale (cuivre, plomb, zinc...).

Actuellement les seuls éléments présentant une certaine symétrie sont le phosphore (phosphates), le calcium, magnésium et baryum (carbonates dolomitiques à barytine).

2 - Une dissymétrie certaine

La formation de l'Atacorien n'était pas jusqu'à présent corrélée avec la bordure nord occidentale du Bassin Voltaïen. Cette entité dont la conception a beaucoup évolué au cours des dernières années reste grosso modo caractérisée par *des faciès, une tectonique et un métamorphisme*. Considérée comme essentiellement sédimentaire les preuves d'une *origine partiellement volcanique* s'accumulent. Remobilisée au cours de l'orogénie panafricaine, cette formation est probablement beaucoup plus ancienne.

En comparaison la *bordure nord occidentale apparaît calme, non métamorphisée, peut être strictement sédimentaire*.

Disons que la dissymétrie au point de vue des faciès, de la tectonique, du métamorphisme est évidente. Mais qu'en est-il au plan de la métallogénie ? Ainsi que cela a été dit plus haut les bordures se caractérisent par des éléments spécifiques :

- bordure nord occidentale : manganèse
- bordure sud orientale : sulfures polymétalliques, carbone.

Le problème reste à déterminer s'il s'agit d'une dissymétrie métallogénique d'origine sédimentaire ou non. Dans le rejet d'une origine sédimentaire il reste à définir le rôle des événements spécifiques : métamorphisme, tectonique, volcanisme et tout autre manifestation magmatique.

EN CONCLUSION

Il est indispensable d'établir *une bonne stratigraphie géochimique des formations non métamorphiques de la base du Bassin Voltaïen, comparée à la géochimie des séries de l'Atacorien (+ Kandé)* pour définir les dimensions de la province métallogénique.

Si la dissymétrie persiste au niveau des sulfures polymétalliques il faudra alors *envisager une histoire non strictement sédimentaire* et voir la possibilité de remobilisation due aux évènements postérieurs à la sédimentation et à la simple diagenèse. L'apparence de gisement sulfuré stratiforme pourrait être modifiée.

QUELQUES OBSERVATIONS SUR LA MINÉRALOGIE QUALITATIVE DES CHAPEAUX DE FER DU CENTRE TOGO

Après quelques déterminations effectuées au laboratoire de géologie de l'ORSTOM (Bondy-France), il apparaissait nettement que sans minéraux vraiment originaux, la composition des chapeaux de fer tranchait nettement de celle des cuirasses latéritiques.

Ici une recherche un peu plus systématique est esquissée avec des matériaux provenant des chapeaux de fer n° 1, n° 5 et n° 8, avec une première étude sur forage et un essai d'approche plus régionale.

Les études ont été réalisées à l'Institut de Géologie de l'Université de Strasbourg.

Les résultats obtenus sont présentés sous forme d'un tableau, et de commentaires qui sont issus du laboratoire (PION) et du terrain (BLOT).

Certains points mériteront d'être approfondis notamment après confrontation laboratoire-terrain, mais aussi après confrontation minéralogie-géochimie.

	Goethite	Hématite	quartz	Micas	Gibbsite	Kaolinite	Autres minéraux
CB 17	+		+	.			
PAG 4	.	+	.	.			
PAG 7	+				.		
PAG 20	++					tr	
PAG 21	+				+	.	
PAG 22	+	.		tr	.	.	tr rutile
PAG 23	.	+				+	
AB 217	.	+		.		tr	tr diaspore
AB 611	+	tr	tr			tr	
AB 633	tr	+				+	tr rutile

	Goethite	Hématite	Quartz	Micas	Gibbsite	Kaolinite	Autres minéraux
AB 669	.	+			tr	.	
AB 670	+				.		
AB 657	+		+				
AB 658	+	+	+	tr			
CB 1 A	.	+	tr	.			
CB 1 B	.		tr	.		tr	tr boehmite
CB 2 A	+			.	.	tr	
CB 2 B	+	.		tr	tr	tr	
CB 3	.	+		.			
CB 4		+	.	tr			tr maghemite
CB 5	+			tr	.	tr	tr cryptomélane
CB 6	+		.	tr	tr	tr	tr cryptomélane
CB 7	+			.		tr	tr boehmite
CB 8	+			tr		tr	
CB 9	+		tr	tr			
CB 10	+		.	.			
CB 11	.	tr		.	tr		
CB 12	+		tr	.			
CB 13 A	+		+	.		tr	tr γ alumine
CB 13 B	+	tr	.	tr		tr	tr γ alumine
CB 14 A	.	+		.			
CB 14 B	tr	+		.			
CB 15	+	+		.			
CB 16	+			.		tr	
CB 17	+		+	.			
CB 18			+	+			
CB 19			+	+			dolomite
CB 20			.	+			dolomite, pyrite

CB 17 chapeau de fer n° 5

PAG 4 à AB 217 chapeau de fer n° 1

AB 611 Tchoun Tchoun

AB 633 bauxite de Tintchro

AB 669 - AB 670 lentilles de Dikpéléou
 AB 657 chapeau de fer 10 km E Tchatchaminadé
 AB 658 chapeau de fer église de Tchatchaminadé
 CB 1 à CB 16 chapeau de fer n° 8
 CB 17 à CB 20 forage n° 1 du chapeau de fer n° 5
 CB 17 à 18,0 m
 CB 18 à 19,8 m
 CB 19 à 25 m
 CB 20 à 31,5 m

1 - Les oxy-hydroxydes de fer

Ce sont les minéraux les plus abondants dans les chapeaux de fer avec la *goethite* et l'*hématite*. L'hydroxyde (*goethite*) est présent dans tous les chapeaux de fer où il est souvent très abondant. Ses formes de cristallisation sont assez variées souvent en fibres radiées, en sphères ou même en colonnes. L'oxyde (*hématite*) est de répartition moins fréquente mais peut être largement dominant sur la *goethite* dans certains échantillons.

2 - Le quartz

Le quartz est d'abord ici un *minéral primaire* en cours de déstabilisation mais en même temps les formes de *quartz secondaire*, bien cristallisées, sont fréquentes. On peut notamment observer des quartz bipyramidés postérieurs à la cristallisation d'une *goethite* fibroradiée (échantillon AB 611).

3 - Les micas

Il y a des micas dans à peu près tous les échantillons et quelquefois très abondamment. L'espèce déterminée est une *muscovite 2M* où l'on peut soupçonner un fort taux de substitution du K par le Rb.

Les micas se maintiennent très bien dans les conditions très sévères qui ont été celles de la formation des chapeaux de fer. Quelquefois ils sont retrouvés en géode résiduelle, associés à un fin limon siliceux. Leur

origine n'est pas spécifique de telle ou telle roche qui compose la formation de Pagala. On peut noter toutefois qu'ils sont assez rares dans les carbonates. Par contre *les chlozites* localement observées dans ces mêmes carbonates n'ont pas été retrouvées dans cette série d'échantillons de chapeau de fer.

4 - La kaolinite

La pauvreté en kaolinite de l'ensemble des échantillons analysés mérite d'être soulignée : ceci nous semble une différence essentielle avec les matériaux des cuirasses latéritiques.

Par contre on observe sur le terrain *une ségrégation nette entre la kaolinite et les oxyhydroxydes de fer*. Dans le chapeau de fer n° 3, non analysé ici, la kaolinite est massive et totalement disjointe du chapeau de fer. Elle pourrait représenter le toit des bancs minéralisés ferruginisés. En même temps elle semble évoluer d'une part en se silicifiant *donnant des silicifications* mal cristallisées d'autre part en s'aluminisant (excès d'alumine fréquent par rapport à la composition de la kaolinite).

5 - Les minéraux de l'aluminium

Ces minéraux sont très rares en accord avec les analyses géochimiques effectuées précédemment ($Al_2O_3 = 0,90 \%$, moyenne de 32 analyses BNRM). Les espèces minérales rencontrées sont *la gibbsite et la boehmite* alors que le diaspore et γ alumine sont soupçonnés.

L'aluminium se retrouve aussi dans la *kaolinite* associée à la silice. A ce sujet cette formation semble en partie plus riche en alumine que la seule composition de la kaolinite le laissait prévoir : est-ce une forme non cristallisée d'alumine ou une forme γ ?

6 - Les carbonates

Seule *la dolomite* a été identifiée dans le forage analysé. C'est bien sûr le minéral dominant des formations carbonatées alors que la calcite n'a

pas été décrite. On observe localement de l'*ankérite* et de la *rhodochrosite*, souvent en association avec du quartz hyalin et de la chlorite.

7 - Les sulfures

Le seul sulfure reconnu est la *pyrite*. On ne retrouve pas dans les échantillons étudiés les sulfures de cuivre et de zinc observés ailleurs. Les chapeaux de fer observés ne contiennent pas systématiquement de la pyrite, c'est le cas des échantillons présentés ici. Occasionnellement la pyrite est observable dans les matériaux oxy-hydroxylés, notamment en géodes résiduelles ou secondaires dans le chapeau de fer n° 3.

8 - Les minéraux accessoires

Peu de minéraux dans cette rubrique :

le rutile correspondant aux échantillons riches en titane.

le cryptomélane témoigne d'assez fortes teneurs ponctuelles en manganèse.

Un oxyde de fer magnétique mis en évidence pourrait être soit de la *magnétite*, soit de la *maghémite*.

9 - Les minéraux utiles

En dehors de la pyrite en roche saine dans le forage n° 1 du chapeau de fer n° 5 (CB 20), aucun autre sulfure n'a été mis en évidence.

Il faut noter aussi l'absence de minéraux carbonatés et oxydés ou sulfatés des métaux utiles recherchés. Ceci est net pour le zinc où n'apparaissent pas de minéraux spécifiques malgré les valeurs anormales franches relevées pour cet élément. Avant l'étude du chapeau de fer n° 3 on s'oriente donc vers la notion de piégeage du zinc dans l'hydroxyde de fer (goethite). Une vérification à la microsonde est en cours.

Une remarque encore s'impose ici avec l'absence de mise en évidence de graphite dont l'association avec les chapeaux de fer est systématique.

EN CONCLUSION

Les matériaux ferrugineux de Pagala diffèrent nettement des cuirasses latéritiques par leur composition minéralogique, en particulier par l'absence de kaolinite liée.

Dans les échantillons observés ici et provenant des chapeaux de fer n° 1, n° 5 et n° 8 aucun minéral des métaux recherchés n'a été retrouvé. Ces métaux, notamment le zinc sont probablement piégés dans les hydroxydes de fer.

LES CHAPEAUX DE FER DE LA REGION DE PAGALA - TOGO

Activités 83 - 84

- d'après le rapport de Philippe MAGAT et Alain BLOT -

Les documents topographiques disponibles sont les suivants :

- feuille FAZAO au 1/200 000
- feuille FAZAO 2b au 1/50 000
- photos aériennes TOGO 1976-1977 mission IGN 77-TOG 31/300 au 1/30 000è.

Les études géologiques antérieures qui englobent peu ou prou le secteur de Pagala sont :

- KOURIATCHY N., 1933 - Contribution à la connaissance de la géologie du Togo.
- AICARD P., 1957 - Les terrains précambriens du Togo et leur extension vers le Nord-Est.
- DEMPSTER, 1967 - La dolomie au Togo, "*Graphits in Togo*"...
- LAWSON T., 1969, 1970, 1971, 1981 - Rapports de prospections BNRM.
- AFFATON P., 1975 - Etude géologique et structurale du Nord-Ouest Dahomeyen, du Nord Togo et du Sud-Est de Haute-Volta.
- LASSERRE J.L., 1979 - Mission Togo, 1979 - Principaux résultats.
- KPALIME S., 1979 - Rapport d'évaluation de la dolomie de Pagala.
- LIVRET guide d'excursion PICG, 1983.
- BLOT A., notes diverses, 1982, 1983, 1984.

CADRE GEOLOGIQUE

La zone de Pagala faisant l'objet de notre étude est principalement circonscrite dans l'unité structurale de l'Atacora : c'est une série métamorphique, à l'origine d'un chaînon montagneux allongé et orienté NNE-SSO en discordance avec le Dahomeyen fortement charrié. En outre cette

unité de l'Atacora renferme quelques écaïlles de socle et est également charriée sur le Buem; les contacts anormaux induits sont difficiles à reconnaître sur le terrain (AFFATON, 1972).

Trois faciès principaux constituent l'unité de l'Atacora des quartzites et grès quartzites, des schistes et des micaschistes (AICARD, 1957). Pour P. AFFATON, deux ensembles principaux la caractérisent; à la base des quartzites dominants avec des intercalations volcaniques, au sommet des schistes et micaschistes avec une intercalation de cipolins; la série de Kandé de AICARD représente alors la partie occidentale de l'unité de l'Atacora.

Dans la région de Pagala, A. BLOT et S. GODONOU ont relevé une unité lithologique qu'ils ont défini comme série de l'Okou. Elle est constituée d'amphibolites, de gneiss à amphibole, de gneiss à 2 micas, de gneiss à grenats avec des niveaux de quartzite à mucovite. Cette série serait d'origine magmatique et sédimentaire et pourrait être le sommet de l'unité de l'Atacora. Les minéraux accessoires rencontrés dans les gneiss sont le disthène, la zoïsite (G. JOSEPH).

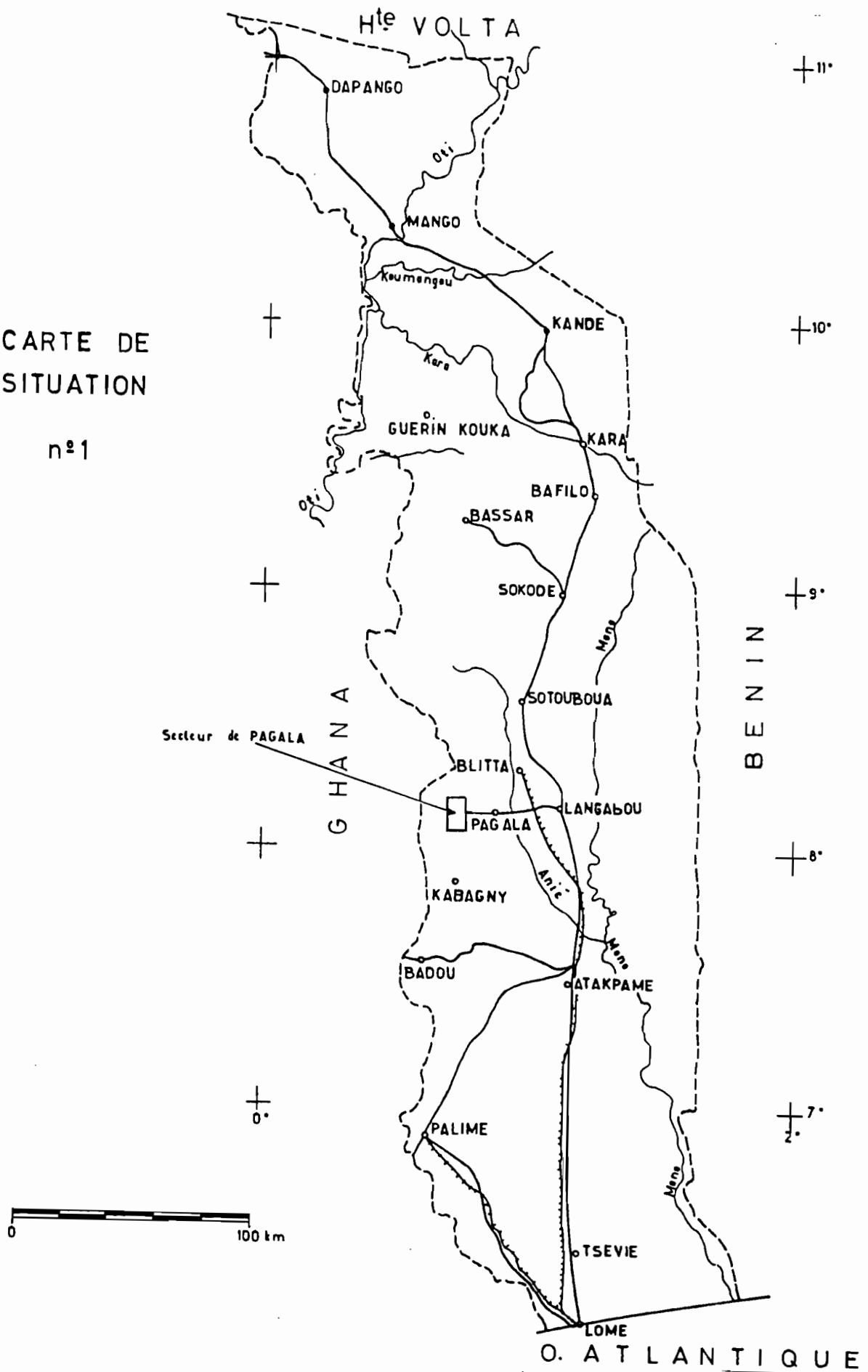
Pour ce qui concerne notre zone d'étude où gîtent la grande majorité des chapeaux de fer, nous nous limiterons à l'*Atacorien s. s.* bordée à l'est par la série de l'Okou dont les niveaux quartzitiques représentent la phase sédimentaire; à l'ouest, l'*Atacorien s.s.* se termine par la série de Kandé constituée principalement de schistes à chlorite, de séricitoschistes et de schistes micacés.

Rappelons qu'AFFATON, sur le plan structural distingue 3 phases de plissements :

- Φ_1 : plis isoclinaux, couchés d'axe NNE-SSW à schistes sité de flux sub-parallèle à la stratification.
- Φ_2 : plis centimétrique à hectométriques auxquels sont associées des écaïlles allongées NNE-SSW.
- Φ_3 : avec plis kilométriques à décakilométriques

CARTE DE
SITUATION

n°1

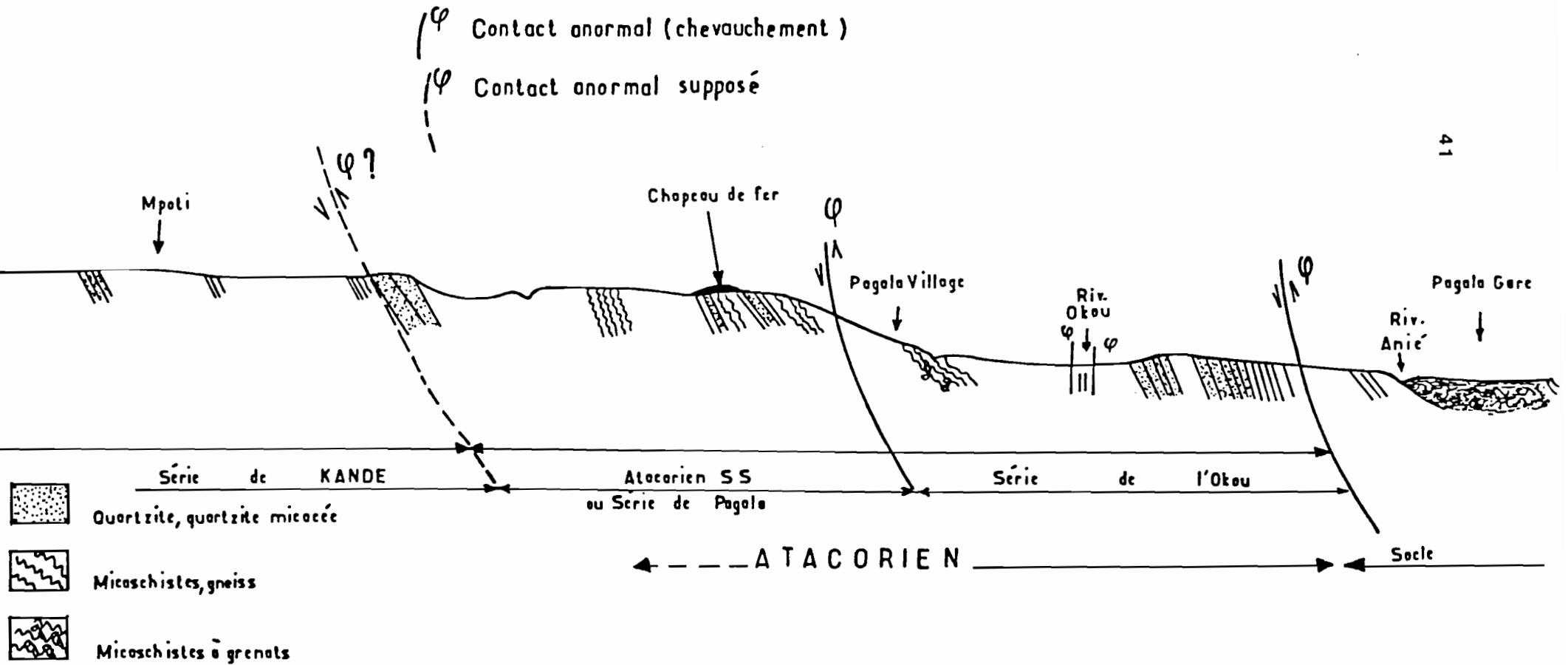


Plusieurs coupes ont été effectuées à partir de Pagala-village jusqu'au carefour de Kidjan sur la route menant à la frontière du Ghana et sont synthétisées ci-après. Les faciès lithologiques sont les suivants (annexes n° 2 et 3) :

- des *grès quartzites* , souvent saccharoïdes, isogrenus l'aspect est massif; la texture est mal ou peu orientée. Parfois de fins lits micés (muscovite) donnant une orientation à l'échantillon : la roche présente alors un débit en plaquettes.
- des *quartzites à musvite et feldspath* (qq%) franches, grano-blastiques, cristallins quelquefois finement micacés (biotite et muscovite); la cassure est conchoïdale; dans le paysage, elles donnent un aspect chaotique et un débit en dalles.
- des *schistes noirs* plus ou moins *graphiteux* , peu indurés; souvent ils présentent des fantomes de cristaux cubiques (pyrite) de taille réduite (1-2 mm). Soumis à l'érosion intense dans cette région, ils se débitent en fines plaquettes; leur altération est réduite.
- des *schistes micacés à muscovite* , les lits sont millimétriques; la texture est granulo-lépidoblastique. L'altération leur confère fréquemment un aspect de schistes argentés. Ils sont aussi rubéfiés par les oxydes de fer et si l'altération est intense ils donnent naissance à des altérites poudreuses de couleur ocre rougeâtre ou jaune safran. Peu altérés, ils sont de couleur rouille par oxydation ferrique; fréquemment, des taches rouilles de 1 à 2 mm subsistent dans les lits des schistes (10-15 %) et sont peut-être la trace de minéraux altérés.
- des *carbonates* : ce sont des dolomies calcaires métamorphisées à grains fins et moyens, de couleur blanchâtre à bleutée. Ils contiennent des micas (muscovite) et de la silice. Il y a été observé des mouches de Cu natif (A. BLOT).
- des *schistes albitisés* ; la texture est granuloblastique; les grains de quartz et d'albite sont inférieurs au mm. Le feldspath est loin d'être dominant après le quartz et la muscovite.

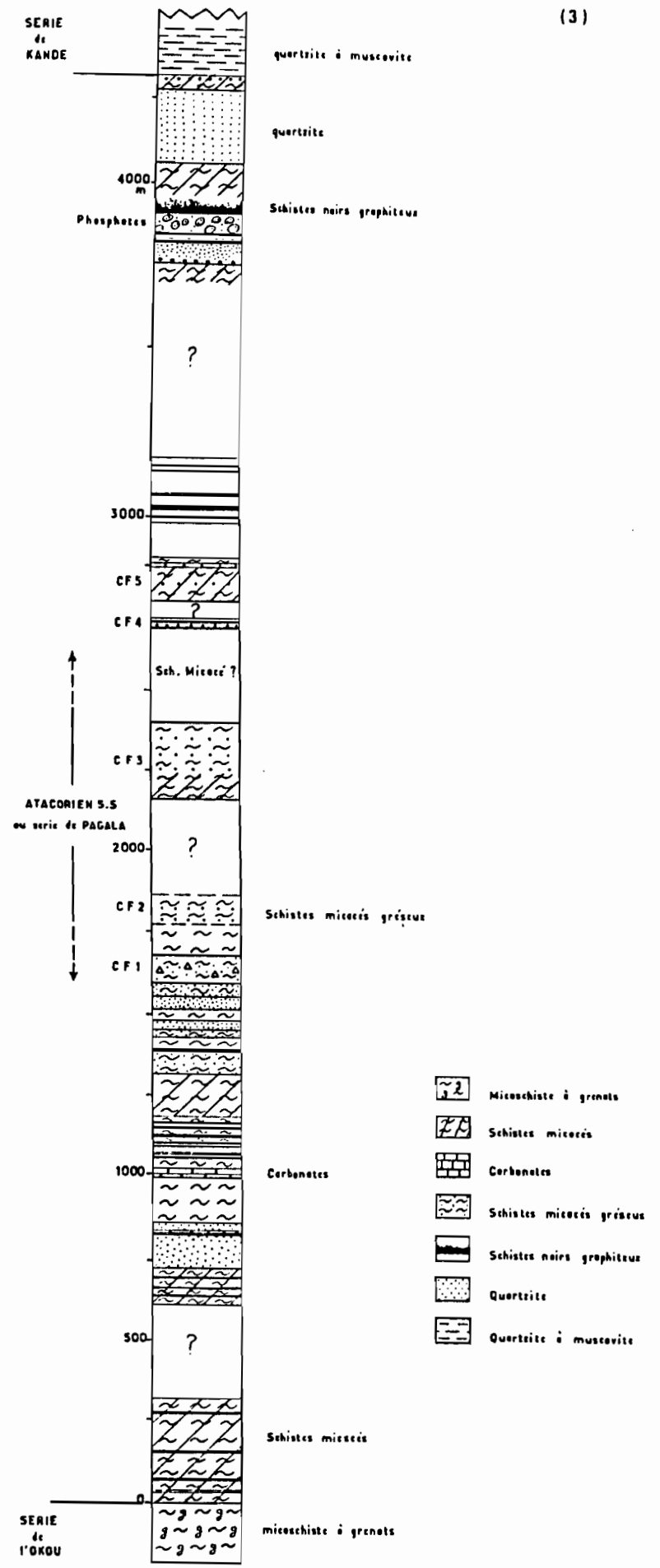
COUPE DE PAGALA A MPOTI

Echelle approx: 1/30 000



d'après K.S. GODONOU et MAGAT

ATACORIEN S.S. LOG SYNTHETIQUE d'après DIFFERENTES COUPES



Cette série relevée par des coupes le long de la route englobe en particulier plusieurs chapeaux de fer (les CF 2, 3, 4, 5, 12, 13) et certains sont localisés à proximité (1, 15, 16, 17). L'ensemble de la coupe représentent une puissance totale approximative de 4 250 m pour l'Atacorien s.s. limité rappelons-le au toit de la série de l'Okou et aux schistes directement situés sur les quartzites feldspathiques de Kidjan.

L'orientation générale des couches est de N 350° à N 20° les pendages varient de 30-40°E à la base de la série puis rapidement passent à 50-60°E pour finir au sommet à 40-50°E. La série est isoclinale; seuls de petits accidents tectoniques l'affectent. Ce sont des plis métriques (rarement décimétriques) ou décimétriques quelquefois très déversés. Je n'ai pu noter un seul accident de grande envergure (pli ou faille).

Contrairement à l'estimation de AICARD, la puissance des quartzites ou des grès quartzites est de quelques centaines de mètres tandis que les schistes micacés dénotent une monotonie générale et sont épais de plusieurs milliers de mètres. Ces derniers sont interstratifiés par des schistes graphiteux en bancs décimétriques vers la base de la série, puis s'épaississent vers le sommet de la série pour atteindre la soixantaine de mètres de puissance sous les quartzites.

Des niveaux carbonatés épais de 0,50 m à 2 m affleurent à la base ou à la partie médiane parfois le carbonate s'exprime sous la forme de schistes carbonatés (45 % de $Ca, Mg (CO_3)$).

Des niveaux à goéthite et hématite forment les chapeaux de fer et semblent interstratifiés dans la série. Ils n'ont pas de relation privilégiée avec un faciès particulier.

Enfin, un - ou peut-être deux - niveaux à phosphates (80 % d'apatite), d'épaisseur importante (60-80 m) forment un gîte vers le sommet de cette série "Atacorien s.s." interstratifié dans les schistes micacés au mur et les schistes graphiteux au toit.

COUPE - *Contact série de l'OKOU - série de PAGALA*

Une coupe AA' a été pratiquée le long du cours d'eau Anamanié, en amont de Pagala afin de trouver le contact entre l'Atacorien s.s. (carbonates, quartzites, grès quartzites, schistes micacés et graphiteux) et les micaschistes à grenats et amphibolite de la série de l'Okou (annexe n° 4).

Le contact visible s'effectue entre des micaschistes à grenats et un niveau carbonaté; cela conduit à la formation d'une mylonite dolomitique saccharoïde, compacte et largement interpénétrée par les micaschistes.

La ligne de contact est orienté 350-355°N c'est-à-dire conforme à l'orientation générale des deux formations.

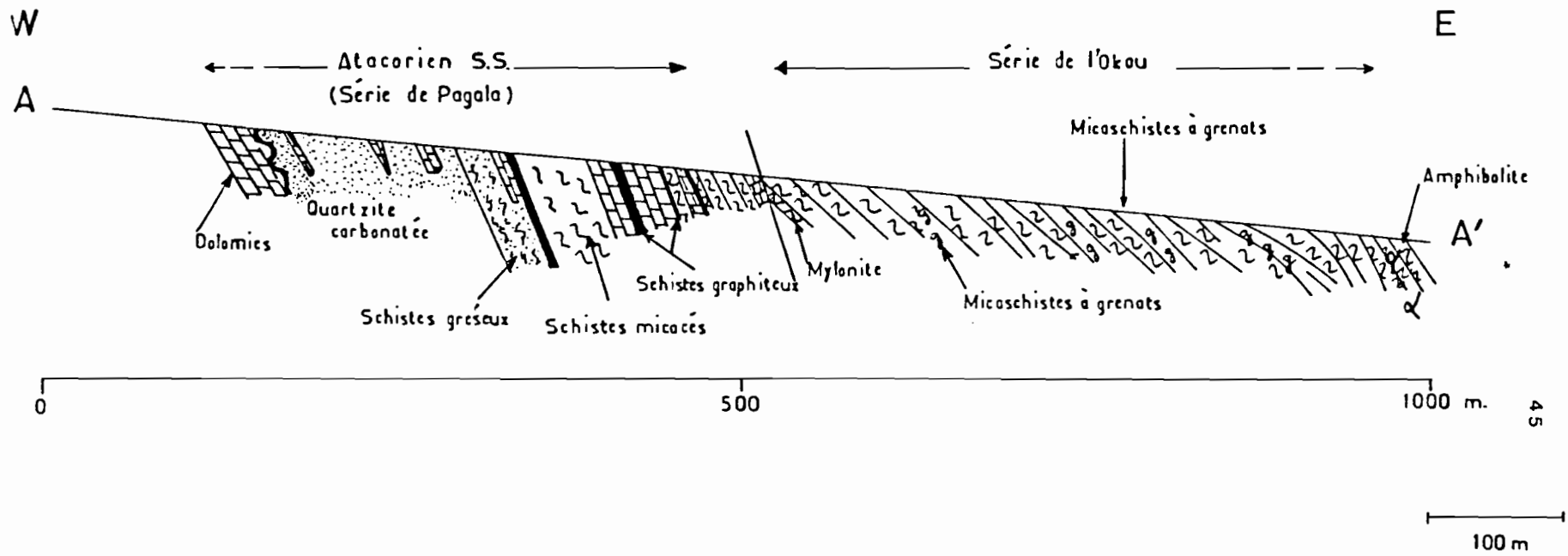
Les couches sont isoclinales vers l'Est, mais les pendages de l'Atacorien s.s. sont plus élevés (52°E, 66°E, 62°E) que ceux mesurés dans les micaschistes (25°E - 30°E).

Structuralement, rien n'indique un accident tectonique; il y a seulement entre les deux séries une différence nette de degré de métamorphisme et des niveaux d'origine magmatique plus à l'Est dans la série de l'Okou (Amphibolites etc...).

ESSAI DE CORRELATIONS

LASSERRE (1979) a établi 4 séquences pour l'Atacorien dans sa bordure orientale à 40 km au sud de Pagala : secteur de Kabagny.

- . les quartzites à muscovite de la partie W correspondent à la séquence a,
- . la séquence b (micaschiste quartzeux à muscovite, passées de schistes albitiques) est l'équivalent de l'Atacorien s.s. (ou série de Pagala),
- . les séquences c et d, seraient l'équivalent de la série de l'Okou définie par GODONOU et BLOT.
- . par contre LASSERRE place les dolomies (400 m de puissance) dans la série d, alors que ce niveau, pouvant être un niveau repère, se situe dans l'équivalent de la séquence b (à la base) ou au sommet de la séquence c.



Coupe dans rivière Anamanié en amont de Pagala

GODONOU établit la succession suivante dans la zone de Sokodé-Bassar à 100 km au nord de Pagala

- . Quartzites
- . Flysch (alternance de séricito-schistes, micaschistes, quartzites)
- . Micaschistes (prasinities)
- . Quartzites.

En résumé, nous pouvons proposer le schéma suivant :

KABAGNY 40 km sud	PAGALA	SOKODE-BASSAR 100 km au Nord	STRATIGRAPHIE
Série de Kandé	Série de Kandé	Série de Kandé	Série de Kandé
Quartzite à muscovite a)	Quartzite à muscovite et feldspath	Quartzites	Série de PAGALA ou Atacorien s.s.
Micaschistes quartzeux à muscovite <u>Niveaux de schiste noirs graphiteux</u> + pyrite Grès quartzites	Schistes micacés à muscovite <u>Schistes noirs gra- phiteux</u>	Séricito-schistes micaschistes Quartzites et quartzitoschistes	
b) Schistes albitiques Passées ortho-amphi- bolites ?	Grès quartzites Schistes albitisées <u>Dolomies métamor- phisées CF</u>	- Dolomies métamor- phisées* - Itabirites et <u>CF</u> *	
c) Quartzite franche Schistes quartzeux à muscovite	Quartzite franche Micaschistes à grenats amphibolites Gneiss à 2 micas et disthène	Micaschistes Prasinities Quartzites	Série de l'OKOU
d) Schistes quartzeux et grenats + bancs de méta-laves + <u>dolomies</u> + <u>CF</u>			
?	Migmatites ortho-gneiss	Migmatites acides Gneiss amphiboliques et pegmatites à mi- crocline	SOCLE DAHOMÉYEN

(* vers Bassar, KPALMA)

Des variations latérales existent. Les niveaux de schistes noirs graphiteux sont présents à Pagala et Kabagny, les dolomies également mais dans des unités lithostratigraphiques différentes ou bien les séquences b, c, d, de LASSERRE forment la série de Pagala, ce qui est plus vraisemblable.

LES "CHAPEAUX DE FER" (C.F.)

Lors de la découverte ou plutôt de la confirmation de leur existence à partir d'une description de "brèche latéritique ferrugineuse", il avait été décidé avec le BNRM (Bureau National de recherche Minière) du Togo, une prospection systématique. Outre une cartographie générale au 1/200 000, un inventaire des "chapeaux de fer" devait être dressé. A ce jour, plus de 100 gîtes ont été répertoriés. Il a été convenu d'effectuer des carottages continus.

Nous avons entrepris une description sommaire sur les quelques "chapeaux" rencontrés et l'étude "à vue" plus approfondie sur deux sites. Il s'agit des sites CF2 et CF3 situés sur la route bitumée à l'ouest de Pagala-village près du carrefour d'Opoblé (annexe n° 5).

CF2 : x = 0°50'50"E Y = 8°12'34"N

CF3 : x = 0°50'35"E Y = 8°12'35"N

1. CF2

Après une prospection de surface, neuf puits ont été creusés et échantillonnés sur ce chapeau. Leur implantation a été en partie orthogonale à la direction générale des couches, observée sur le terrain soit "grosso-modo" E-W. Ainsi, nous avons pu en délimiter l'extension superficielle et observer les contacts avec l'encaissant.

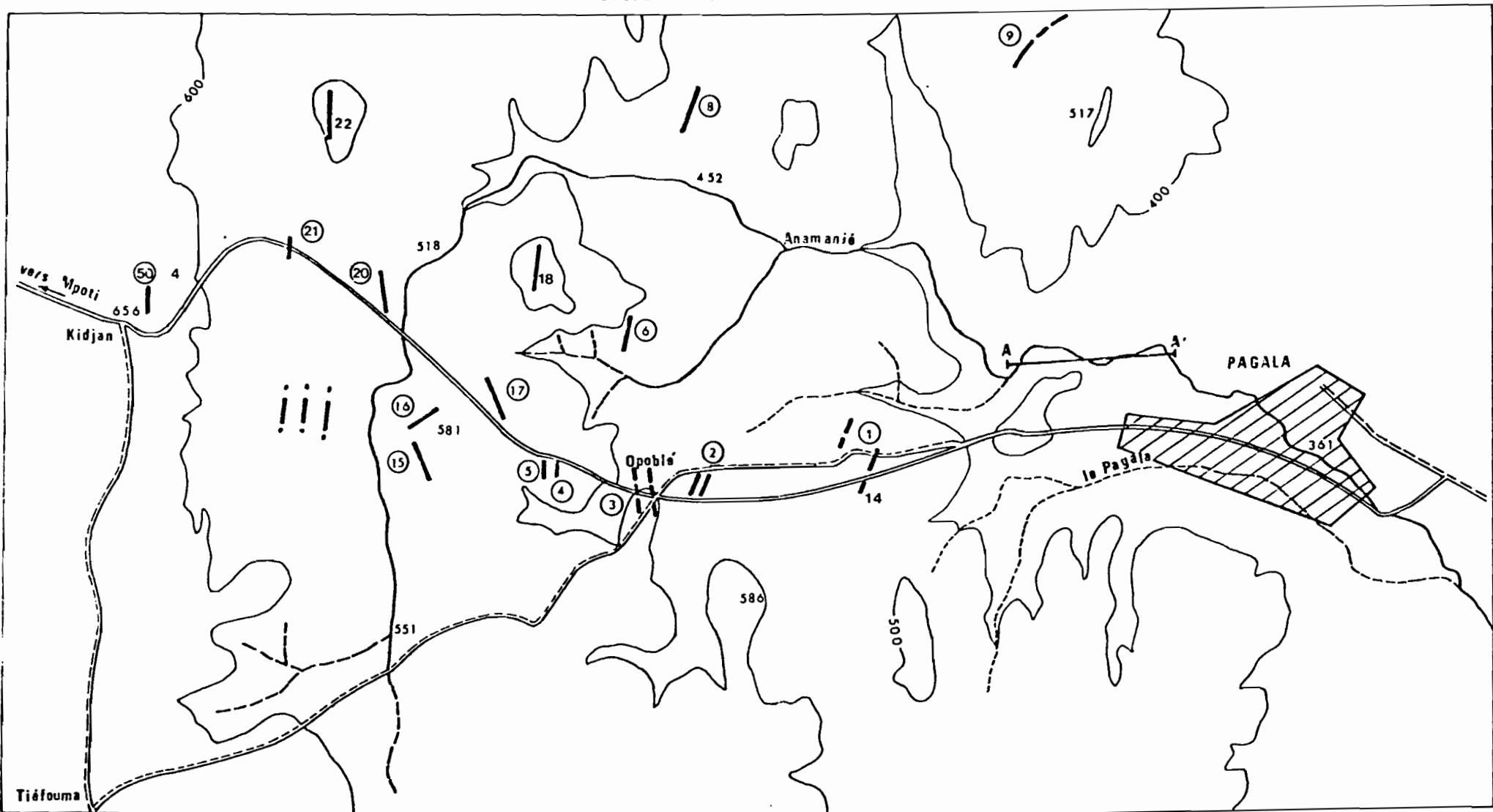
Il apparaît deux zones distinctes; l'une située au Nord de la route, la seconde à environ 150 m au Sud (CF2-S) peut-être s'agit-il d'une extension sud du CF2 bien qu'une minéralisation d'autres niveaux stratigraphiques soit probable (annexe n° 6).

Les deux zonations (N et S) du CF2 sont en position quasi-sommitale de petites collines; ces dernières n'apparaissent pas en position haute dans

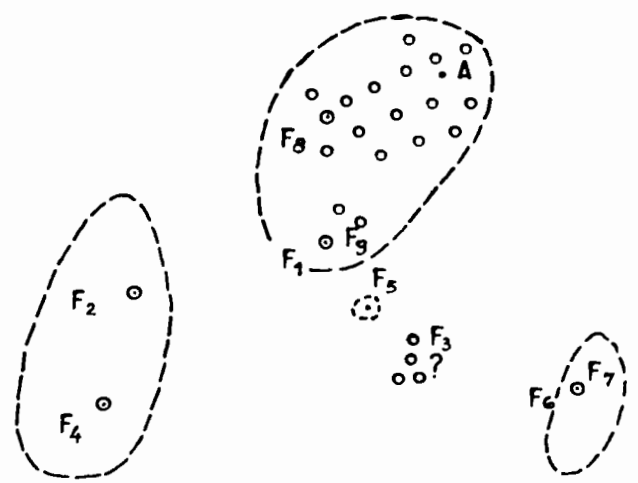
EMPLACEMENT DE QUELQUES CHAPEAUX DE FER

AXE PAGALA MPOTI (KIDJAN)
COUPE A A'

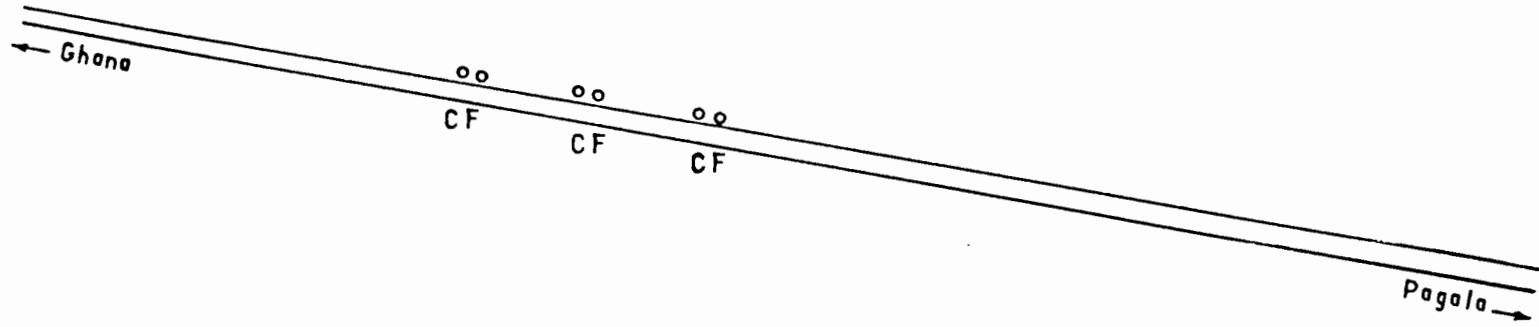
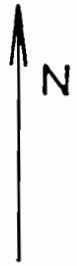
Echelle 0,5 1 1,5 km



CF 2



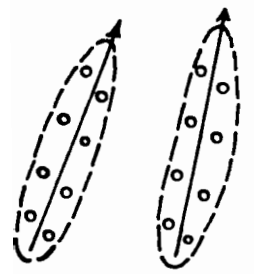
CF2 - N



49

Legend:

- Chapeau de fer affleurant
- Puits



CF2 - S

n° 6

l'ensemble du paysage; la dureté plus élevée des éléments ferrugineux s'oppose à une érosion poussée et laisse subsister ces amas.

Au sud, l'estimation des chapeaux Ouest et Est est de l'ordre de la centaine de mètres; au nord, où deux niveaux sont minéralisés, l'extension longitudinale est également de 100 m. Les orientations estimées sont Nord-Sud mais il est difficile de mieux préciser les directions (355°N - 5° à 25°N).

Les faciès minéralisés rencontrés dans les puits sont variés; gréseux aux puits F2, F4, bréchique, ovoïde plus à l'est et au nord. La schistosité est quelquefois reconnaissable dans le chapeau lui-même quoique de gros blocs de plusieurs décimètres voire de quelques mètres affleurent en surface.

Au total, 27 échantillons pour analyses géochimiques et minéralogiques ont été prélevés dans les puits. Ils représentent les différents faciès lithologiques encore présents (schistes divers, quartzoschistes...) et les faciès minéralisés rencontrés.

En surface, les roches rencontrées qui constituent l'environnement pétrographique immédiat sont :

- des quartzoschistes altérés
- filonnets brisés démantelés de quartz hyalins
- des débris schisteux-micacés
- des grès quartziques
- des schistes graphiteux à l'Est
- des carbonates sains (dolomie méta) à l'Ouest.

Au CF2-S les schistes micacés sont mieux conservés, ils sont interstratifiés par des lits centimétriques où le quartz isogranulaire domine et alterne avec de petits niveaux graphiteux. La stratification générale des roches est de N 355° à N 10°; pendage 40-50°E.

Il est à noter la concordance des directions des roches et des niveaux ferrugineux surtout au CF2-S.

La minéralogie observée "de visu" consiste en goethite souvent mal cristallisée, du quartz non pyramidé, des micas muscovite, un peu de Kaolinite (en F1) de la pyrolusite (F2, F8, F9).

Les schistes graphiteux présentent des fantômes de cristaux cubiques de 1 à 2 mm (pyrite ?) et de la blende en mouche (F3).

Dans les zones proches des oxy-hydroxydes de fer, les roches sont très altérées jusqu'à être associées à des limonites de couleur safran. Les schistes graphiteux sont bien conservés.

Des analyses ont été effectuées sur des échantillons de surface par le BNRM (S.K. GODONOU, Oct. 1983) qui présentent des teneurs en Zn atteignant de 345 à 1 570 ppm pour la partie Nord et 2 210 ppm en CF2-S. La moyenne sur 12 échantillons est de 787 ppm. Les teneurs en Cu sont basses (32 ppm). Les teneurs en Ni-Co sont anormales (194 et 170 ppm) pour un milieu d'origine "acide".

2 - CF3

De la même manière, les puits et tranchées ont été surtout implantés perpendiculairement aux directions générales du chapeau observées sur le terrain. Au total, 30 puits et 2 tranchées permettent de délimiter le CF3. Trois sondages carrotés ont été entrepris, le dernier S3 s'incline à 15°W (annexe n° 7).

Les sondages S1 et S2 sont implantés au droit des affleurements oxy-hydroxylés de fer, visibles sur la tranchée de la route; le S3 a été incliné afin de recouper l'alignement supposé A2 et tenter d'atteindre d'éventuelles minéralisations sulfurés.

Les premières analyses du BNRM avaient donné les résultats suivants à partir de l'échantillonnage aléatoire de surface.

Zn : valeurs élevées jusqu'à 1 % au CF3-S

Co : de 51 à 218 ppm (\bar{m} : 125)

Ni : de 50 à 236 ppm (\bar{m} : 145)

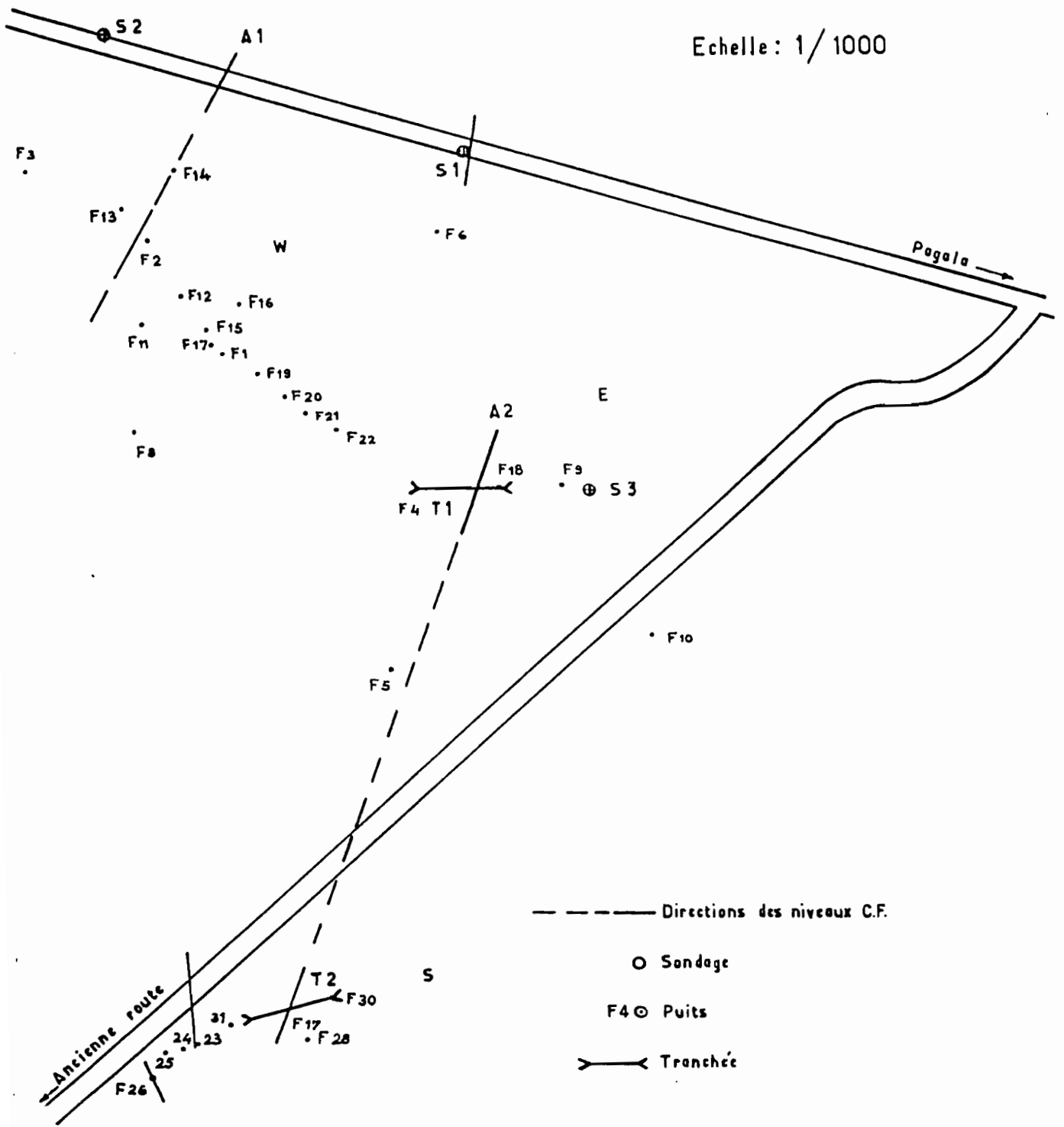
Cu : de 20 à 241 ppm (\bar{m} : 65)

CF 3

52



Echelle: 1/1000



n° 7

Ces valeurs appellent les mêmes remarques que pour le chapeau de fer CF2.

Une coupe détaillée du talus de la route, montre l'existence de trois enracinements de "chapeau de fer". La puissance est de quelques décimètres. L'environnement est schisto-micacé. Il n'est pas observé de schistes graphiteux ni de carbonates à proximité immédiate.

En surface, la partie ouest du CF3 (annexe n° 8) présente des blocs et ovoïdes de goethite de grande taille (de l'ordre du mètre); la goethite est souvent cristallisée et présente alors un aspect fibroradié. Plusieurs dizaines de m³ de chapeau de fer affleurent dans le marigot N.0, en un seul tenant : le faciès est conglomératique à aspect "pelure d'oignon"; la pyrite est visible en traces; les oxy-hydroxydes de fer paraissent avoir phagocyté les schistes micacés lits par lits; la structure schisteuse se démantèle, tout en restant reconnaissable. Il s'agit d'un "chapeau de fer" moyennement évolué. Des blocs de moindre taille sont disséminés en aval. Aucune mesure directionnelle n'a pu être prise sur cet affleurement.

Sur le CF3 lui-même, les schistes micacés et des blocs affleurent. Une part minime de ceux-ci est "in situ". Ces blocs sont des concrétionnements indurés, de couleur rouge-brun à rouille. La densité est élevée; la cassure montre fréquemment des irrisations bleutées. Des restes de schistes sont visibles ainsi que des quartz hyalins. La goethite cristallisée présente des mamelons à la surface des blocs.

Il est possible de diviser le CF3 en trois zones : CF3-W, CF3-E (partie nord du site) et CF3-S.

a) - CF3-W

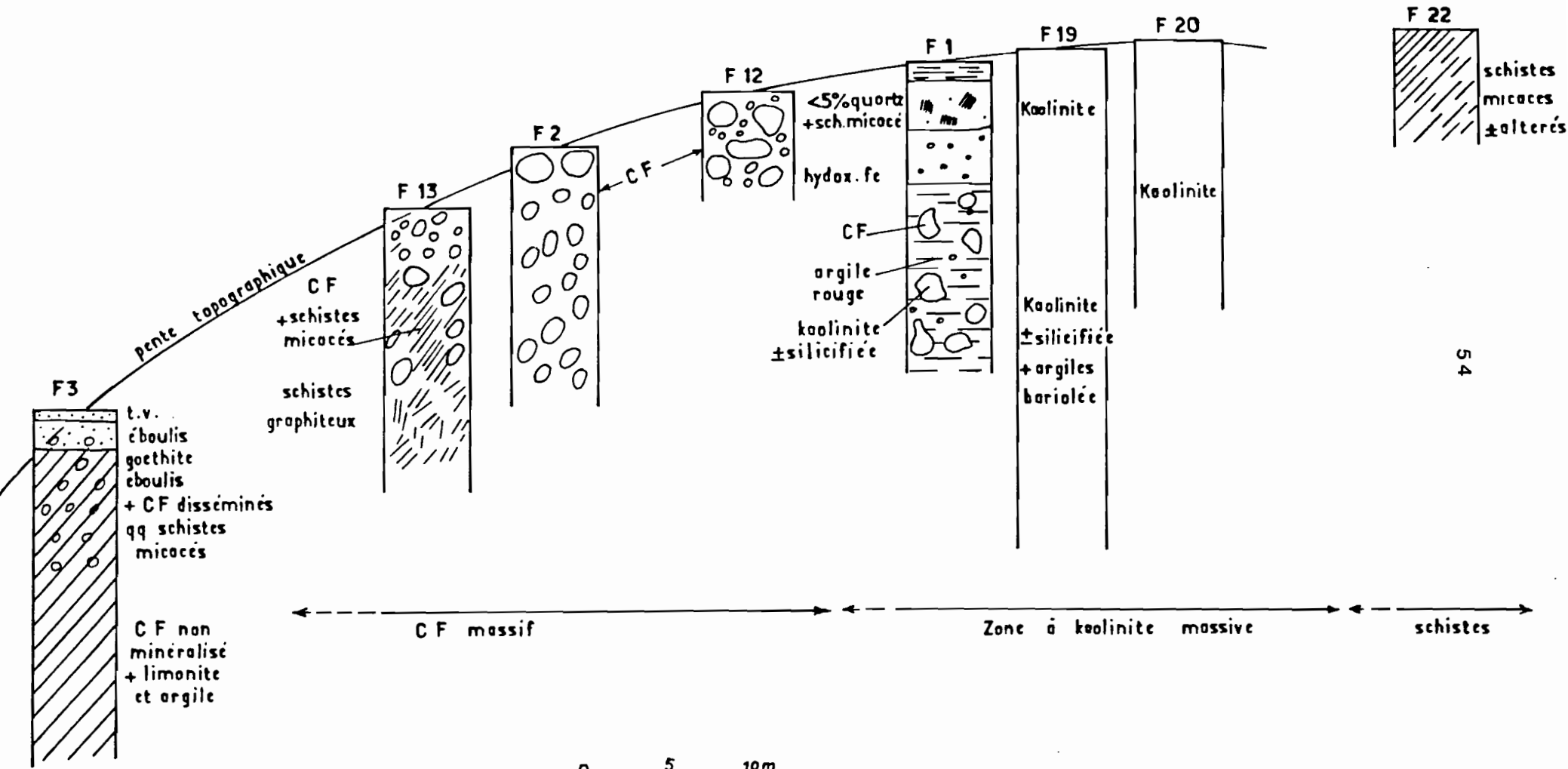
Les puits ont permis de limiter le "chapeau" ouest centré sur la fosse F2, qui présente une masse de goethite bien cristallisée en des blocs indurés de Ø de 20 à 30 cm, des granules sont également à goethite; le tout est cimenté par des argiles rouges (annexe n° 9).

A ce niveau, la zone ferruginisée est limitée entre les puits F3 à F12 soit environ 30 m d'extension transversale. Comme nous l'avons précé-

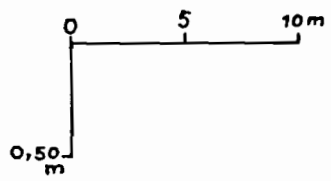
CF 3 W

W ←

→ E



54



demment souligné, le chapeau n'est pas situé dans la position la plus haute. Le contact avec les schistes micacés se fait par l'intermédiaire d'une zone de plusieurs mètres de kaolinite blanche + silicifiée et d'aspect massif parfois. L'analyse a montré une teneur élevée en Al., anormale pour une kaolinite vraie.

Les schistes environnants sont orientés N 355°, N 10°, N 50°; le pendage est élevé, localement sub-vertical plus généralement 60°-70°E.

b) - CF3 - E

Par commodité, il est limité à la partie Est de l'alignement F5-F6. Une tranchée de 20 m a été creusée entre les puits F4 et F18.

Ce chapeau de fer est encadré de schistes micacés, altérés à différents degrés puisque dans un même profil on observe des schistes dont la structure est intacte, des schistes friables "vidés" de nombreux éléments, des argiles rubanées voire des limonites jaune safran; de petits résidus de quartz, ainsi que des restes de grès quartzites sont visibles.

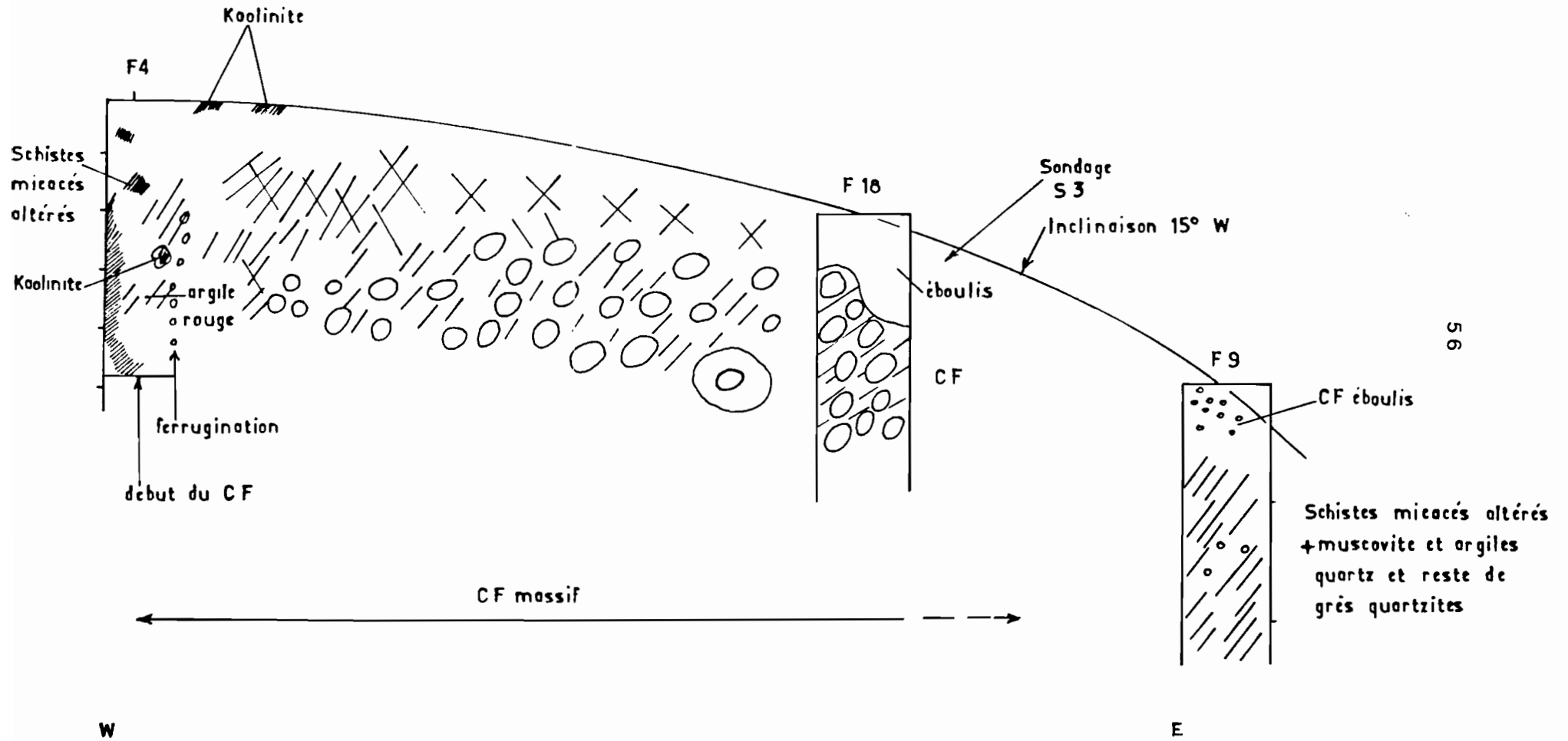
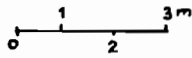
A l'ouest de la tranchée, les ferruginisations sont massives, non cristallisées; rares sont les blocs de goethite, la kaolinite blanche, silicifiée y est présente. Plus à l'est, les blocs de goethite-hématite sont de taille importante (\emptyset 20-40 cm) dans une trame argileuse de couleur rouge à rouge-brun. Le faciès général est alors massif.

Un échantillonnage a été effectué sur l'ensemble des puits et de la tranchée; au total 40 échantillons ont été prélevés dans celle-ci, 15 dans les puits et seront analysés (géochimie des éléments majeurs et traces, minéralogie).

c) - CF3 - S

Dans la partie sud, sept fosses et une tranchée ont été creusées et échantillonnées.

CF 3 - E



Un chapeau de fer a été traversé longitudinalement par la tranchée sur 18 m (T₂) ; les faciès pétrographiques en F30 sont similaires à ceux rencontrés au CF3-E; il s'agit de schistes micacés très altérés accompagnés de kaolinite diffuse, des argiles rouges et de la limonite jaune-safran produits de l'altération poussée des schistes micacés sans doute.

Deux autres niveaux ferrugineux indurés sont visibles dans les fosses F23 et F26; ils sont de faible puissance (20 à 40 cm) et leur orientation est mesurable respectivement N 355° et N 345°. Cette dernière valeur s'accompagne d'un pendage de 47°E.

Dans le puits F28, il a été retrouvé des géodes fermées, ovoïdes contenant de la pyrite très finement cristallisée.

Dans les puits F23, F24, F25, F26, les roches encaissantes quoique érodées et altérées sont des schistes micacés et des grès quartzites.

21 échantillons proviennent de la tranchée T₂, 16 sont issus des différents puits et seront également analysés.

L'ensemble de ce chapeau de fer pourrait contenir au moins deux niveaux ferruginisés; le premier à l'ouest discontinu, le second à l'est; les orientations tant mesurées sur le terrain, qu'interprétées se situent dans la fourchette N 345° - N 25°; les pendages rarement mesurables sont vers l'est. Cela laisse supposer une concordance avec les orientations générales des schistes micacés encaissants.

d) - Sondages

Les sondages 1 et 2 sur le site CF3, montrent une alternance de roches carbonatées (calschistes, "dolomie" de Pagala) de schistes micacés souvent altérés, de schistes graphiteux. Les carbonates et ces derniers contiennent principalement de la pyrite et parfois de la chalcopryrite; l'ensemble des minéralisations sulfurées représente 3 à 5 % de la roche. Peut-être s'agit d'une zone minéralisée intermédiaire située au-dessus du toit du protore recherché. Les minéralisations apparaissent vers 20-25 m et sont continues (quoique de faible pourcentage) jusqu'à la limite de recherche de la sondeuse (≈ 60 m).

La lithologie ainsi que la disposition des lits dans les carottes récupérées, indiquent une géométrie structurale différente que celle mesurée en surface. Il ne faut pas écarter la probabilité - localement - de l'existence de petits accidents tectoniques. Cette hypothèse est renforcée par l'existence de filonnets de quartz (origine hydrothermale ?)

Quoiqu'il en soit, on peut conclure en la certitude à l'existence de gîtes "à chapeaux de fer" de type stratiforme; la puissance cumulée au CF3 est de l'ordre d'une trentaine de mètres. La longueur apparente en surface atteint les 250-300 m. Les travaux de prospection géophysique viennent de débiter et devraient permettre à la fois une meilleure connaissance de l'extension du chapeau de fer et d'espérer la découverte du gisement sulfuré.

3 - LES AUTRES CHAPEAUX DE FER

D'autres "chapeaux de fer" ont fait l'objet de travaux de terrain moins détaillés; un tableau résume succinctement nos premières observations.

Par ailleurs il a été mis au point un questionnaire pour l'acquisition de données sur l'ensemble des CF.

4 - MINÉRALOGIE DE QUELQUES "CHAPEAUX DE FER" SITUÉS DANS LA ZONE DE PAGALA

Cette étude minéralogique a été effectuée à l'Institut de Géologie de l'Université de Strasbourg (Mr. PION); les résultats qualitatifs sont exposés dans un tableau (note PION - A. BLOT).

Les minéraux les plus abondants sont évidemment la goethite et l'hématite parfois bien cristallisée; l'hématite est moins fréquente.

Le quartz se présente comme un minéral primaire qui se déstabilise et concomitamment les formes de quartz secondaire bipyramidé se présentent; celui-ci est postérieur à la cristallisation de la goethite.

N°	Coordonnées	Situation Topo	Forme	Dimensions puis. : long. :	Orientations	Faciès	Minéralis.	Encaissant	Orientation encaissant	Echantillonn.	Divers
1	x = 0°51'24" y = 8°12'41"	Z : 470 m marque partiellement une colline	Allongée peut-être plusieurs couchés	mini p: 30 m maxi ? mini l: 300-500 m maxi ?	d'après photo 330°N - 25°N Terrain : ?	massif et scoriacé	qz hyalin goethite** hématite* gibbsite kaol tr. rutile tr.	Schistes micacés et sch. graphiteux	?	PAG 4,7,20,21,22,23 AB 217 Pris en surface	Géochimie : Zn 2200 ppm. maxi, 1461 moyenne Pb 0-69 ppm. MnO 0,01-5,93 % m 1 % Fe ₂ O ₃ m : 58,6 % Enorme CF qui sera étudié plus tard en détail
4	x = 0°50'19" y = 8°12'40"	Z : 520 m position médiane dans le paysage	Allongée	p : 20 m l : ?	peu visibles en photo et sur le terrain	-	goethite hématite	schistes graphiteux schistes micacés carbonate sous-jacent ?	?	En surface	Pas de résultat d'analyses
5	x = 0°50'16" y = 8°12'40"	Z : 525 m position médiane	Allongée	p : 8-10 m l : 50-75 m	?	massif scoriacé	-id-	carbonate schistes sériciteux schistes micacés " graphiteux	tectonisé sur la coupe de la route : CF subvertical et plissement	En surface	-id-
17	x = 0°49'45" y = 8°12'48"	Z : 550 m position haute et flanc colline	Allongée	p : 20 m minima l : 100-150m	sur Sch. noirs → 355°/28°E sur graph. → 355°/30°E dans la puits : 330°/31°E	massif	-id-	schistes graphiteux 1 à 2 m d'épaisseur Schistes micacés altérés schistes gréseux	330°/355° pendage 28°/31°E sur sch. noirs et sch. graphiteux	F2 de 1 à 6 F3 de 1 à 7 F4 de 1 à 17	échantillonnage de l'ensemble de trois profils verticaux dans les schistes micacés, schistes graphiteux, itérites, blocs de "chapeau" et ferruginisation : exprimées
16	x = 0°49'49" y = 8°12'33"	Z : 560 m position haute ondulation de terrain	Allongée	p : 5-7 m l : 250-300m	345° N pendage : 52°E	massif	-id-	schistes micacés ± altérés quartzite	Concordant. au CF	Surface : 1 échantillon	
15	x = 0°50'09" y = 8°12'49"	Z : 580 m position sommitale d'une colline	Allongée non rectiligne	p : 10-15 m l = 400m	60°-70° et 18°	-brèchique -goethite + -qz hyalin -scoriacé -ovoïde	quartz filonien albite ? en F5 pyrite	Nomereux filons qz-hyalin sch. micacés ferruginisés sch. graphiteux quartzite franche sch. carbonates : 45% Mg,Ca (CCj)	en F1 dans quartzites micacés 5°/35°E en F6 dans graphiteux 350°/75-85°E	Nombre : F1 : 1 ; quartzites micacés F2 : 2 ; F5 : 3 F3 : 2 ; F6 : 1 F4 : 2.	Se prolonge de manière discontinue vers le nord, accompagnée de scories
20	x = 0°49'32" y = 8°13'13"	Z : 550 m médiane	Allongée ? aspect circonscrit ?	p : 10-15 m l ? = 100 m Ø 200 m	355° N	-brèchique -massif -ovoïdes	goethite bien cristallisé quartz bi-pyramidé	schistes micacés	350°N - 0°	Surface	Sans doute : aligné mais avec directions différentes plusieurs niveaux
21	x = 0°49'12" y = 8°13'18"	Z : 560 m médiane	Allongée	3 niveaux de faible puissance p total = 2-3 m	encaissant 10°N → E	massif	-	Schistes micacés " graphiteux épais " gréseux quartzites (épais) latérite phosphates avec miné. Cu	10°N/34°E sch. micacés 10°N/58°E sch. graphiteux	Surface pour le CF	Lié à une brèche phosphatée et aux schistes graphiteux puissants.
	x = 0°48'42" y = 8°13'10"	Z : 640-650 m haute	?	p : 2-3 m extension ?	350°/45° W	massif	?	schistes micacés niveaux de quartzite gréseux puissants latérite	350°N/52°E	de surface pour le CF	

Les micas sont ubiquistes; l'espèce dominante est une muscovite 2M avec un fort taux de substitution du K par Rb. Les micas se conservent bien malgré les conditions d'hydrolyse qui ont formé les chapeaux de fer. Les chlorites localement observées dans les carbonates n'ont pas été retrouvées dans cette série d'échantillons de chapeau de fer.

La kaolinite est rare dans l'ensemble des échantillons, l'exception notable est la forte ségrégation entre celle-ci et les oxy-hydroxydes de fer dans le CF3. Quelquefois, elle se silicifie.

Les minéraux de l'aluminium sont rares et se présentent en traces de gibbsite et de boehmite.

La dolomie a été le minéral carbonaté identifié; la calcite n'est pas décrite quoique les calcimétries montrent des teneurs en Ca et Mg du même ordre. Localement, on observe l'ankérite et la rhodocrosite.

La pyrite est le seul sulfure présent à l'analyse. Dans les échantillons des chapeaux on ne retrouve pas les sulfures de Zn et de Cu reconnus ailleurs. La pyrite est observable au coeur du matériau hydroxydé dans des géodes (F28 du CF3).

Il y a peu de minéraux accessoires sauf le cryptomélane déjà noté au CF2. Le rutile correspond aux minéraux de Ti.

Mise à part la pyrite et chalcoppyrite sur la roche saine carottée dans les forages du CF3 et CF5 aucun autre sulfure n'est noté. L'absence de blende est surprenante avec les valeurs élevées de Zn obtenues sur les échantillons de surface. Sans doute le Zn est piégé par la goethite.

Les minéraux utiles (et attendus) ne se retrouvent pas dans les échantillons de chapeau de fer analysés. L'oxy-hydroxylation, intense, a détruit les minéraux métalliques à l'exception de la pyrite trouvée dans des géodes mais il nous est impossible de définir sa genèse : s'agit-il d'une conservation du minéral primaire ou d'une cristallisation secondaire. Dans le contexte géochimique des chapeaux de fer, la première hypothèse est la plus vraisemblable.

EXTENSION DES AUTRES GITES "CHAPEAUX DE FER" (A. BLOT)

Actuellement, une prospection systématique a mis en évidence plus de 100 chapeaux de fer sur un secteur d'environ 200 km²; la plupart sont situés dans l'Atacorien s.s., quelques-uns localisés dans un contexte de schistes sériciteux et grès quartzite de la série de Kandé (Atacorien s.l.).

Ainsi à Dikpéléou, il a été reconnu un "chapeau de fer" dont les analyses montrent les mêmes faciès et associations minéralogiques et géochimique que dans le secteur de Pagala.

A Tchatchaminadé (à 120 km au nord de Pagala) le contexte est différent puisque le chapeau de fer est intercalé dans une formation à Itabirites.

A Kabagny (à 40 km au sud de Pagala) deux chapeaux ont été observés par BLOT et GODONOU dans un contexte à carbonates et barytine correspondant aux brèches tectoniques ferrugineuses de LASSERRE.

CONCLUSIONS

Le cadre géologique immédiat des "chapeaux de fer" a été décrit et nous l'avons délibérément limité à l'Atacorien s.s. La description de celui-ci est différent de ce qui est connu et mentionné par ailleurs; en effet :

- les quartzites (et grès quartzites) sont moins puissants que les schistes micacés contrairement aux caractéristiques admises généralement.
- les dolomies n'ont jamais été clairement décrites comme faisant partie de cette série Atacorienne; il faut s'attendre à un développement plus important de la puissance et de l'extension de ces niveaux (lenticulaires ou non). Il en est de même des schistes graphiteux.
- cette association schiste graphiteux-carbonates se présente fréquemment avec les "chapeaux de fer". Ce milieu effectif à Pagala montre une sédimentation originale dans l'Atacorien au Togo qui est fondamentalement liée à l'existence de sulfures évolués en oxy-hydroxydes métalliques en surface.
- l'Atacorien s.s. peut être baptisé "série de Pagala" dans le secteur à chapeaux de fer.

Le degré de métamorphisme est faible; le second épisode tectonique également puisqu'il ne semble pas exister de forts accidents sur le secteur.

L'altération par contre est très poussée et remarquable à proximité des chapeaux; les altérations safran, rougeâtres, la kaolinite massive et/ou diffuse peuvent en constituer l'exemple. Cette dernière se révèle être une argile bauxitique (excès d'Al), ou, au contraire se silicifier.

L'ensemble des chapeaux de fer du secteur se caractérise par les traits suivants :

- hématite et goethite sont les minéraux principaux
- teneurs élevées en Zn
- teneurs anormales en Co - Ni
- association carbonates-schistes noirs carbonés dans le contexte immédiat.

Les quelques originalités sont la présence de cuivre (sulfures) et les phosphates.

La puissance cumulée des niveaux de type gossan dans le secteur de Pagala et dans le contexte géologique de l'Atacorien s.s. *est de l'ordre de 120 m* ce qui est considérable. Toutes nos observations conduisent à admettre une origine sédimentaire pour ces gîtes de type stratiforme. Aucun argument structural n'autorise l'hypothèse d'un (ou deux) niveau (x) minéralisé (s) recoupé (s) plusieurs fois; les pendages isoclinaux vers l'Est montrent une succession de niveaux (séries multiples ?).

Les gîtes minéralisés primaires devraient avoir une extension considérable et conduire à envisager l'existence d'un *district métallifère*.