

第2章 Kékoro 東部地区

2-1 地質

Kékoro 東部地区は、ケコロ・バオレ・バニフイング地域東端の Kékoro 集落の北方約 1km、Baoulé 川右岸に位置する南北 2km×東西 1.3km の区域である。周囲は、標高 360m 前後の平坦地からなり、表層はカラパス(cb)とその風化土壌に覆われる。現在、綿畑として利用されている。地区北部には、比高 20m 前後(標高 380m 前後)のテーブル状台地があり、台地頂部はキユイラス(cr)に覆われる。その周囲には厚い硬質のカラパス(ca)が発達している。

地質は、Birrimien 累層群の砂質片岩(Bp)および泥質片岩と砂質片岩の細互層(Ba)から構成される。観察された片理の走向は南北で、傾斜はほぼ垂直である。地区北部では、閃緑岩(D)や花崗閃緑岩(Gr)の転石がまれに認められる。これらの完晶質岩は、原生代前期に Birrimien 累層群に貫入した岩株と推定される。

砂質片岩(Bp): N750, N1,000 および N1,250 測線西部の小丘に露出する。片状構造を有する暗灰色の砂質片岩を主体とする。しばしば、粗粒の黒雲母を大量に含む。まれに、ワッケ質の弱変砂岩や変安山岩を挟む。一部の箇所では、黄鉄鉱や磁硫鉄鉱による鉱染が認められ、片理面とほぼ平行な幅 2mm~5mm の石英細脈が観察される。石英脈の内部には、少量の黄鉄鉱、磁硫鉄鉱、黄銅鉱およびエレクトラムを伴うことがある。

泥質片岩と砂質片岩の細互層(Ba): 砂質片岩とともに、N750, N1,000 および N1,250 測線西部の小丘に露出する。厚さ 20cm~50cm の砂質片岩と厚さ 10cm~30cm の泥質片岩がリズムカルな互層を形成する。N1,250 測線上では、片理面とほぼ平行な幅 5mm~10mm の石英細脈が多数観察された。石英脈の内部には少量の黄鉄鉱が認められる。

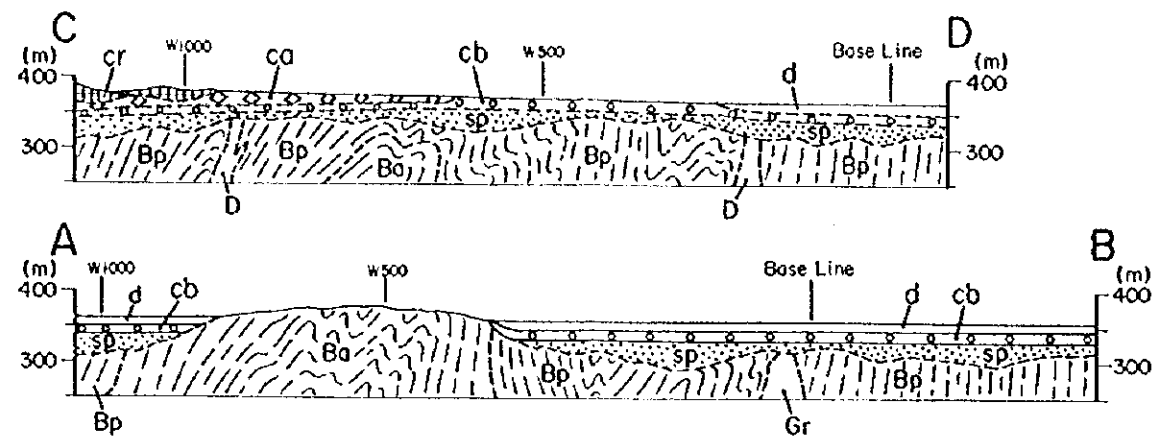
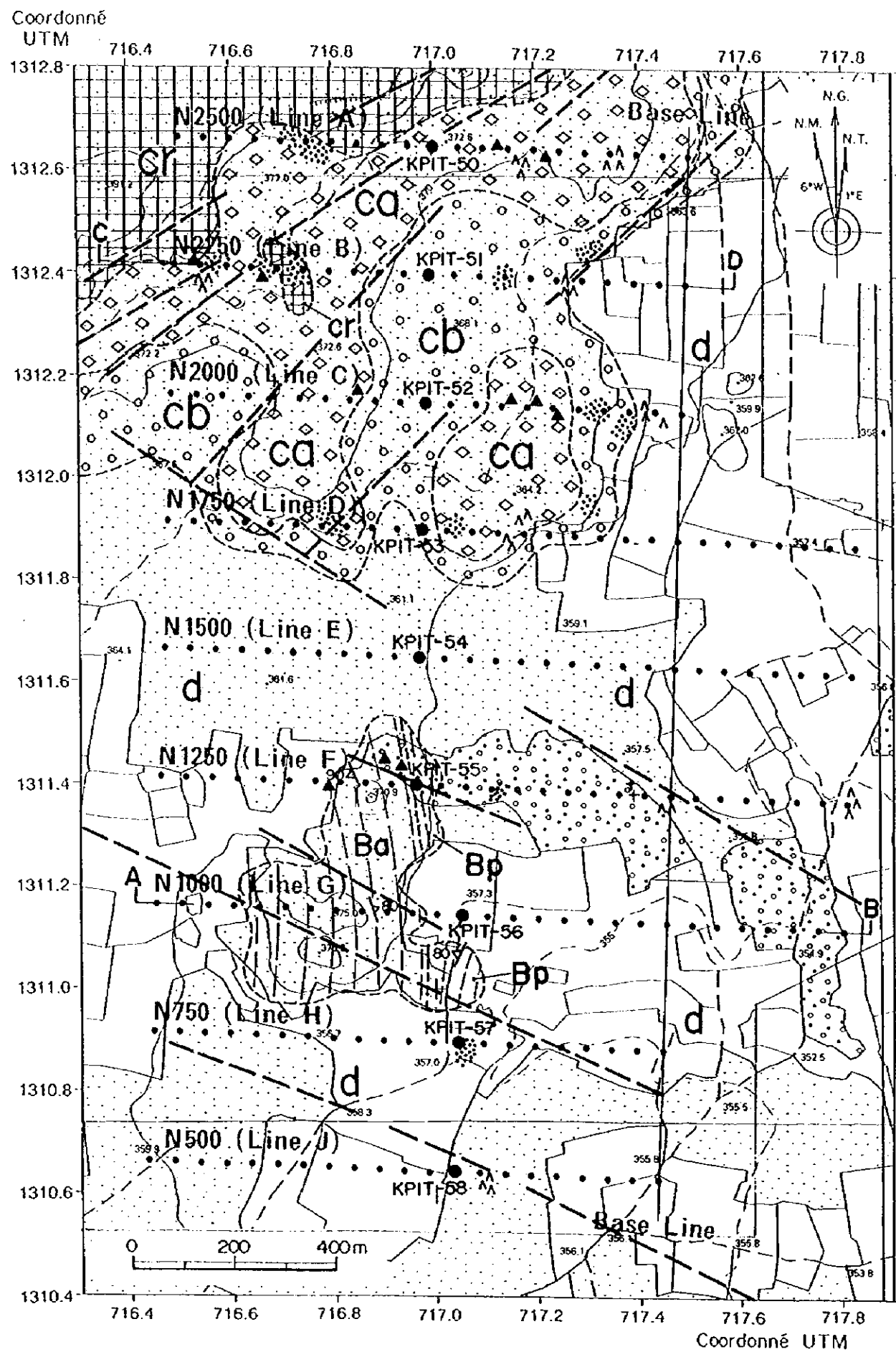
閃緑岩(D): N1,250 測線より北部で、転石として認められる。暗緑灰色を呈する、直径 1mm 前後の角閃石と斜長石からなる完晶質岩である。しばしば、直径 2mm~3mm の斑状の単斜輝石を伴う。磁硫鉄鉱による鉱染、石英細脈がまれに認められる。弱い片状構造を示すこともある。

花崗閃緑岩(Gr): N1,250 測線の東端の綿畑に、花崗閃緑岩の転石が 1 個認められた。直径 3mm~5mm の斜長石と黒雲母からなる。変質はまったく受けていない。

地質構造: Kékoro 東部地区は、Birrimien 累層群のなかでも Bougouni-Kékoro 帯のほぼ中央、Molira 鉱床の北西約 30km に位置する。砂質片岩や泥質片岩の片理面の走向は南北、傾斜はほぼ垂直を示す。露頭や転石が多く認められるのは、N750 測線から N1,250 測線に分布する比高約 20m の小丘、およびその北方 1km にわたり発達するゆるやかな尾根部である。この南北に延びる高まりの東西には平坦地が広く発達し、露頭はまったく認められない。地質図(Fig.II-2-1)は、この南北の高まりを背斜軸のクレストと解釈して作図した。転石の分布から推定して、閃緑岩と花崗閃緑岩は小規模な岩株と考えられる。

金鉱化作用: 砂質片岩、泥質片岩、変安山岩および閃緑岩中に、黄鉄鉱と磁硫鉄鉱による鉱染、さらに、幅数 mm の石英細脈が認められる。石英細脈は、ごく少量の黄鉄鉱、磁硫鉄鉱、黄銅

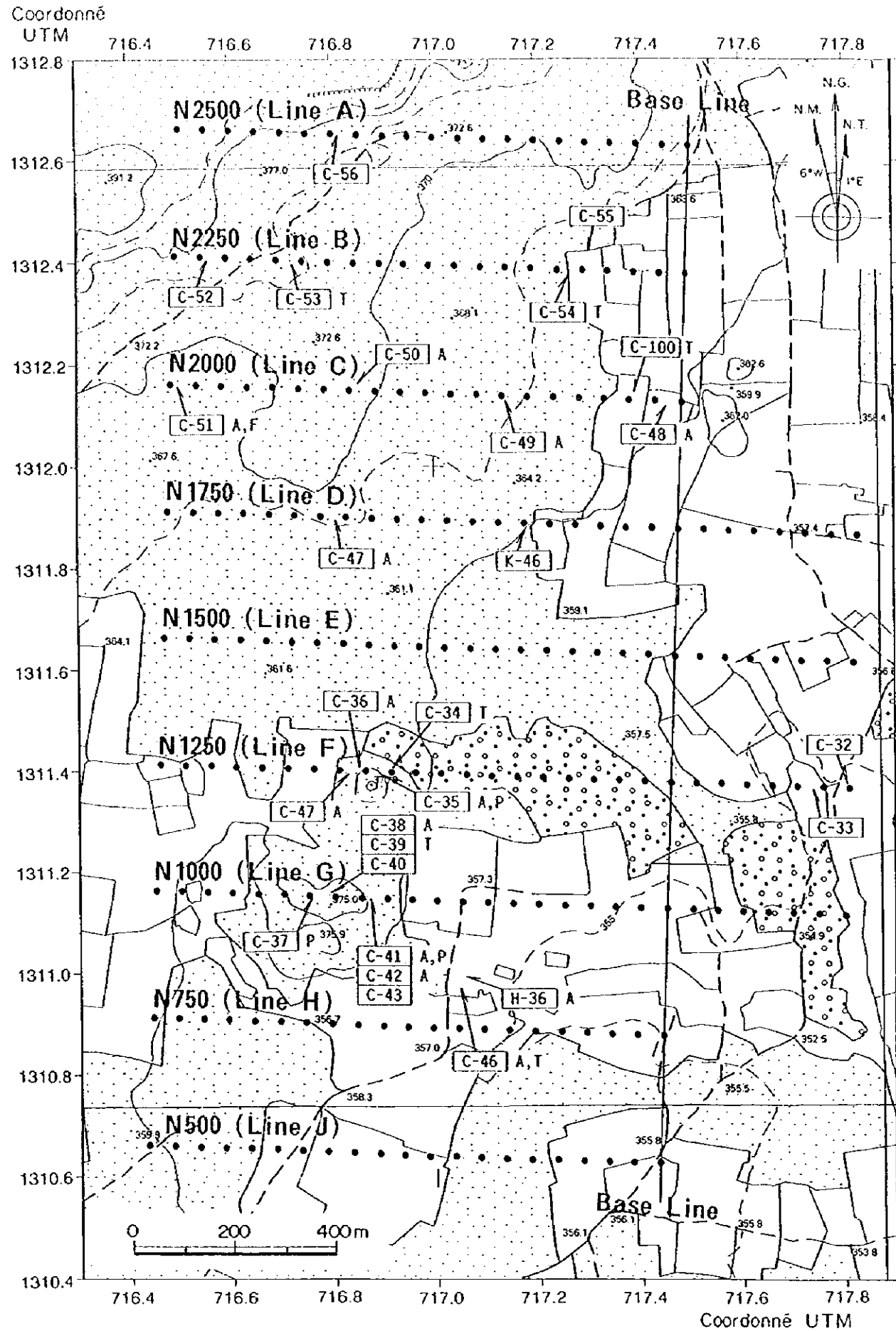
鉄等の硫化鉄物を含み、まれに直径 $5\mu\text{m}$ ～ $20\mu\text{m}$ のエレクトラムを伴う(試料番号C-37)。地区北部のN2,000測線周辺には、白色を呈する粗粒の石英転石が分布する。鉄染を受けた変堆積岩類と閃緑岩のAu含有量は、9試料中、最も高いもので18ppb、多くの試料は1ppb未満であった。石英転石のAu含有量は、3試料中、最も高いもので66ppb、他の2試料は1ppb未満であった。



LEGENDE

- d Sediments, débris
- cr Cuirasse
- ca Carapace A (cimentée)
- cb Carapace B (non-cimentée)
- sp Sapolite
- Ba Dolérite et diorite à grain fin
- Bp Granodiorite
- Bp Schiste psammitique et roches volcaniques mineures métamorphisées
- Ba Alternation des couches de schiste pélitique et schiste psammitique
- Ba Blocs de dolérite
- Bp Blocs de granodiorite (ou de tonalite)
- Bp Blocs de schiste psammitique, grès metamorphisé et roches volcaniques métamorphisées
- d Blocs de quartz
- d Linéament

Fig. II - 2 - 1 Plan et profile géologiques du Secteur de Kékoro Est



Sample No.	A	T	P	F	X	D	Occurrence	UTM Coord.		Au ppb	Ag ppm	As ppm	Sb ppm	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm
								Easting	Northing							
C-32	-	-	-	-	-	-	medium grained dolerite	717.449	1,311.380	-	-	-	-	-	-	-
C-33	-	-	-	-	-	-	coarse grained biotite granodiorite	717.384	1,311.382	-	-	-	-	-	-	-
C-34	-	T	-	-	-	-	coarse grained meta-sandstone, black colored	716.909	1,311.398	-	-	-	-	-	-	-
C-35	A	-	P	-	-	-	peritic schist with pyrite - arsenopyrite dissemination	716.884	1,311.399	<1	<0.2	16	<2	26	<2	84
C-36	A	-	-	-	-	-	black colored hornfels, muddy rock	716.849	1,311.401	2	<0.2	8	<2	62	2	88
C-37	-	-	P	-	-	-	meta-sandstone with quartz veinlets, light gray colored	716.760	1,311.153	-	-	-	-	-	-	-
C-38	A	-	-	-	-	-	meta-sandstone, black colored	716.800	1,311.152	<1	<0.2	6	<2	17	<2	60
C-39	-	T	-	-	-	-	sandstone schist, light gray	716.800	1,311.152	-	-	-	-	-	-	-
C-40	-	-	-	-	-	-	meta-sandstone, with quartz veinlets	716.800	1,311.152	-	-	-	-	-	-	-
C-41	A	-	P	-	-	-	peritic schist with pyrite - arsenopyrite dissemination	716.870	1,311.150	<1	<0.2	12	<2	25	<2	94
C-42	A	-	-	-	-	-	meta-graywacke, black colored	716.870	1,311.150	<1	<0.2	28	<2	11	<2	74
C-43	-	-	-	-	-	-	coarse grained meta-sandstone, black colored	716.870	1,311.150	-	-	-	-	-	-	-
C-44	-	-	-	-	-	-	black, meta-graywacke	?	?	-	-	-	-	-	-	-
C-46	A	T	-	-	-	-	meta-sandstone, black colored, biotite rich, with quartz fragments	717.025	1,310.994	18	<0.2	16	<2	14	<2	66
C-47	A	-	-	-	-	-	meta-sandstone (alternation of peritic schist and meta-sandstone), with quartz veinlets	716.834	1,311.401	<1	<0.2	22	<2	28	<2	64
C-48	A	-	-	-	-	-	C-48, medium grained gabbro	717.444	1,312.120	7	<0.2	20	<2	16	2	68
C-49	A	-	-	-	-	-	quartz float, coarse grained, white	717.835	1,312.117	<1	<0.2	10	<2	1	<2	<2
C-50	A	-	-	-	-	-	quartz float	718.134	1,312.106	<1	<0.2	<2	<2	4	<2	<2
C-51	A	-	-	F	-	-	quartz float, coarse grained, white	716.495	1,312.163	66	<0.2	26	<2	2	<2	<2
C-52	-	-	-	-	-	-	medium grained diorite, or gabbro	716.549	1,312.402	-	-	-	-	-	-	-
C-53	-	T	-	-	-	-	fine grained meta-sandstone, black colored	716.729	1,312.405	-	-	-	-	-	-	-
C-54	-	T	-	-	-	-	fine grained dolerite, dark gray	717.263	1,312.377	-	-	-	-	-	-	-
C-55	-	-	-	-	-	-	fine grained meta-sandstone ??, dark gray	717.305	1,312.435	-	-	-	-	-	-	-
C-56	-	-	-	-	-	-	schistose meta-volcanics?	716.772	1,312.644	-	-	-	-	-	-	-
C-100	-	T	-	-	-	-	C-48, medium grained gabbro	717.385	1,312.132	-	-	-	-	-	-	-
H-36	A	-	-	-	-	-	meta-sandstone, black colored, biotite rich, with quartz fragments	717.046	1,311.013	2	<0.2	14	<2	32	<2	60
K-46	-	-	-	-	-	-	micro-diorite	717.176	1,311.889	-	-	-	-	-	-	-

A: Assay
T: Thin section
P: Polished section
F: Fluid inclusion
X: X-ray diffraction
D: Daliang

Fig. II - 2- 2 Points de prélèvement d'échantillons de roches, Kékoro Est

2.2 ピット調査結果

Fig.II-2-3 に示す9地点(KPIT-50~KPIT-58)で深さ5mの調査ピットを掘削した。各々のピットでラテライト断面のスケッチを行った後、1m毎のチャンネル・リンプリング分析試料を採取した。分析元素は、Au, Ag, Al, As, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Ga, Hg, K, La, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Sb, Sc, Sr, Ti, Tl, U, V, W, Znの33元素である。試料の前処理と分析はカナダのChemex Labs社で実施され、AuはFire assay-原子吸光法で、他の32元素はICP法で定量された。ラテライト模式断面をFig.I-2-2に、各々のピットのスケッチと分析結果の詳細を巻末試料Apc.1に示す。

ピットの観察結果によれば、表面から深部に向かい、硬質カラパス(ca)、軟質カラパス・粘土質カラパス(cb)、斑紋帯(al)、サブロライト(sp)の順に概ね成層する。硬質カラパス(ca)は魚卵状ノジュールを多量に含み、基質はやや硬化している。これらは全体的に暗褐色を呈する。軟質カラパス(cb)は、ノジュール量が少ないこと、基質が膠結していないこと、さらに、カオリナイトを主体とする白色粘土の細脈を伴うことで硬質カラパスと区別される。粘土分が多い場合、粘土カラパスと呼称した。斑紋帯(al)は、白色粘土が大半を占め、その内部には径1cm前後の褐色の斑紋を伴う。サブロライト(sp)は、灰白色～帯紫褐色を呈し、変堆積岩の片状構造が残存する。以上のラテライトには硫化鉄物の鉱染は認められない。酸化帯と還元帯の境界は、地表下5mよりはるかに深いものと考えられる。

計9孔のピット中から42試料が採取され、分析に供された。100ppb Au以上の金含有量を示す試料は見出せない。KPIT-51孔の深度0m~1mで71ppb Au、深度1m~2mで62ppb Auを示すのが最高で、他の大多数の試料は10ppb未満である。KPIT-51孔では金が地表付近に濃集する(次頁Fig.II-2-4参照)が、これ以外のピットでは、金がラテライト中の特定の層準に濃集する現象は認められない。KPIT-51孔を除き、地表付近で採取した土壌地化学探査試料の金含有量と、ピット中の任意の深度における金含有量は、概ね一致する。ピット中の元素含有量の多変量解析結果によれば、Auと明瞭な相関関係を有する元素は認められない。Auとの相関がやや高い元素はLaであるが、相関係数で0.4を示すにすぎない。主成分分析結果によれば、寄与率の高い第1主成分と第2主成分は、キュイラスと硬質カラパスに濃集するV, Cr, Fe, Ga, Sc, Al, Ti等の低移動性元素(A. I. Perel'man, 1965)の挙動を説明するもので、Auの負荷量はきわめて小さい。

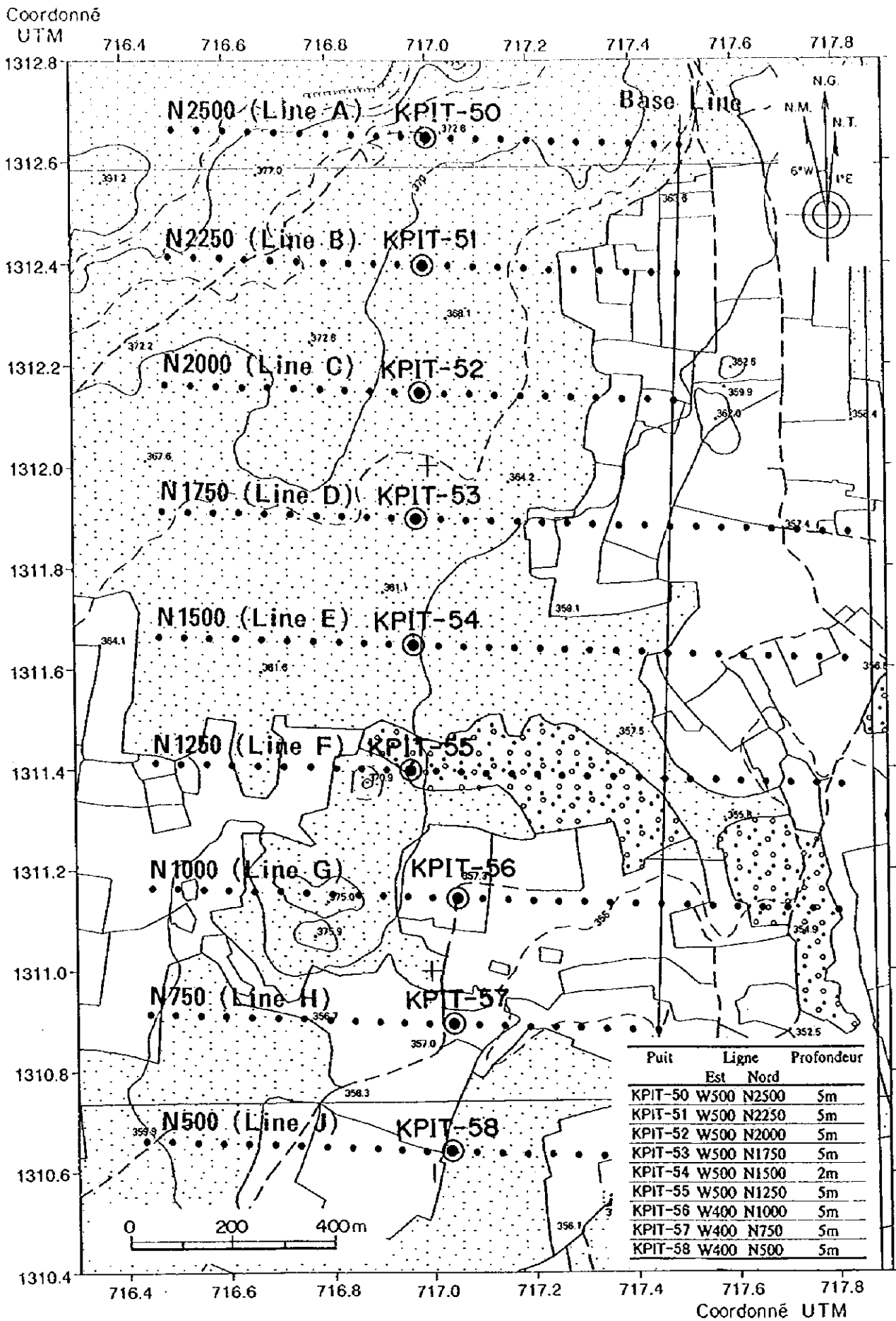


Fig. II - 2 - 3 Localisation des Sites de puits de Kékoro Est

KPIT-51

position: N2250 W500

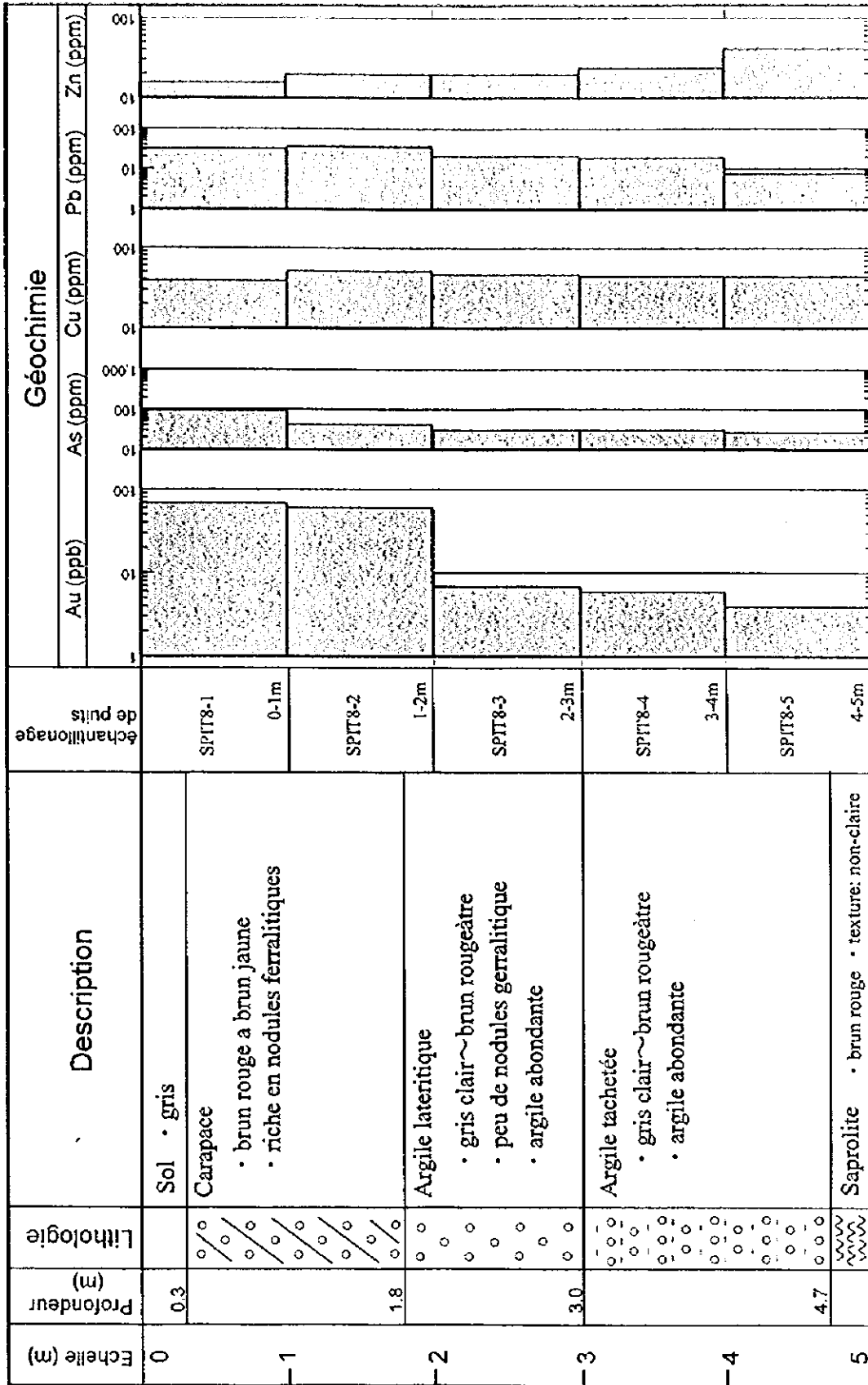


Fig. II-2-4 Géochimie d'élément trace par rapport à la profondeur au KPIT-51 dans le secteur Kékoro Est

2.3 地化学探査結果

Kékoro 東部地区の南北 2km×東西 1.3km の範囲で、計 212 試料の土壌地化学探査を実施した。概査範囲の採取間隔は東西 50m、南北 250m である (Fig.II-2-5)。大部分の試料は地表下 30～40cm のカラパスとその風化土壌から採取され、一部の試料はサブロライトとキュイラスから採取された。これらの試料は、Bamako の PDRM (Programme pour le Developpement des Ressources Minerales) で 80 メッシュに篩分された後、分析に供された。分析元素は、Au, Ag, As, Sb, Cu, Pb, Zn および Mo の 8 元素である。Au は Fire assay-原子吸光法で定量され、残りの元素は ICP 法で定量された。分析機関は Vancouver の Chemex Labs 社である。各々の元素の検出限界を Tableau II-2-1 に示す。

2-3-1 単一変量解析結果

採取試料の UTM 座標と分析結果の詳細を Apc.11 に、基礎統計量を Tableau II-2-1 に各々示す。ほぼ全試料が検出限界値未満であった Ag と Mo を除き、Au, As, Sb, Cu, Pb および Zn の 6 元素について確率密度分布を検討した。累積頻度曲線とヒストグラムを Fig.II-2-6 に示す。同図によれば、As, Cu および Pb には分散の異なる複数の単元母集団が認められるが、Au, Sb および Zn は概ね単一の正規母集団で説明される。地化学異常を定義するしきい値は、試料種別ごとに確率密度分布の不連続点もしくは基礎統計量を参考に設定した。各元素の試料種別ごとしきい値の一覧を Tableau II-2-2 に、地化学異常帯の分布を Fig.II-2-7 に各々示す。

Au: 17ppb と 58ppb を高異常の階級値とした。17ppb 以上のまとまった地化学異常帯は、地区北西部の南北 500m×東西 800m の範囲に認められる。周辺はゆるやかな丘陵からなり、地表はキュイラス(cr)とカラパス(ca,cb)に厚く覆われる。地区北西部のピット調査結果(KPIT-51)によれば、Au は地表付近のピソライト質カラパスに濃集する傾向が認められることから、この地化学異常帯の評価には注意が必要である。58ppb 以上の地化学異常は散点的に分布し、まとまった異常帯を形成しない。

As,Cu,Pb,Zn: これら 4 元素のまとまった地化学異常帯は、Au と同様に、地区北西部の南北 500m×東西 800m の範囲に認められる。また、N1000-W700 付近のワッケ質砂岩が露出する丘陵にも、南北 250m×東西 300m の範囲でまとまった地化学異常帯が認められる。

Sb: 0.4ppm と 0.7ppm を高異常の階級値とし、地化学異常を検討した。Au と同様に、地区北西部にまとまった異常帯が認められる。しかし、Sb 地化学異常帯は Au 地化学異常帯と重なり合うことはなく、異常の中心は常に 100m ほどずれて分布する。

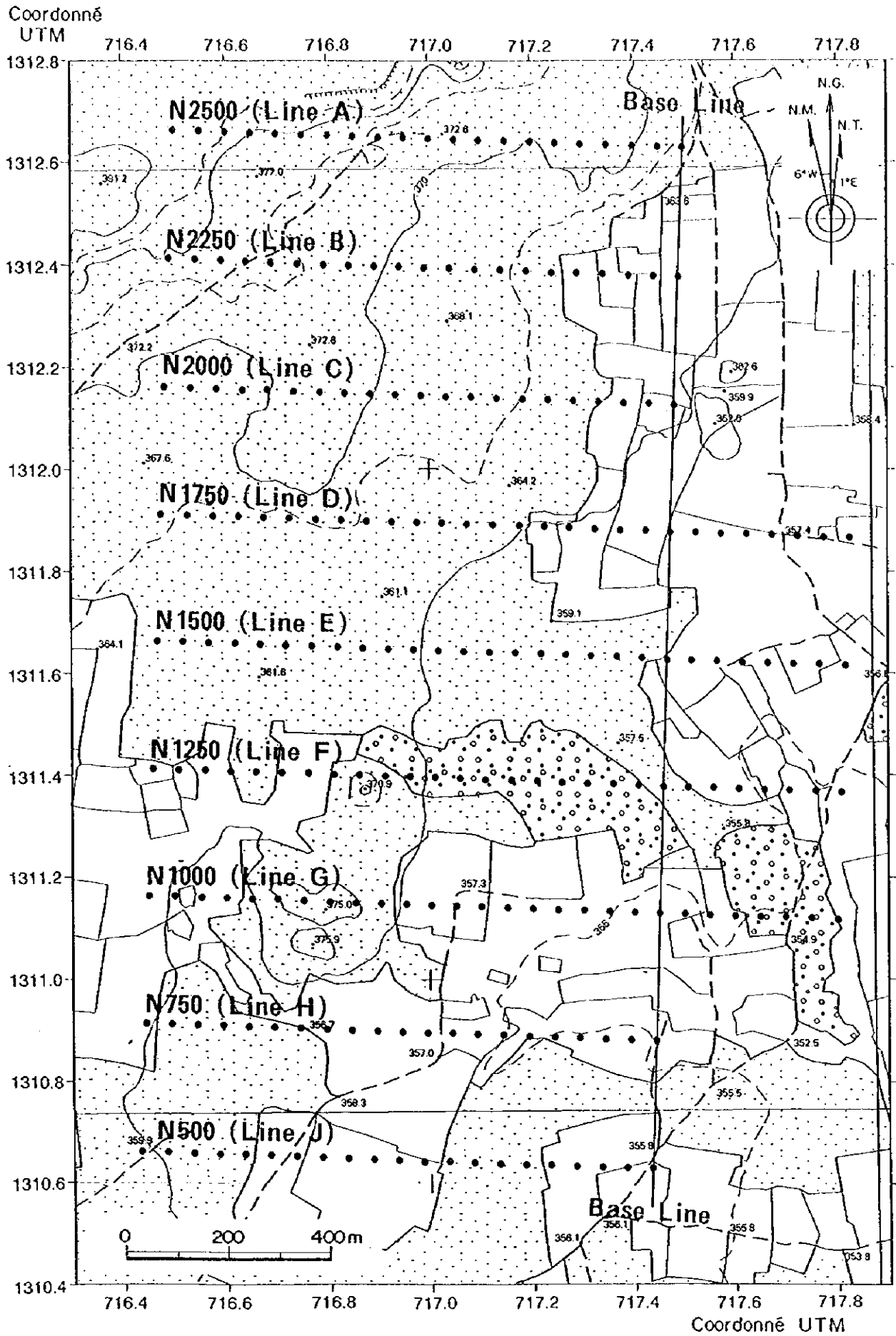


Fig. II - 2 - 5 Points de prélèvement d'échantillon de sols, Kékoro Est

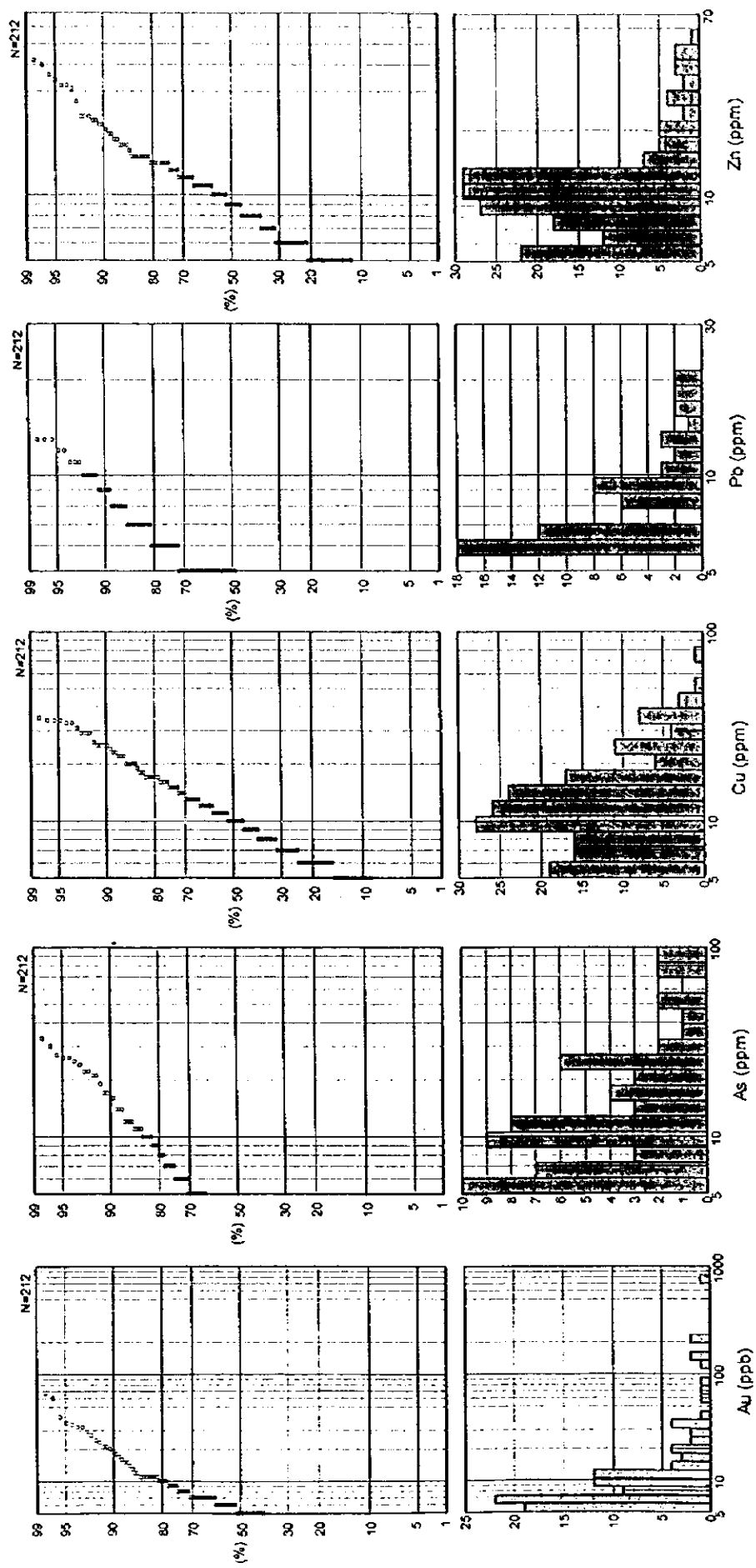


Fig. II-2-6 La distribution et l'analyse des fréquences cumulées, Kékoro Est

2-3-2 多変量解析結果

Au, As, Sb, Cu, Pb および Zn からなる6元素の多変量解析を行った。解析は、相関行列の算出(Tableau II-2-3), 主成分分析(Tableau II-2-4)および主成分得点異常の図化(Fig.II-2-7)からなる。

算出された相関行列(Tableau II-2-3)によれば, CuとZnに強い相関(相関係数=0.88)が, CuとPb, CuとAs およびAsとZnに弱い相関(相関係数:0.60~0.64)が認められる。As, Cu, Pb およびZnの地化学異常帯の分布が概ね一致することから, これら4元素の土壌中の地化学的性質は類似したものとみなせる。

主成分分析の結果, Au, As, Cu, Pb および Zn の5元素の負荷量が高い第1主成分, Sbの負荷量が高い第2主成分, Auの負荷量が高い第3主成分が抽出された(Tableau II-2-4)。寄与率は, 第1主成分が56%, 第2主成分が16%, 第3主成分が10%で, 第1主成分の寄与率が圧倒的に大きい。第1主成分の高得点異常は, 地区北西部の南北500m×東西800mの区域と, N1000-W700周辺の南北250m×東西300mの区域に認められる。前者は, ゆるやかな丘陵で, 地表はキューイラスとカラパスに厚く覆われる。後者は, ワッケ質変砂岩が露出する丘陵である。

2-3-3 考察

地表踏査結果によれば, 当地区には黄鉄鉱と磁硫鉄鉱の鉱染を受けたワッケ質変砂岩と, 同様の鉱染を受けた閃緑岩が認められる。これらの鉱染帯はまれに石英細脈を伴う。石英細脈内には, 少量の磁硫鉄鉱と黄銅鉱およびエレクトラムが認められる。おそらく, Au, As, Cu, Pb および Zn の5元素の負荷量が高い第1主成分は, このようなタイプの金鉱化作用を暗示しているものと考えられる。しかし, 当地区の地化学異常帯のAu含有量を, Kékoto 西部地区およびSagala地区の地化学異常帯と比較した結果, 当地区のAu含有量が極端に低いことおよび地化学異常帯の拡がりもきわめて狭くなっている。

今後の調査は, Kékoto 西部地区とSagala地区を優先するのが妥当と考えられる。

Tableau II-2-1 Valeurs statistiques pour chaque éléments, Kékoro Est

	Au	Ag	As	Sb	Cu	Pb	Zn
limite de détection (Ld)	1ppb	0.2ppm	1ppm	0.2ppm	1ppm	1ppm	1ppm
nombre d'échantillon (totale)	212	212	212	212	212	212	212
nombre d'échantillon (plus de Ld)	191	1	162	165	212	211	212
raison (plus de Ld)	90.1%	0.5%	76.4%	77.8%	100.0%	99.5%	100.0%
unité	ppb	-	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
minimum	<1	-	<1	<0.2	3	<1	3
maximum	750	-	91	1.8	76	22	67
median	5	-	3	0.2	10	5	9
moyenne	5.2	-	2.8	0.2	10.4	4.6	9.5
moyenne + déviation st.	17.5	-	10.6	0.4	19.2	7.9	18.0

Tableau II-2-2 Valeurs de seuil de classement des anomalies, Kékoro Est

	Au	As	Sb	Cu	Pb	Zn	PC 1
nombre d'échantillon (totale)	212	212	212	212	212	212	212
seuil A	58 ppb	40 ppm	0.7 ppm	35 ppm	13 ppm	34 ppm	2
nombre d'échantillon	9	7	5	8	10	11	10
raison	4.2%	3.3%	2.4%	3.8%	4.7%	5.2%	4.7%
seuil B	17 ppb	10 ppm	0.4 ppm	25 ppm	10 ppm	18 ppm	1
nombre d'échantillon	24	39	63	22	19	27	36
raison	11.3%	18.4%	29.7%	10.4%	9.0%	12.7%	17.0%
seuil C	11 ppb	7 ppm	-	19 ppm	8 ppm	-	-
nombre d'échantillon	41	53	-	34	29	-	-
raison	19.3%	25.0%	-	16.0%	13.7%	-	-

Tableau II-2-3 La matrice de corrélation, Kékoro Est

nombre d'échantillon = 212						
	Au	Cu	Zn	Pb	As	Sb
Au	1.00	-	-	-	-	-
Cu	0.48	1.00	-	-	-	-
Zn	0.48	0.88	1.00	-	-	-
Pb	0.35	0.64	0.47	1.00	-	-
As	0.45	0.64	0.60	0.44	1.00	-
Sb	0.12	0.34	0.24	0.37	0.38	1.00

Tableau II-2-4 Analyse des composantes principales, Kékoro Est

nombre d'échantillon = 212			
	PC 1	PC 2	PC 3
Eigen value	3.392	0.935	0.613
Contrib.	0.565	0.156	0.102
Cum. contrib.	0.565	0.721	0.823
Eigen vector			
Au	0.347	-0.460	0.702
Cu	0.499	-0.091	-0.332
Zn	0.466	-0.240	-0.282
Pb	0.396	0.214	-0.364
As	0.432	0.033	0.236
Sb	0.265	0.822	0.359
Factor loading			
Au	0.638	-0.445	0.550
Cu	0.919	-0.088	-0.260
Zn	0.859	-0.232	-0.221
Pb	0.729	0.207	-0.285
As	0.796	0.032	0.185
Sb	0.488	0.795	0.281

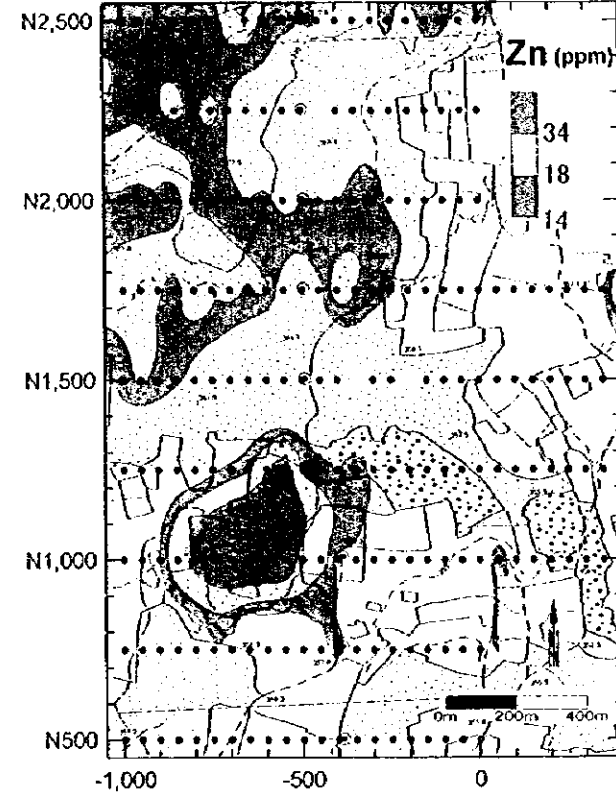
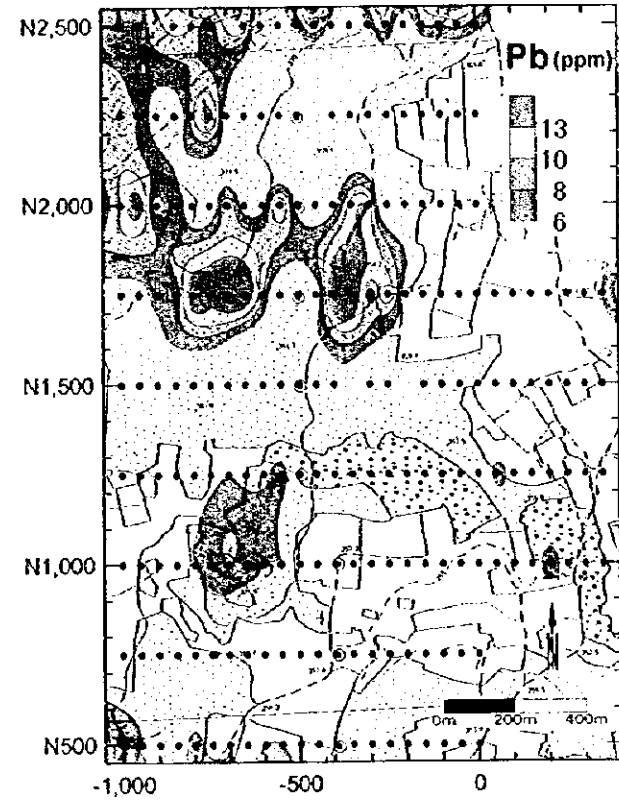
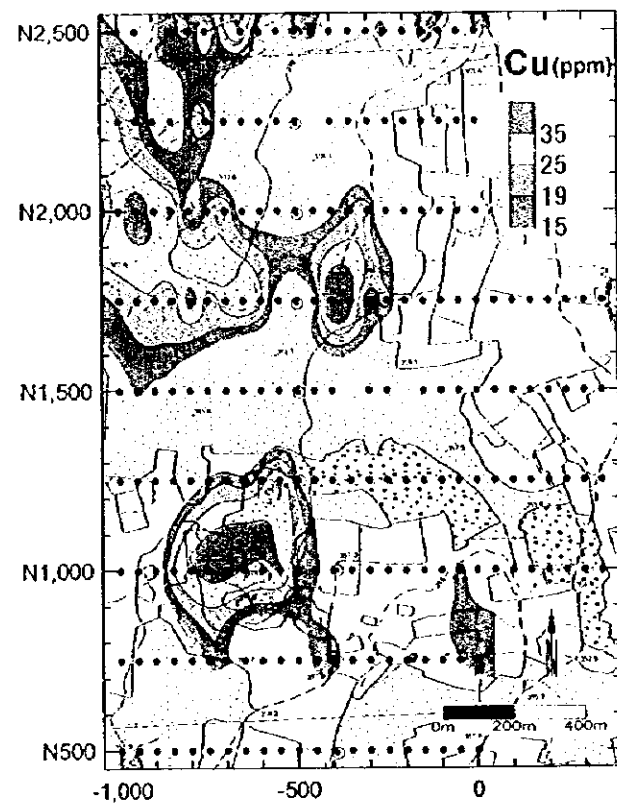
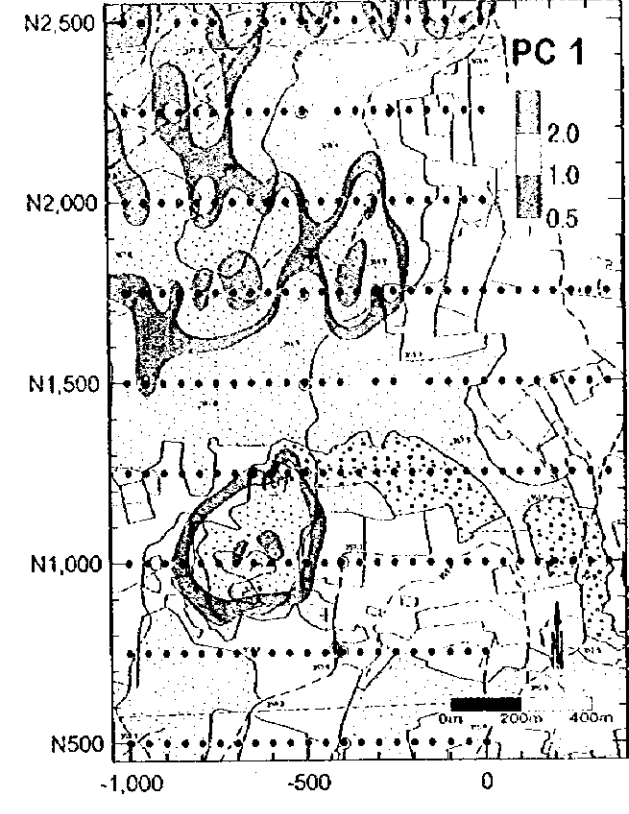
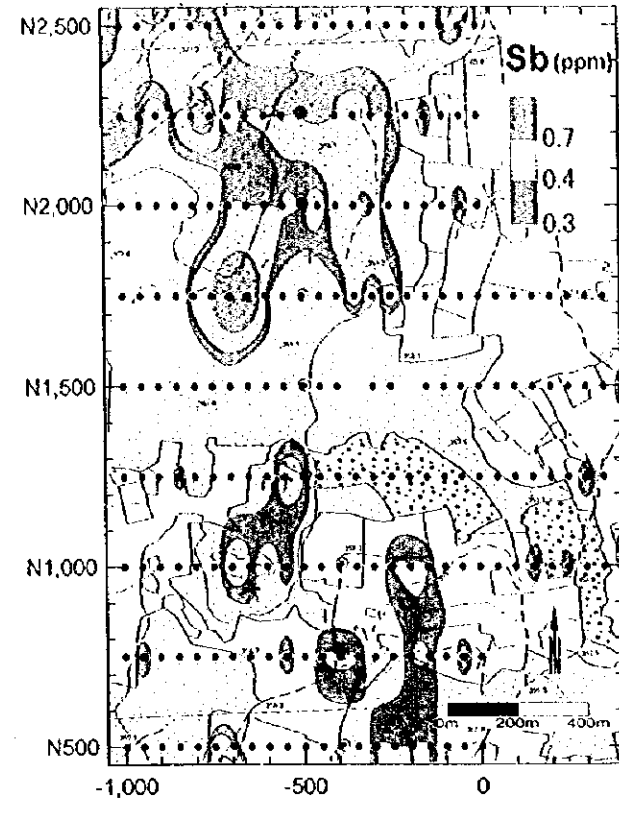
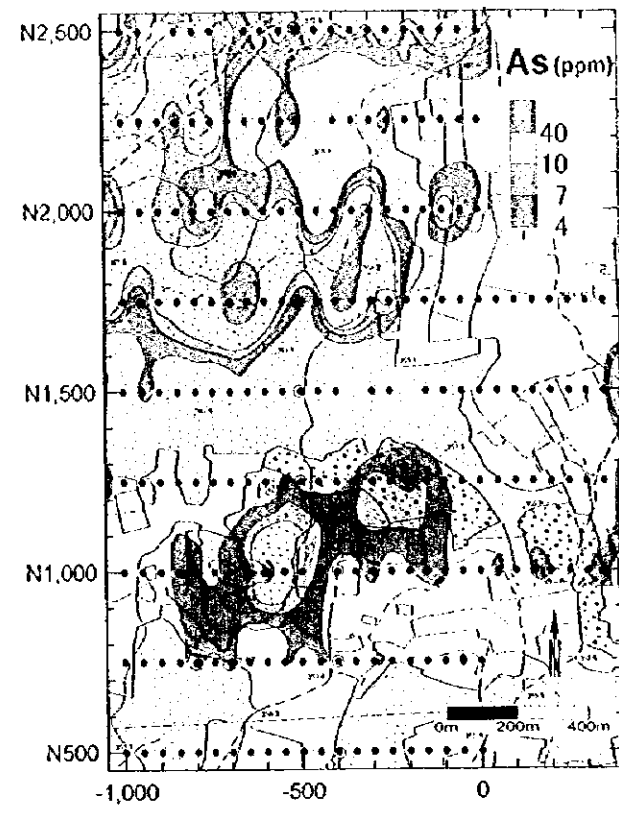
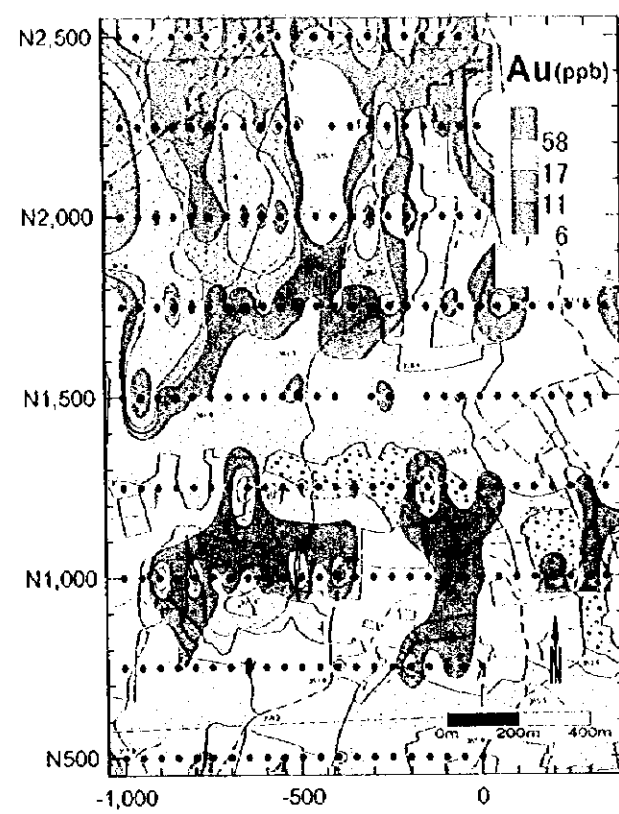


Fig.II-2-7 Distribution des anomalies géochimiques, Kékoro Est

第3章 Sagala 地区

3.1 地質

Sagala 地区は、ケコロ・バオレバニフィング地域中央にあり、Dogo 集落の北東約 16km、Baoulé 川左岸流域に位置する南北5km×東西4kmの区域である。周辺には、標高 350m 前後の平坦地が広く発達し、その大部分はカラパス(cb)とその風化土壌からなり、現在、綿畑として利用されている。また、この平坦地のなかに比高差 20m 前後(標高 370m 前後)の孤立したテーブル状台地が幾つか認められる。台地頂部はキュイラス(cr)と硬質のカラパス(ca)に厚く覆われ、灌木が疎らに分布している。地区内を西から東に横断して流れる2本の Baoulé 川支流は、幅 100m~250m、深さ 5m 前後の河道を形成し、河川堆積物がこれを埋めている。乾季には四輪駆動車両による渡河が可能であるが、雨季には満水するため渡河は困難である。

上述のとおり、Sagala 地区全域はカラパス(cr)とキュイラス(ca, cb)からなるラテライト、または河川堆積物(cb)に広く覆われていることから、基盤岩類の露頭や転石には極端に乏しい。以下では、はじめに転石と露頭の観察事実を記述し、その後、空中写真の判読結果と広域的な地質状況から Sagala 地区全体の地質構造を推定する。

変堆積岩類(Bp): 径 10cm~30cm の転石として認められる。岩相は、暗灰色~黒色を呈する、細粒、ワッケ質の変砂岩が支配的である。一般に泥質岩が多く、それらは弱い片状構造を有する。砂質片岩と泥質片岩の細互層もしばしば認められる。一般に変成の程度は低く、原岩の堆積構造が残存することが多い。ただし、粗粒の黒雲母を多量に伴うホルンフェルスの転石もまれに認められることから、局所的には強い熱変成を受けているものと考えられる。このような局所的な熱変成は、当地区に多数分布する花崗閃緑岩岩株の貫入に起因するのかもしれない。

花崗閃緑岩*¹(Gr): 径 10cm~50cm の転石として地区全域に広く認められる。転石の岩相は、粒径 1mm~3mm の角閃石黒雲母花崗閃緑岩を主体とし、しばしば粒径 1mm 前後の優白質の細粒黒雲母花崗閃緑岩を伴う。変堆積岩類(Bp)と花崗閃緑岩(Gr)の転石の分布状況から Sagala 地区の基盤の地質を推定すれば、地区西部(東西の測線で概ね W1000 より西方)で花崗閃緑岩はバソリスとして広く分布し、地区中央¹部と東部では、多数の小規模な岩株として変堆積岩類を貫いているものと予想される。しかし、地区全体がラテライトに厚く覆われているため、花崗閃緑岩岩株の平面分布には不明な点が多い。花崗閃緑岩と変堆積岩類の転石の数を比較すれば、花崗閃緑岩の方が圧倒的に多い。この事実は、花崗閃緑岩の岩株がきわめて多数存在し、花崗閃緑岩の分布面積が変堆積岩類の分布面積よりも広いことを示唆するのかもしれない。

花崗閃緑岩(Gr)の形成年代: Sagala 地区内および地区南方 1.5km の円錐状の丘に、花崗閃緑岩の露頭が数箇所認められる。地区北部から2試料(RST1000E, RSU800E)、地区南部から2試料(RZG-1, RZG-100)、地区南方 1.5km の円錐状の丘から1試料(RZG-18)、合計5試料花崗閃緑岩を採取した。これら5試料は、粒径約 3mm~4mm の新鮮な角閃石黒雲母花崗閃緑岩で、風化、変質および変成作用の痕跡は認められない。得られた K-Ar 年代を以下に示す。地区北部の試

*¹花崗閃緑岩: トーナライトおよび花崗閃緑岩からなるが細分するまでには至っていない。

料は19億年前後、地区南部の試料は21~22億年、地区南方 1.5km の試料は20億年前後の年代を示す。

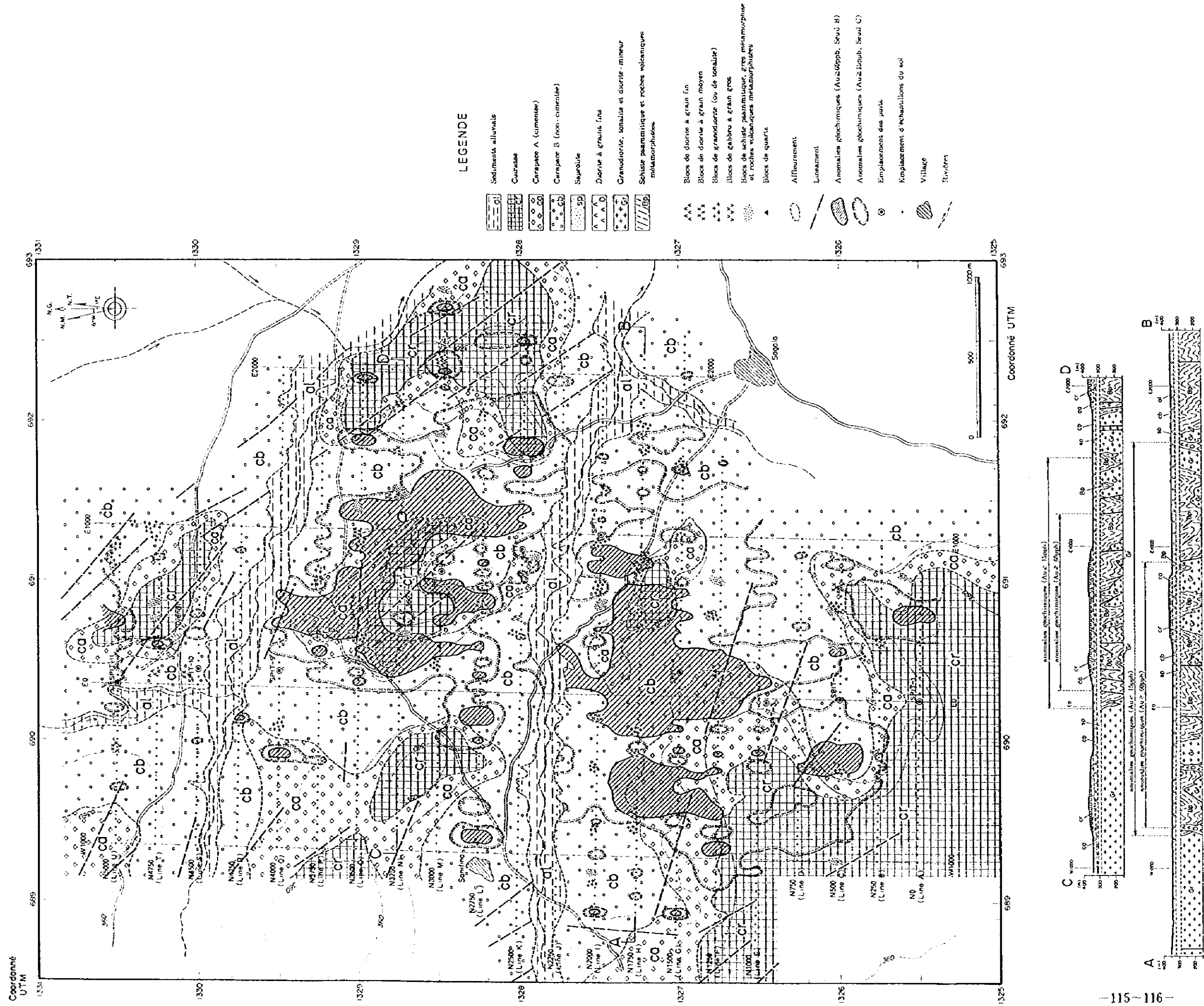
試料番号	採取位置		K-Ar 年代値(2回測定)
RST1000E	N4,750	E1,000	1,866±37Ma, 1,911±38Ma
RSU800E	N5,000	E800	1,881±42Ma, 1,914±44Ma
RZG-1	N380	E270	2,121±42Ma, 2,179±44Ma
RZG-100	N1,270	E510	2,118±42Ma, 2,172±43Ma
RZG-18	S1,100	E1,270	2,002±54Ma, 1,985±51Ma

花崗閃緑岩中のゼノリスの産状: 地区北部の花崗閃緑岩の露頭で、変玄武岩、ドレライトおよび閃緑岩からなる直径 20cm~100cm のゼノリスが多数観察された。また、Sagala 地区南方 1.5km の丘周辺の、はんれい岩、変堆積岩、変玄武岩からなる小露頭や転石もゼノリスと解釈される。露頭と転石の大きさから、ゼノリスの直径は2mを越えるものと推定される。ゼノリスのなかには、珪化と硫化鉄物の鉄染を受けた変堆積岩・変玄武岩も多数認められる。反射顕微鏡による観察結果によれば、粒径 0.1mm~0.2mm の硫砒鉄鉱、黄鉄鉱が多量に認められ、一部の試料には少量の黄銅鉱と辰砂を伴う。

閃緑岩(D): 閃緑岩(D)の転石は、花崗閃緑岩(Gr)の転石とともに Sagala 地区に広く散在する。地区北部および南方の2箇所の露頭では、閃緑岩が花崗閃緑岩中のゼノリスとして産することを確認したが、地区に広く散在する本岩の転石すべてがゼノリス起源であるか否かはよくわからない。岩相は、暗灰色~帯緑暗灰色を呈し、径0.5mm前後の角閃石と斜長石からなる緻密な完晶質岩で、径 2mm~3mm の角閃石斑晶を伴う。そのうち著しく角閃石に富み、全体に粗粒なものは、地質図上で「はんれい岩」と記載した。

地質構造: Sagala 地区は、マリ南西部の Birrimien 累層群のなかでも南北に延長する Bougouni-Kékoro 帯の西端に位置する。広域的な地質構造から、Sagala 地区西部は花崗閃緑岩(Gr)のバソリスからなり、地区中央部と東部は Birrimien 累層群の変堆積岩類(Bp)からなることが予想される(JICA/MMAJ, 1998)。今年次の地表踏査結果によれば、花崗閃緑岩は地区西部のバソリスのみではなく、地区中央部と東部の Birrimien 累層群の変堆積岩類(Bp)に貫入する多数の岩株としても産することが明らかとなった。空中写真の判読結果によれば、地区中央部・東部のなかでも、測線 N2,000 より北側で NW-SE 方向の線構造が多数認められる。これらの線構造は、ラテライト台地の線状の凹凸に起因するものであり、変堆積岩類の片理構造を示すものと考えられる。Sagala 地区周辺の Bougouni-Kékoro 帯の片理構造は大局的に NNW-SSE 方向であり、観察された線構造と調和的である。測線 N2,000 より南側で片理構造を示唆する線構造がほとんど認められないのは、多数の花崗閃緑岩岩株が地区南部に貫入していることに起因しているのかもしれない。

金鉱化作用： 地区全域が露頭と転石には極端に乏しいため、金鉱化作用に関する情報を地表踏査から得ることは困難である。 地表踏査から得た情報は、1)石英転石がほとんど認められないこと、2)花崗閃緑岩中に、珪化と硫化鉱物による鉱染を受けた変堆積岩・変火山岩のゼリスを多数見いだしたこと、3)角礫化・リモナイト化を強く受けた風化砂岩の転石(0.18g/t Au)があること、以上の3点である。 現時点では、Randgold社のMorila鉱床と同様に、金鉱化作用はBirrimien累層群中の硫化鉱物の鉱染と密接な関係をもつと考えている。しかし、Birrimien累層群に貫入する多数の花崗閃緑岩岩株の産状についてはほとんどわかっていない。また、これら花崗閃緑岩岩株の貫入時期と主要な金鉱化時期との前後関係も不明である。 当地区の金鉱化作用の性質・成因およびその資源ポテンシャルを明らかにするためには、多くのボーリング調査によってジテライトの産状および基盤岩と鉱化作用との関係を明らかにする必要がある。



3-2 ピット調査結果

Fig.II-3-2に示す11地点(SPIT-1～SPIT-11)で調査ピットを掘削した。SPIT-1の深さは6m,他の10孔の深さは5mである。各々のピットでラテライト断面のスケッチを行った後,1m毎のチャンネル・サンプリングで分析試料を採取した。分析元素は,Au,Ag,Al,As,Ba,Be,Bi,Ca,Cd,Co,Cr,Cu,Fe,Ga,Hg,K,La,Mg,Mn,Mo,Na,Ni,P,Pb,Sb,Sc,Sr,Ti,Tl,U,V,W,Znの33元素である。試料の前処理と分析はカナダのChemex Labs社で実施され,AuはFire assay-原子吸光法で,他の32元素はICP法で定量された。

Sagala地区のラテライト模式断面をFig.I-2-2に,各々のピットのスケッチと分析結果の詳細を巻末試料Apc.1に示す。ピットの観察結果によれば,地表面から深部に向かい,キュイラス(cr),硬質カラパス(ca),軟質カラパス(cb),斑紋帯(at)の順に成層する。一般に,キュイラス(cr)とカラパス(ca,cb)を合わせた厚さは5m以上であり,今回の調査で斑紋帯(at)が観察できたのは,11孔のピットの内1孔(SPIT-8)のみであった。サブロライト(sp)は斑紋帯(at)のさらに下位に位置するため,今回の調査では観察できなかった。

キュイラス(cr)は,帯褐暗灰色を呈しツルハシでやっとな砕けるほど硬質である。ゲーサイトとヘマタイトからなる魚卵状ノジュールを多量に含み("ピソライト質"と記載されることが多い),基質は鉄・アルミナ水酸化物で完全にセメント化される。地区南部のSPIT-1～SPIT-3の周囲は特に硬質で,表層の数10cmは黒色のフェリクリートに覆われる。硬質カラパス(ca)は暗褐色を呈し,キュイラスと同様に魚卵状ノジュールを多量に含むが,基質のセメント化は不完全である。軟質カラパス(cb)は,ノジュール量が少ないこと,基質がセメント化を受けていないこと,さらに,カオリナイトを主体とする白色粘土の細脈を伴うことで硬質カラパスと区別される。斑紋帯(at)は,カオリナイトを主体とする白色粘土が大半を占め,その内部には径1cm前後の褐色の斑紋を伴う。以上に述べたキュイラス(cr),硬質カラパス(ca),軟質カラパス(cb)および斑紋帯(at)の4帯には硫化鉱物の鉱染は認められない。酸化帯と還元帯の境界は,深度5mよりはるかに深いものと考えられる。また,ピット中には石英脈や石英転石は認められない。

計11孔のピット中から56試料を採取し,分析に供された。100ppb Au以上の金含有量を示す試料は計7試料で,いずれもSPIT-4孔またはSPIT-8孔中から採取された。金含有量の最高値は850ppb Auで,SPIT-8孔の深度4mから5mで採取された。今回実施した深度5mのピット調査によれば,金はラテライト中の特定の層準に濃集することはない。すなわち,地表付近で採取した土壌地化学探査試料の金含有量と,ピット中の任意の深度における金含有量は,極端に食い違うことはない。実際,100ppb Au以上の金含有量を示すSPIT-4孔とSPIT-8孔は,地化学異常帯中に位置し,それ以外の9孔は地化学異常帯の外側に位置する。

ラテライト中の二次的な元素の濃集と拡散を把握する目的で,元素含有量の多変量解析を行った。解析した元素は,分析した33元素のうち,大半の試料が検出限界以上を示す24元素である。得られた相関行列によれば,Auと明瞭な相関関係を有する元素はない。AuとLaの相関係数0.43が最高値である。主成分分析結果によれば,第1主成分から第2主成分までの累積寄与率が全体の53%に達し,第3主成分以降の寄与率はきわめて小さい。第1主成分は,キュイラスと硬質カラパスに濃集するV,Cr,Fe,Ga,Sc,Al,Ti等の低移動性元素(A. I. Perel'man, 1965)の挙動を説明

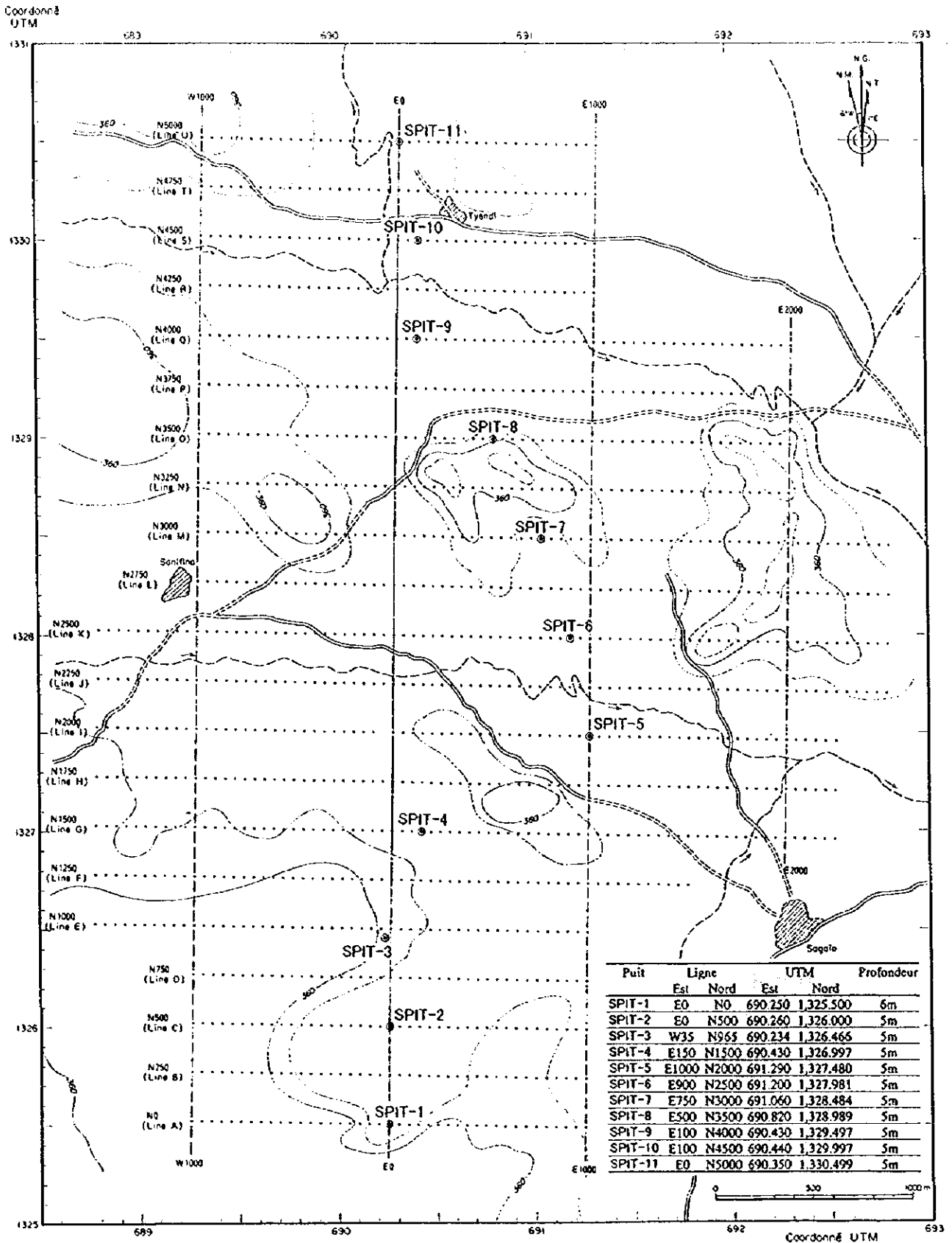


Fig. II - 3-2 Localisation des Sites de puits de Sagala

SPIT-8

position: N3500 E500

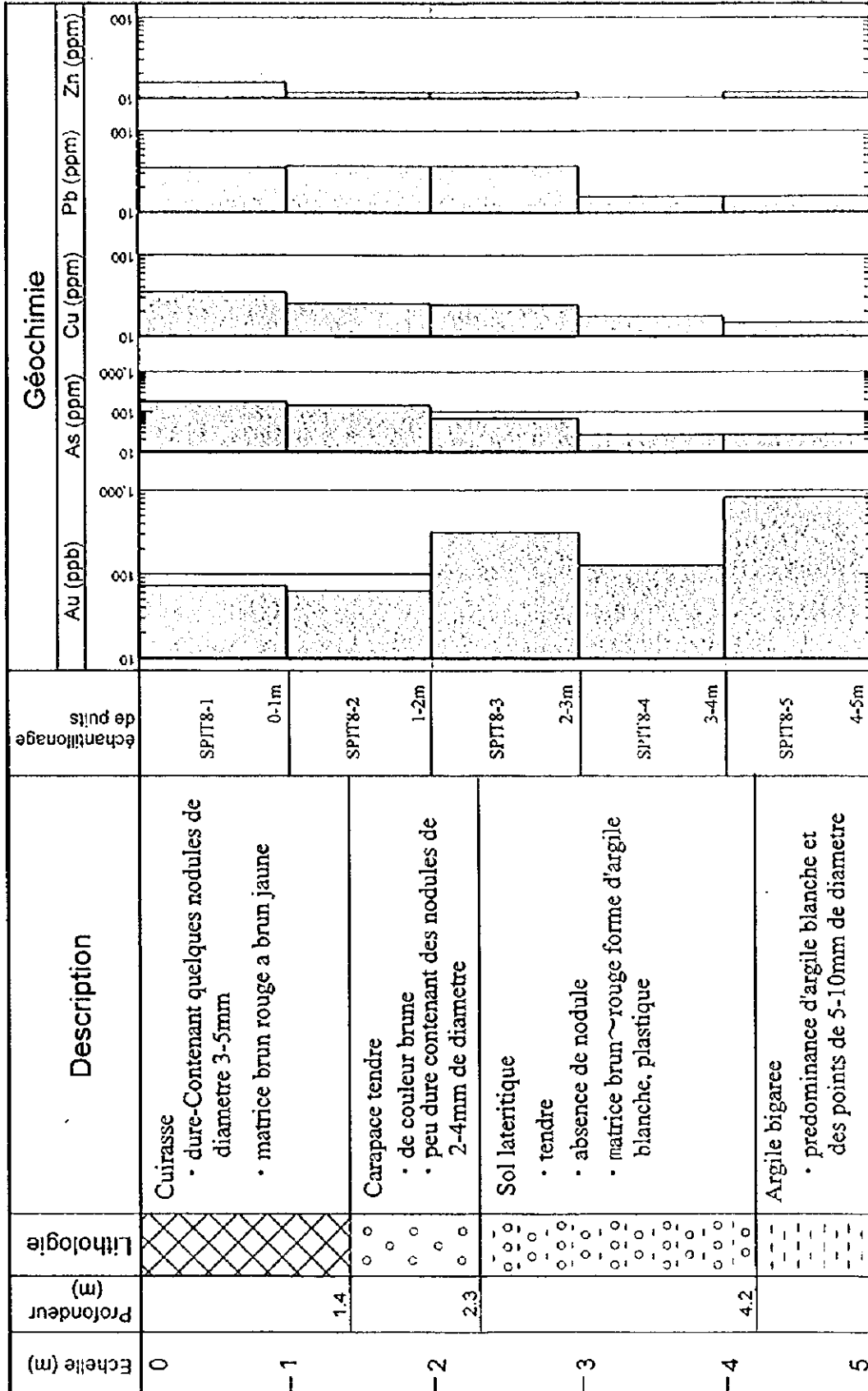


Fig. II-3-3 Géochimie d'élément trace par rapport à la profondeur au SPIT-8 dans le secteur Sagala

すると考えられる。第2主成分は, Co, Mn, Ni等の負荷量が高く, 閃緑岩, はんれい岩および変玄武岩の分布を説明するものと考えられる。第1主成分, 第2主成分共に, Auの負荷量は小さく, ほとんど関与していない。

3.3 地化学探査結果

Sagala 地区の南北 5km×東西 4km の範囲で土壌地化学探査を実施した。試料総数は 1,215 試料で, 東西方向の採取地点間隔は 50m, 南北方向の測線間隔は 250m である (Fig.II-3-5)。大部分の試料は地表下 30~40cm のカラパスから採取され, 一部の試料がキュイラスおよび沖積層から採取された (Fig.II-3-1)。これらの試料は, Bamako の PDRM (Programme pour le Developpement des Ressources Minerales) で -80 メッシュに篩分された後, 分析に供された。分析元素は, Au, Ag, As, Sb, Cu, Pb, Zn および Mo の 8 元素である。Au は PDRM で原子吸光法により定量され, 残りの元素は Chemex Labs 社で原子吸光法により定量された。各々の元素の検出限界を Tableau II-3-1 に示す。

3-3-1 単一変量解析結果

採取試料の UTM 座標と分析結果の詳細を Apc.11 に, 基礎統計量を Tableau II-3-1 に各々示す。Tableau II-3-1 によれば, Ag, Sb および Mo については, 全体の 0.1%~6.6% の試料が検出限界値以上で, それ以外の大半の試料は検出限界値未満である。一方 Au, As, Cu, Pb および Zn については, 大半の試料が検出限界値以上を示したので, この 5 元素について確率密度分布を検討した。累積頻度曲線とヒストグラムを Fig.II-3-5 に示す。同図によれば, Au と As には分散の異なる複数の単元母集団が認められ, Cu, Pb および Zn は概ね単一の正規母集団で説明される。地化学異常を定義するしきい値は, 確率密度分布の不連続点もしくは基礎統計量を参考に設定した。各元素の試料種別ごとのしきい値の一覧を Tableau II-3-2 に, 地化学異常帯の分布を Fig.II-3-6(1,2) に各々示す。

Au: 15ppb, 60ppb および 100ppb を高異常の階級値とし, 地化学異常を検討した。15ppb 以上の地化学異常帯は, 地区南部と地区北部に認められ, 南部の異常帯は南北 2,000m×東西 2,500m, 北部の異常帯は南北 1,500m×東西 2,000m の規模を有する。60ppb および 100ppb 以上の異常帯は, 南部異常帯と北部異常帯の各々の中心部にまとまって分布する。60ppb 以上の異常帯は, 南部異常帯で南北 1,500m×東西 1,500m, 北部異常帯で南北 1,500m×東西 1,000m の規模を有する。100ppb Au 以上の異常は, NW-SE 方向および NNE-SSW 方向に連続する。この連続性は, 金の鉱化に関連する裂隙系の存在を示唆している可能性がある。南部異常帯と北部異常帯双方で, 1,000ppb Au 以上を示す試料は計 18 試料 (最大値: 2,120ppb Au) に及んでいる。

As: 10ppm と 25ppm を高異常の階級値とし, 地化学異常を検討した。地化学異常帯は, 比高差 20m 前後 (標高 370m 前後) の複数のテーブル状台地に選択的に分布する。テーブル状台地はキュイラス(cr)と硬質のカラパス(ca)に覆われていることから, ラテライト化の過程で, As がこれら特定のラテライト層準に濃集した可能性がある。このような As の二次的移動は, ピット調査結果でも確認されている (Fig.II-3-4)。

Cu・Pb・Zn: これら 3 元素は概ね単一の正規母集団からなることから, $m+\sigma$ と $m+2\sigma$ (m : 平

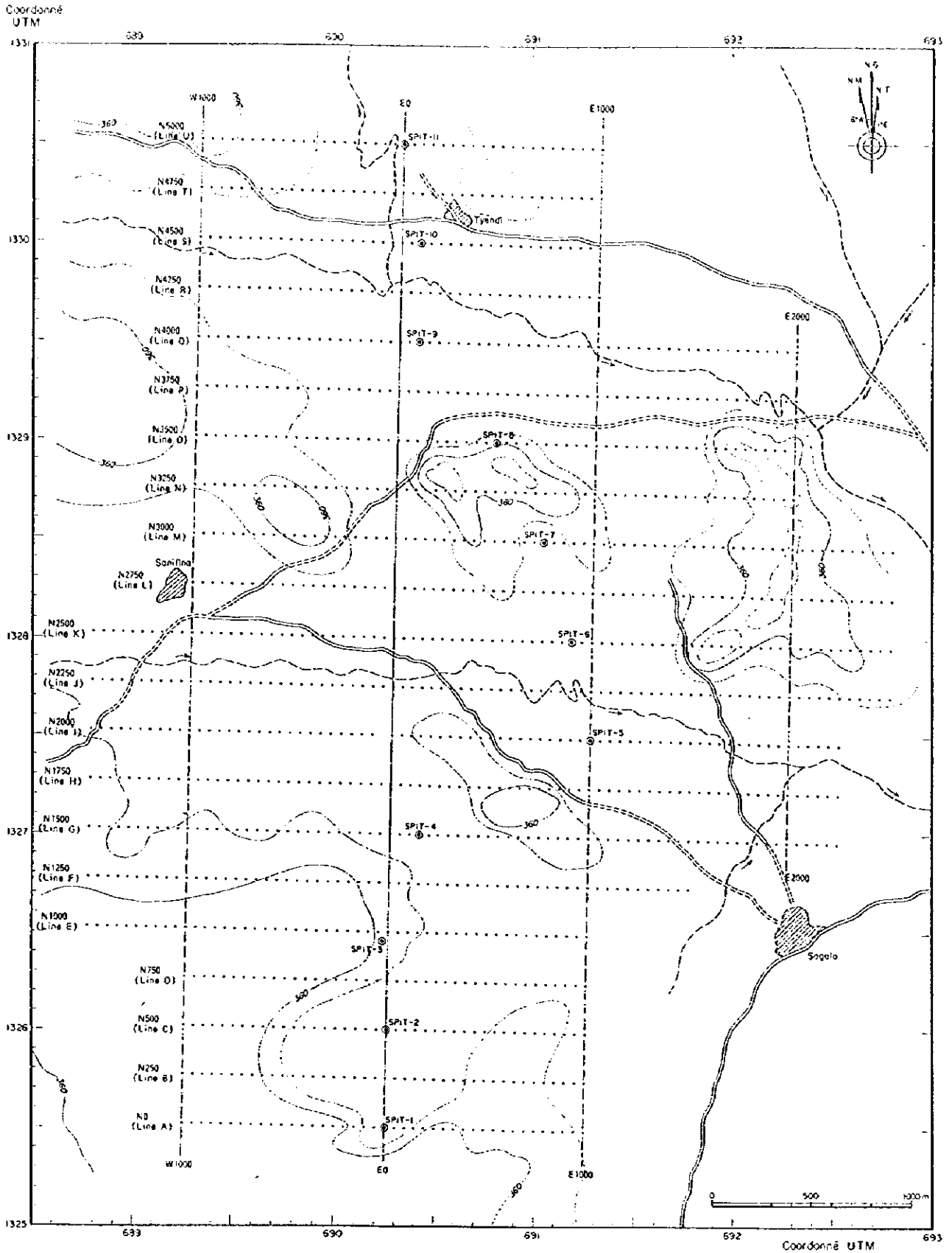


Fig. II - 3-4 Points de prélèvement d'échantillon de sols, Sagala

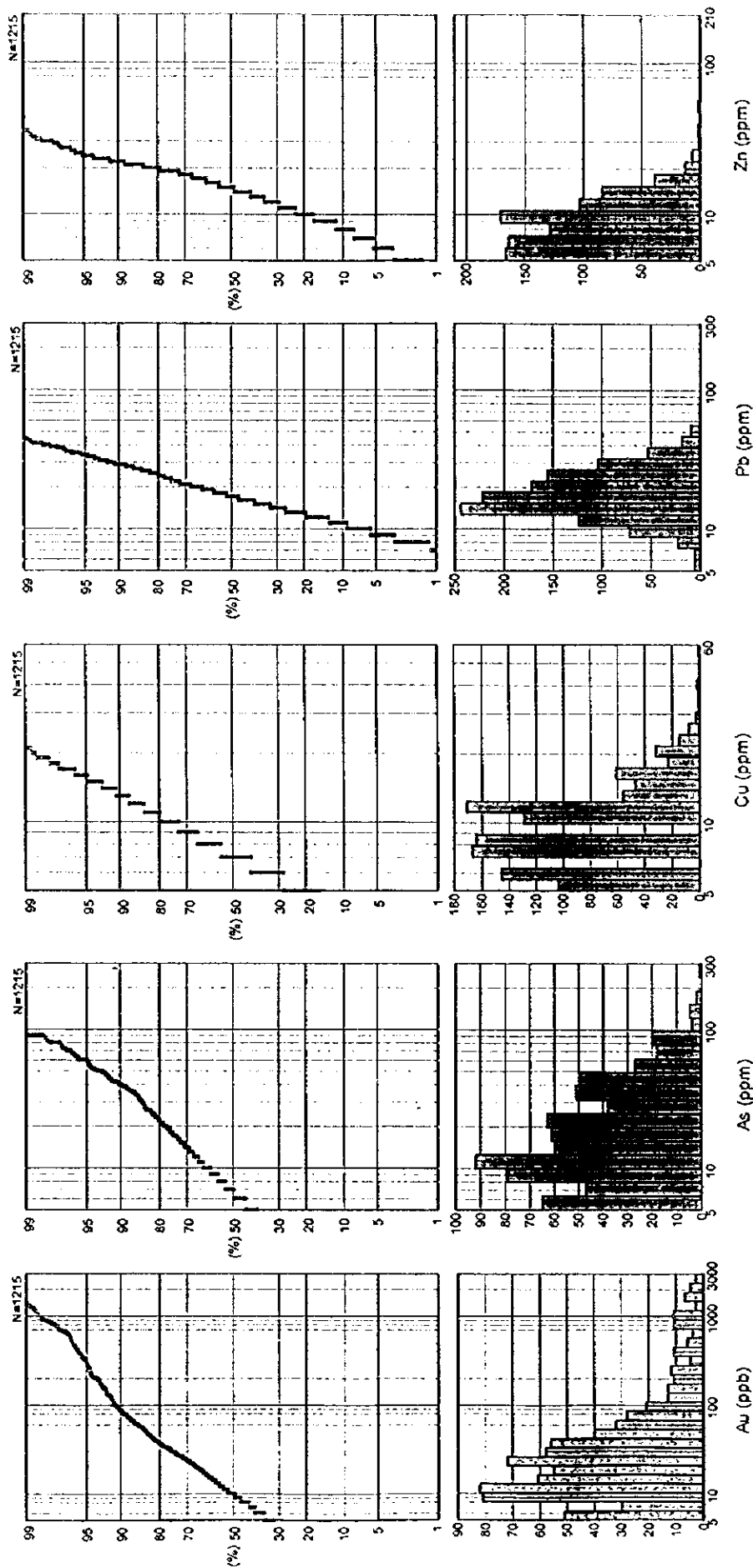


Fig II-3-5 La distribution et l'analyse des fréquences cumulée, Sagala

均値、 σ :標準偏差)をしきい値に設定し、地化学異常を検討した。CuとPbの地化学異常帯は、Asと同様に、キュイラス(cr)と硬質のカラパス(ca)に覆われるテーブル状台地に選択的に分布する。Znの地化学異常帯は、Sagala地区南部に特に広く発達するものの、CuとPbの地化学異常帯と同様に、基本的にはテーブル状台地に選択的に分布する傾向にある。このようなCu, Pb, Znの二次的移動は、ピット調査結果でも確認されている(Fig.II-3-4)。

3-3-2 多変量解析結果

Au, As, Cu, Pb および Znに関する多変量解析を行った。はじめに、これら5元素の相関行列を算出し、その後、主成分分析を実施した。主要な主成分については、試料毎に主成分得点を算出し、その平面分布を検討した。

算出された相関行列(Tableau II-3-3)によれば、As, Cu, PbおよびZnの4元素は、弱いながらも互いに相関を有する(相関係数:0.5前後)。この事実は、「As, Cu, Pb および Znの地化学異常帯はキュイラス(cr)と硬質のカラパス(ca)に覆われるテーブル状台地に選択的に分布する」とする単一変量解析結果と調和的である。これら4元素は、ラテライト化の過程で、キュイラス(cr)と硬質のカラパス(ca)に濃集した可能性が大きい。Auは、いずれの元素とも相関をもたない。また、特定の地形、もしくは特定のラテライト土壤に濃集する傾向は認められない。

主成分分析結果(Tableau II-3-4)によれば、主にAs, Cu, Pb および Znの4元素の負荷量が高い第1主成分と、Auの負荷量が高い第2主成分で、全体の累積寄与率は71%に達する。第1主成分は、ラテライト化過程におけるAs, Cu, Pb および Znの二次的な元素移動を説明しているものと解釈される。主成分得点の分布(Fig.II-3-6)は、単一変量解析結果とほぼ同様に、キュイラス(cr)と硬質のカラパス(ca)に覆われるテーブル状台地に選択的に濃集する。第2主成分は、金の鉱化を直接説明しているものと解釈される。金の鉱化を示す指示元素はAuのみである。主成分得点の分布(Fig.II-3-6)は、単一変量解析によるAuの分布とほとんど変わらない。

3-3-3 地化学探査結果のまとめ

Au, Ag, As, Sb, Cu, Pb, Zn および Moの8元素のなかで、金鉱化作用を示す有効な指示元素は、Auのみである。Sagala地区のAu地化学異常帯として、南部異常帯と北部異常帯の2箇所の異常帯を抽出した。60ppb Au以上の異常帯は、南部異常帯で南北1,500m×東西1,500m、北部異常帯で南北1,500m×東西1,000mの規模を有する。各々の異常帯の中心部には数100ppb～2,000ppbのAu濃集部を伴い、これらはNW-SE方向およびNNE-SSW方向に連続する。現時点では、Sagala地区の金鉱化作用は硫化鉱物の鉱染を受けた変砂岩に密接に関連すると考えている。今後の調査では、特にこの2箇所の地化学異常帯で集中的にRCボーリングを実施し、サブロライトとその下位の基盤における金鉱化作用の解明と資源ポテンシャルを明らかにする必要がある。

Tableau II-3-1 Valeurs statistiques pour chaque élément, Sagala

	Au	Ag	As	Sb	Cu	Pb	Zn
limite de détection (Ld)	5ppb	1ppm	1ppm	1ppm	2ppm	1ppm	1ppm
nombre d'échantillon (totale)	1,215	1,215	1,215	1,215	1,215	1,215	1,215
nombre d'échantillon (plus de Ld)	830	2	1,049	80	1,211	1,215	1,215
raison (plus de Ld)	68.3%	0.2%	86.3%	6.6%	99.7%	100.0%	100.0%
unité	ppb	-	ppm	-	ppm	ppm	ppm
minimum	<5	-	<1	-	<2	5	3
maximum	2,120	-	260	-	51	300	209
median	10	-	7	-	7	17	15
moyenne	12.4	-	6.0	-	7.2	17.5	14.1
moyenne + déviation st.	58.5	-	26.1	-	11.7	26.1	21.9

Tableau II-3-2 Valeurs de seuil de classement des anomalies, Sagala

	Au	As	Cu	Pb	Zn	PC 1	PC 2
nombre d'échantillon (totale)	1,215	1,215	1,215	1,215	1,215	1,215	1,215
seuil A	100 ppb	-	19 ppm	39 ppm	34 ppm	2	2
nombre d'échantillon (seuil A)	115	-	25	31	15	21	52
raison	9.5%	-	2.1%	2.6%	1.2%	1.7%	4.3%
seuil B	60 ppb	25 ppm	12 ppm	26 ppm	22 ppm	1	1
nombre d'échantillon (seuil B)	171	222	195	216	141	199	181
raison	14.1%	18.3%	16.0%	17.8%	11.6%	16.4%	14.9%
seuil C	15 ppb	10 ppm	-	-	-	-	-
nombre d'échantillon (seuil C)	499	491	-	-	-	-	-
raison	41.1%	40.4%	-	-	-	-	-

Tableau II-3-3 La matrice de corrélation, Sagala

nombre d'échantillon = 1,215

	Au	Cu	Zn	Pb	As
Au	1.00	-	-	-	-
Cu	-0.07	1.00	-	-	-
Zn	0.25	0.31	1.00	-	-
Pb	0.04	0.68	0.43	1.00	-
As	0.19	0.45	0.37	0.51	1.00

Tableau II-3-4 Analyse des composantes principales, Sagala

nombre d'échantillon = 1,215

	PC 1	PC 2
Eigen value	2.413	1.141
Contrib.	0.483	0.228
Cum. contrib.	0.483	0.711
Eigen vector		
Au	0.127	0.843
Cu	0.505	-0.368
Zn	0.429	0.324
Pb	0.552	-0.198
As	0.490	0.101
Factor loading		
Au	0.198	0.900
Cu	0.785	-0.393
Zn	0.666	0.346
Pb	0.857	-0.212
As	0.761	0.108

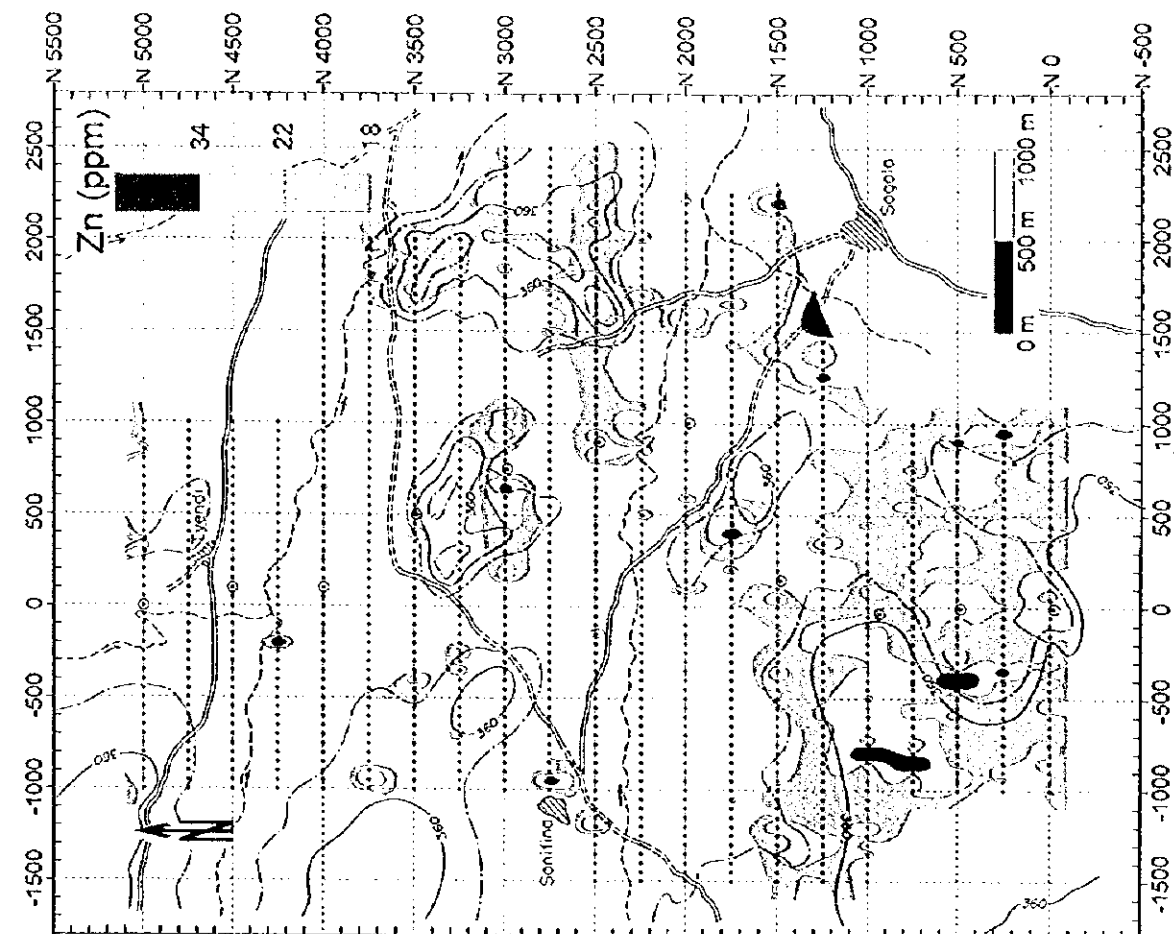
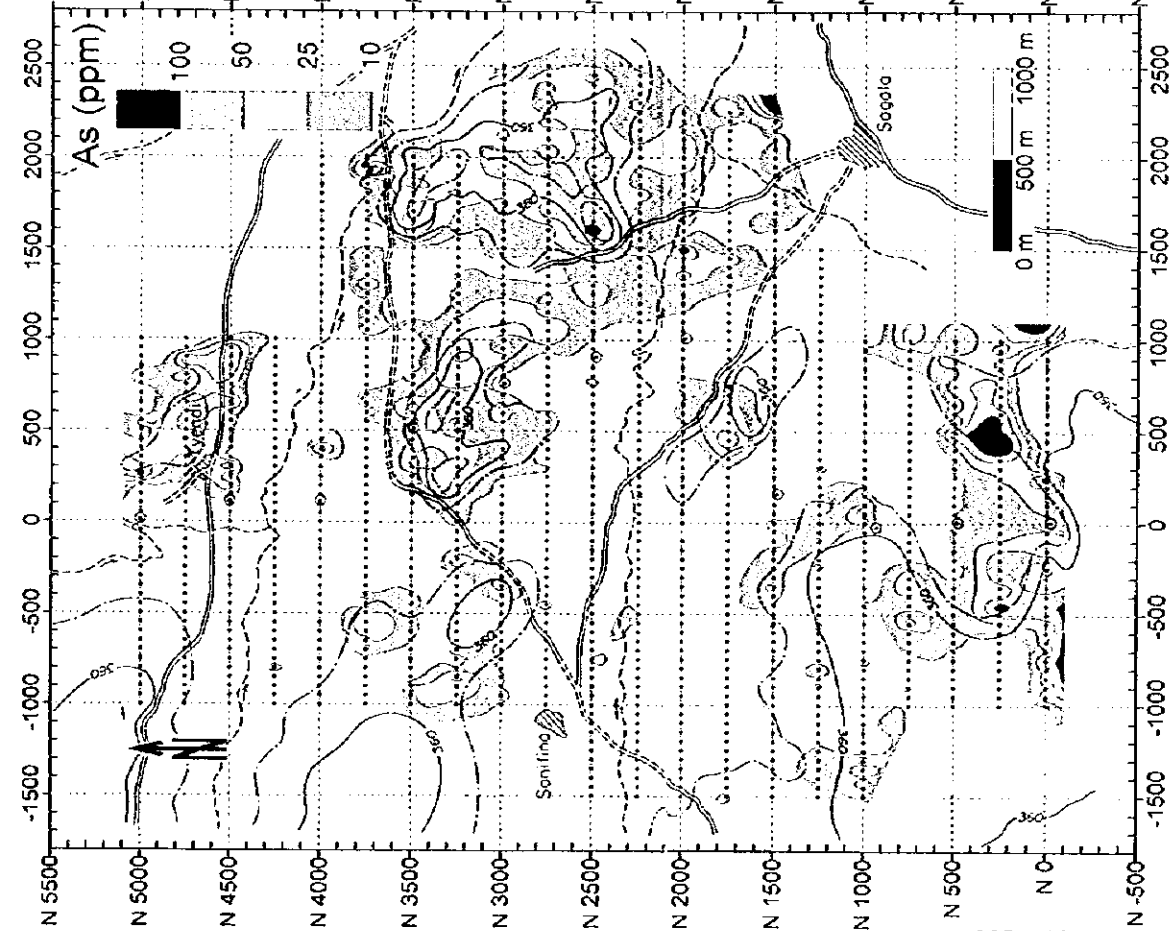
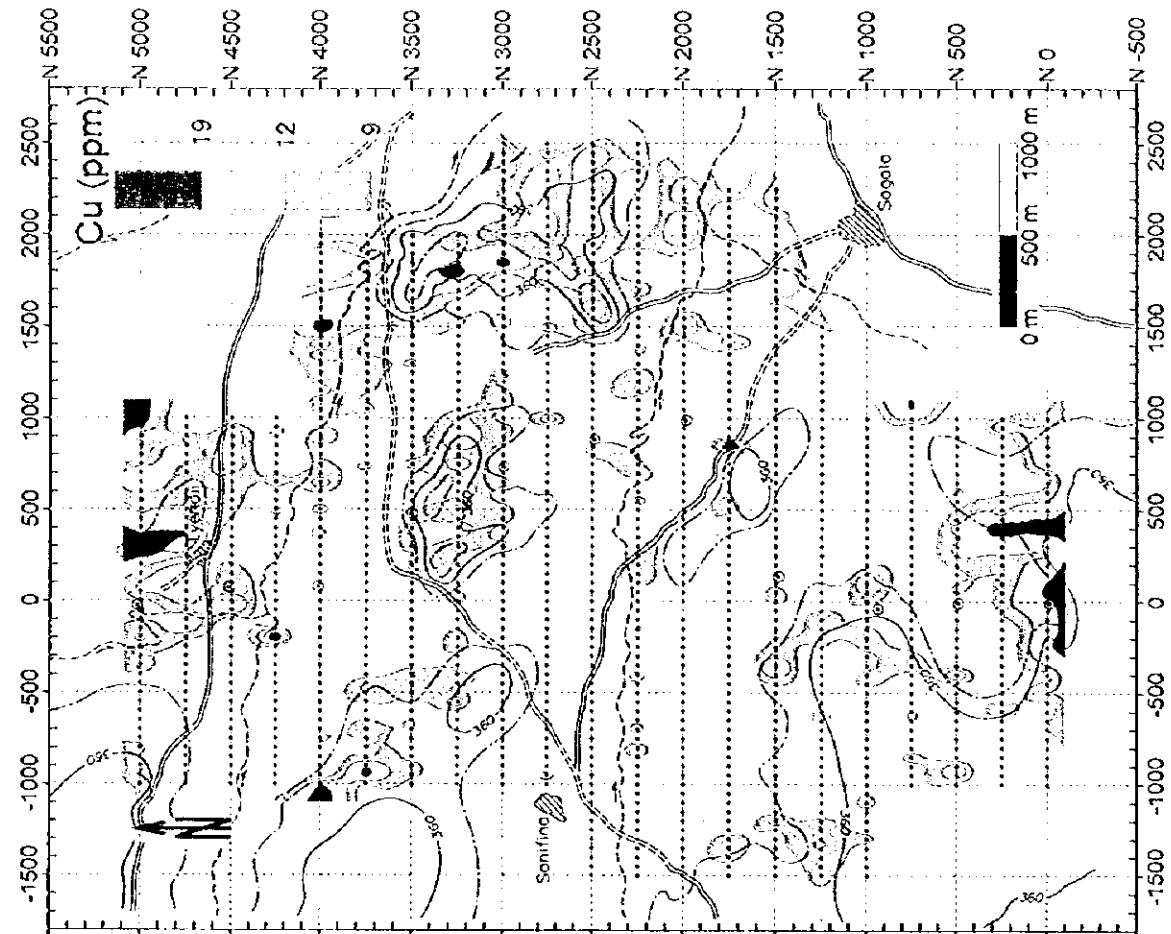
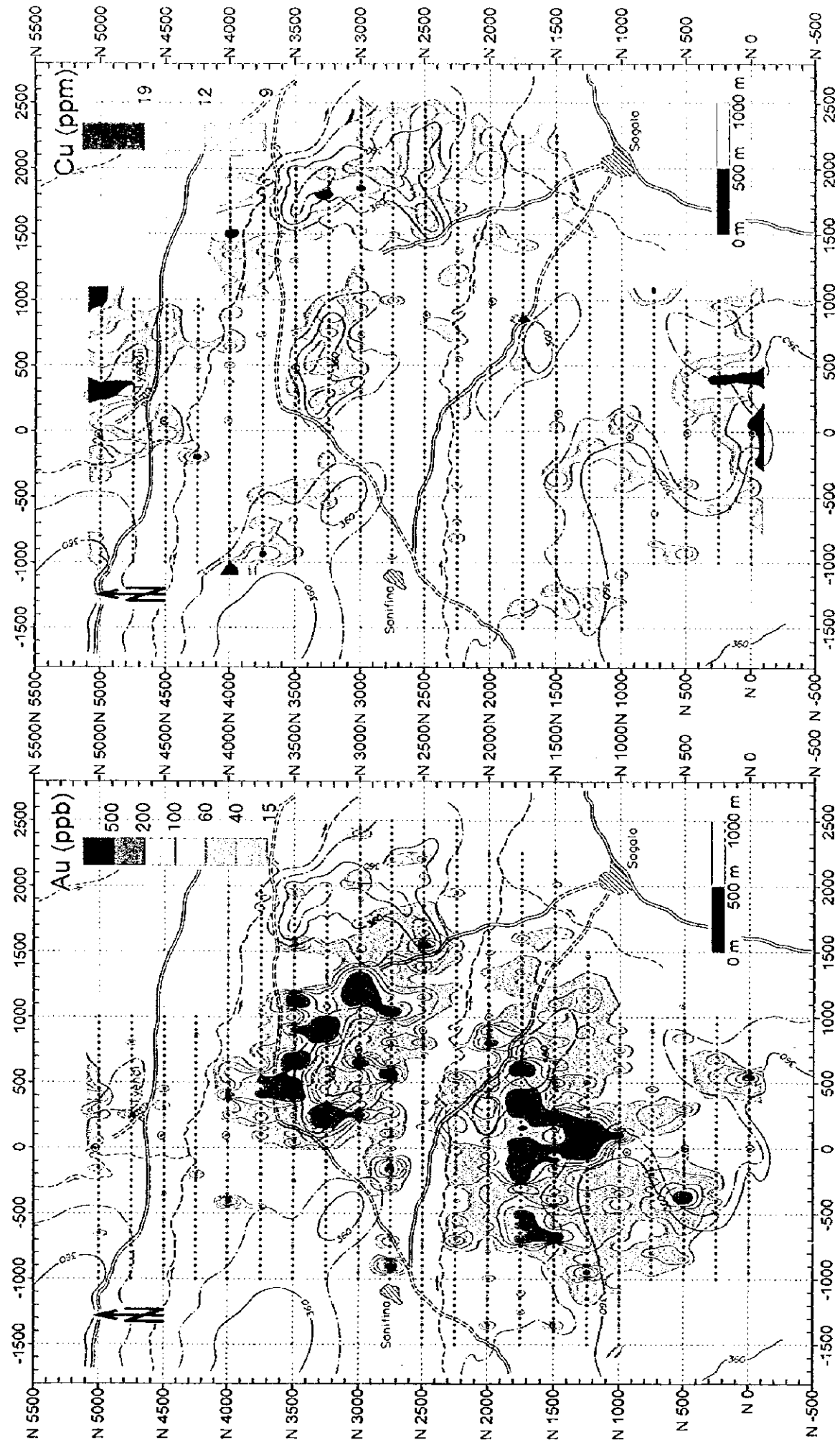


Fig.II-3-6 (1) Distribution des anomalies géochimiques, Sagala (Au, Cu, As, Zn)

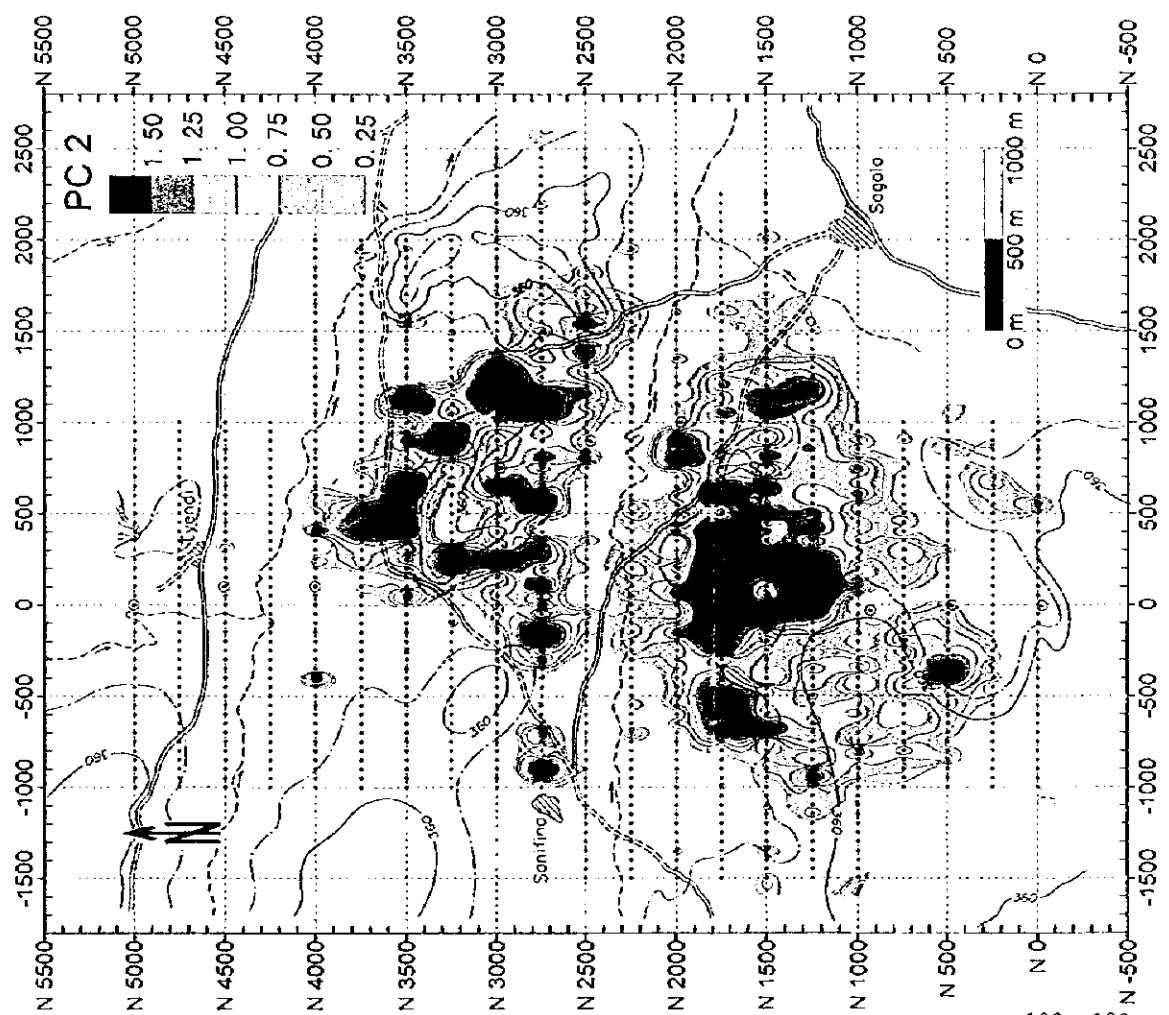
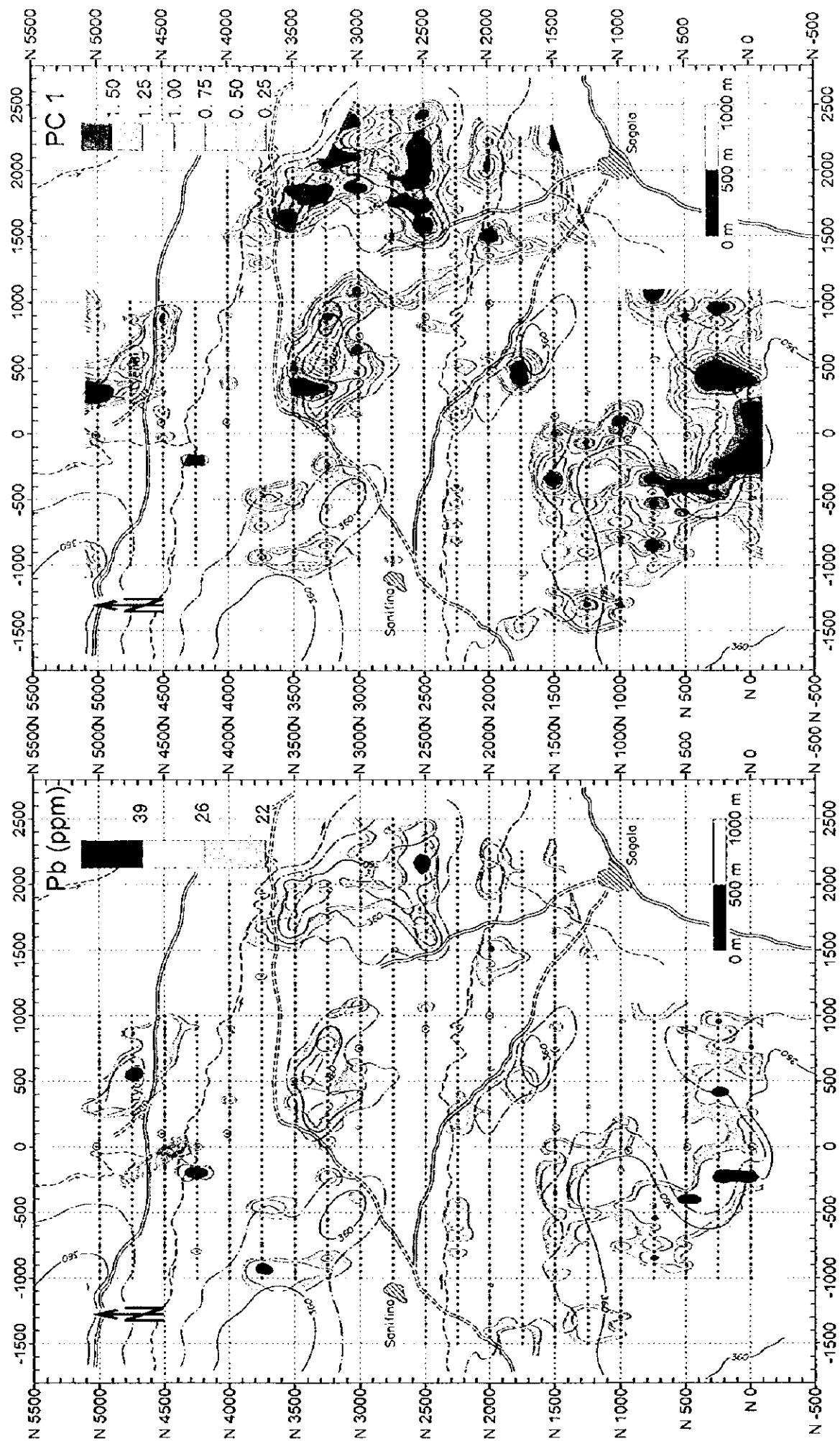


Fig.II-3-6 (2) Distribution des anomalies géochimiques, Sagala (Pb, PC1, PC2)

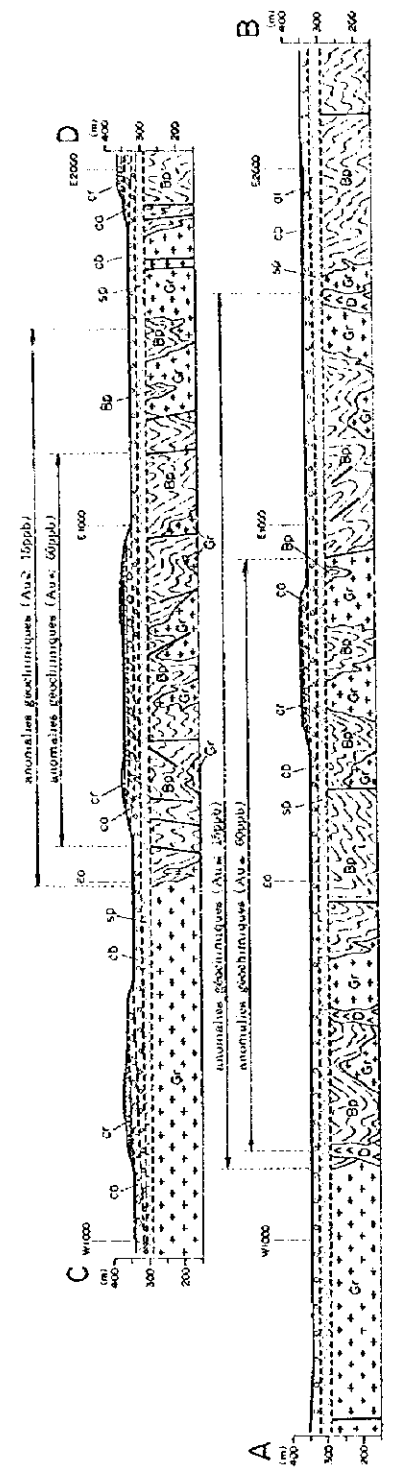
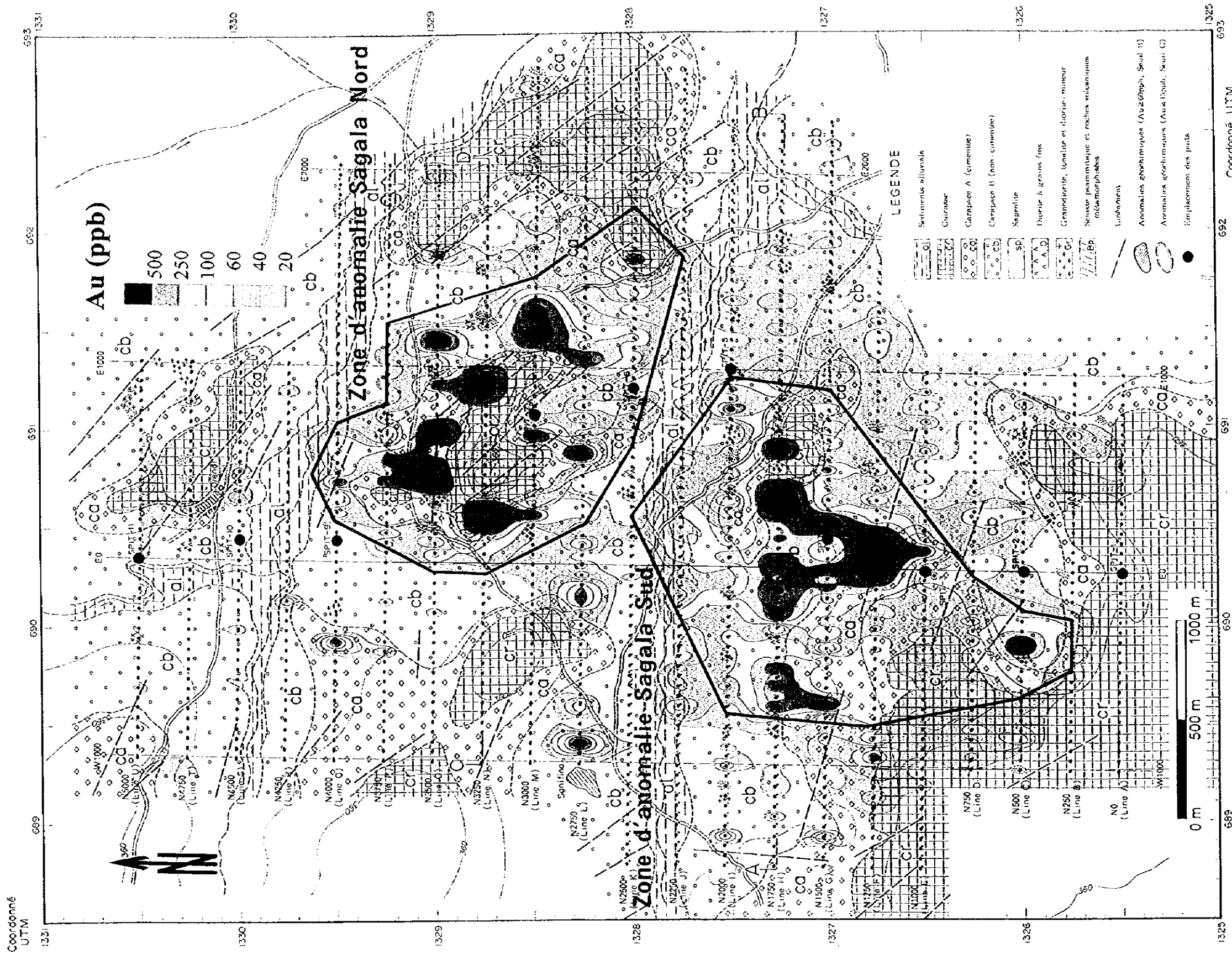


Fig. II-3-7 Carte d'interprétation de Sagala

第3部 結論と提言

第1章 結論

- (1) マリ共和国南西部の Kékoro 西部地区, Kékoro 東部地区および Sagala 地区で金鉱床探査を実施した。調査手法は, 地形図作成, 地表調査, ピット調査, 地化学探査および RC ボーリング調査からなる。これらの調査の結果, Kékoro F 地化学異常帯, Kékoro A 北部地化学異常帯, Sagala 地区南部地化学異常帯および Sagala 地区北部地化学異常帯が特に有望な区域として抽出された。
- (2) Kékoro F 地化学異常帯は Kebekourou 山山頂付近に位置する。100ppb Au 以上の地化学異常は南北 600m×東西 600m の規模を有し, 分析値の最高値は 2,890ppb Au を示す。周辺には地元住民による金採掘ピット跡が多数分布する。採掘対象はサブロライト中に含まれる金である。サブロライトにしばしば片状構造が認められることから, その原岩は Birrimien 累層群の変堆積岩類と考えられる。深度 5m, 計 32 孔のピット調査結果によれば, サプロライトの金品位は 0.1~0.5g/t Au で, 高品位部は 1.3~7.2g/t Au を示す。地表下 5m 以深の鉱化状況には不明な点が多く, ボーリング調査を主体とする今後の調査で明らかにする必要がある。Kebekourou 山中腹に広く露出するドレライトは変質と鉱化はまったく受けけない新鮮岩で, 厚さ 50m 前後のほぼ水平な岩床を形成しているものと考えられる。Kebekourou 山山頂の Birrimien 累層群はこのドレライト岩床の上盤に位置するルーフペンダントで, 鉱量はこのルーフペンダントの厚さに強く規制される。地表踏査結果によれば, Kékoro F 地化学異常帯中央部での厚さは 30m 前後と推定されるが, 第3年次調査ではボーリングを実施して Birrimien 累層群と鉱化帯の厚さと拡がりを確認する必要がある。
- (3) Kékoro A 北部の地化学異常帯は Kebekourou 山の南側山麓に位置する。100ppb Au 以上の地化学異常は南北 1,200m×東西 1,000m の規模を有し, 分析値の最高値は 1,220ppb Au を示す。周辺にはラテライトのカラパスに覆われる平坦地が広く発達し, 地元住民による金採掘ピット跡が多数分布する。採掘対象はカラパスのなかに含まれる金である。地表には, 黄鉄鉱と硫砒鉄鉱の鉱染を受けた変砂岩やデイサイトの転石, 少量の黄鉄鉱を伴う直径 10cm~50cm の石英の転石が認められる。これらの転石は, 0.2~0.4g/t Au を示すことが多いが, 一部の石英の転石には 2.5g/t Au~19.4g/t Au を示すものもある。1998 年2月に Kékoro A 鉱微地で採取された石英転石には, 86g/t Au を示すものもある。今後の調査で特に留意しなければならない点として, Kebekourou 山山頂の Kékoro F 地化学異常帯から滑落・堆積した二次的な堆積物の評価があげられる。当地区の土壌地化学探査では, 大半の試料はカラパスから採取されているが, このカラパスの一部もしくは大半が, 移動後にラテライト化して生じた可能性がある。第3年次調査では, 基盤の鉱化を直接確認する RC ボーリングおよびコアボーリングを実施し, 原位置での金鉱化作用と金に富む二次的堆積物を明確に識別する必要がある。
- (4) Sagala 地区南部地化学異常帯と Sagala 地区北部地化学異常帯は, Dogo 集落の北東約 16km に位置する。周辺には標高 350m 前後の平坦地が広く発達し, 表層はカラパスとその風化土壌

に厚く覆われている。60ppb Au以上の異常は、Sagala地区南部異常帯で南北1,500m×東西1,500m、Sagala地区北部異常帯で南北1,500m×東西1,000mの広がりを有する。双方の異常帯で、1,000ppb Au(1g/t Au)を越える土壌試料数は18点に及ぶ。Au等含有量線の構造を検討した結果、100ppb Au以上の高Au含有量区域はNW-SE方向およびNNE-SSW方向の構造を有し、鉍化に関連する裂隙系の存在を示唆する。地質構成と金鉍化帯については、地表がラテライトに厚く覆われているため不明な点が多いが転石から判断すれば、当地区はBirrimien累層群のワッケ質変砂岩とこれに貫入する多数の花崗閃緑岩岩株からなるものと考えられる。金鉍化作用は、硫化鉍物の鉍染した変砂岩中に生じている可能性が大きい。第3年次調査では、基盤の金鉍化帯を直接捕捉するためのRCボーリング調査が必要である。また、まとまった金鉍化帯を捕捉した際には、金の産状を観察するための数本のコアボーリングを行うことが望ましい。特に、花崗閃緑岩岩株と金の鉍化との関係を明らかにし、資源ポテンシャル推定の基礎資料とする必要がある。

第2章 第3年次調査への提言

Kékoto F 地化学異常帯, Kékoto A 北部地化学異常帯, Sagala 地区南部地化学異常帯および Sagala 地区北部地化学異常帯の4地区で, RCボーリングと物理探査を主体とする調査を継続することが望ましい。RCボーリング位置と物理探査測線の候補地を Fig.III-2-1 と Fig.III-2-2 に示す。

Kékoto F 地化学異常帯: はじめに南北2測線(合計 2,600m)の磁気探査を実施し, ドレライト岩床の形状を把握し, 次に垂直のコアボーリング4孔を実施し, Birrimien 累層群とドレライト岩床の境界面深度を正確に把握することが望ましい。境界面深度が比較的深く, 将来十分な鉱量を確保できる可能性があると判断した場合には, 南北 125m, 東西 100m のグリッドで垂直のRCボーリングを実施する。サブロライト下の岩盤を 10m 程度貫くとすれば, 1 孔の平均掘進長は約 40m 前後と現時点では見積られる。調査数量は, 磁気探査: 104 点(測線長 2,600m), コアボーリング: 4 孔(総掘進長 160m), RCボーリング: 24 孔(総掘進長 960m)である。以上の調査で, まとまった金鉱化帯が発見された場合には, コアボーリングとトレンチ調査を実施することが望ましい。

Kékoto A 北部地化学異常帯: 当異常帯の地表を広く覆うカラパスの一部(もしくは大部分)は, Kebekourou 山山頂の Kékoto F 地化学異常帯から滑落・堆積した二次堆積物が後にラテライト化したものである可能性がある。第3年次調査では, 南北 250m, 東西 100m のグリッドで垂直のRCボーリングを実施し, 基盤の鉱化を直接確認することで, 原位置での金鉱化作用と金に富む二次的堆積物を区別する必要がある。サブロライトの下底面深度は 30m 前後と予想されることから, 1 孔の平均掘進長は 40m と見積られる。また, 初生的金鉱化作用に伴う硫化鉱物鉱染帯を把握する目的で, IP 探査を実施することを提案する。具体的には, 測線間隔 125m, 電極間隔 25m, $n=1\sim 5$ の IP 探査である。調査数量は, RCボーリング: 51 孔(総掘進長 2,050m), IP 探査測線長 21.7km である。ただし, まとまった鉱化帯を捕捉した際には, RCボーリングのグリッド間隔を南北 125m, 東西 100m に狭めて実施するとともに, 数本のコアボーリングを行うことが望ましい。

Sagala 地区南部地化学異常帯および北部異常帯: 地表はカラパスとその風化土壌に厚く覆われているため, 基盤の鉱化を直接確認する目的で, 南北 250m, 東西 100m のグリッドの垂直 RCボーリングを提案する。1 孔の平均掘進長は約 60m と見積られる。また, 金鉱化作用に関連する断裂系および硫化鉱物鉱染帯を把握する目的で, IP 探査を実施することを提案する。具体的には, 測線間隔 250m, 電極間隔 25m, $n=1\sim 5$ の IP 探査である。調査数量は, RCボーリング: 97 孔(総掘進長 5,820m), IP 探査測線長 38.5km である。ただし, まとまった鉱化帯を捕捉した際には, RCボーリングのグリッド間隔を南北 125m, 東西 100m に狭め, さらに数孔のコアボーリングを実施し, 金の産状を観察することが望ましい。

Tableau III-2-1 Proposition pour l'étude à venir(3er phase) dans la région de Kékoro et Banifing-Baoulé

Regional name	Baoulé-Banifing East	Kékoro West	Kékoro West	Kékoro East
Area name	Sagala	Kékoro A	Kékoro F	Kékoro East
Mining operation	non	Old pits	Old pits	non
Prospect Work in 1998 fiscal year	geochemical survey(59.75 km, 1216 samples), 11 pits	geochemical survey(182 km, 2383 samples), 48 pits, RC drilling(16 holes, 1259 m)		geochemical survey(10.4 km, 217 samples), 9 pits
Au Geochemical anomaly in 1997	605 ppb(max)	strong(1,200 ppb max.) to medium	no data	95 ppb(max)
Au Geochemical anomaly in 1998	Sagala south: Au>60 ppb(1500m x 1500m), max: 1,220 ppb. Sagala north: Au>60 ppb(1000m x 1500m), max: 2,030 ppb	Au>100ppb(1000m x 1200m), max: 1,220 ppb	Au>100ppb(600m x 600m), max: 2,890 ppb	Au>17ppb(500m x 800m)
Result of Drilling		Drilled as crossing old pit distribution area. Pyrite and arsenopyrite dissemination are common in eastern part. KRC-4: 85 g/t Au(6 to 7 m), 10 g/t Au(7 to 8m). KRC-4 may hit margin of deposit.		
Geology	Laterite profile: thick(60 m?), West area: granodiorite basolith or stock, Central to East area: Birrimien Group and granodiorite intrusions. Floats: no quartz float, Metasediment xenolith which is disseminated by sulfide minerals. General trend of Birrimien is not yet clarified.	Laterite profile: 30 to 50 m?. Birrimien Group: metasandstone, pelitic schist general trend of schistosity; NS to NNE-SSW.. Granodiorite stock: diameter;200m. Rhyolite intrusion, dolerite dykes or sheets.	Saprolite originated from metasediment, granitoid stock, Mesozoic dolerite	laterite crust, Birrimien psamitic schist, pelitic schist, metamorphosed volcanics. General trend of schistosity: NS vertical. Sulfide dissemination and small quartz vein in metasediments and metavolcanics at the central area.
Geological and Geochemical circumstances	near boundary from syntectonic granite basolith, extension of NW-SE lineament from Kékoro. Massive geochemical anomaly	NS lineaments, strong Geochemical anomaly.	Granodiorite and granodiorite porphyritic intrusion? Massive geochemical anomaly.	Northwest from Donba prospect area
Gold occurrence	fissure type or massive type or along granodiorite margin	Fissure in metasediment	massive? Under the saprolite mineralization is not yet prospected	Not significant
Direction of Mineralization	NNW-SSE?, NW-SE?	NS?	massive?	unknown
Dimension of mineralized area	Sagala south: Au>60 ppb(1500m x 1500m) Sagala north: Au>60 ppb(1000m x 1500m)	Au>100ppb(1000m x 1200m)	400m x 250m	Not significant
Au ore grade (g/t)	0.18 g/t (metasemimim float)	A: 0.5-86 g/t(quartz floats), 0.1-0.3 g/t(laterite), 0.4 g/t(quartz float)	B: 0.4 g/t (carapace?), 2.7 g/t (saprolite)	Metasediments: 18 ppb maximum. quartz float: 66 ppb maximum
Thickness of laterite profile	60 m ?	30-50 m	30 m?	thick
Area of future survey	Sagala south: 1500m x 1500m Sagala north: 1000m x 1500m	1000m x 1200m	600 m x 600m	No need
Method of future survey	Grid RC drilling(depth;60 m), IP survey, Core drilling	IP survey to clarify the geological structure, Grid RC drilling(depth;40 to 60 m) , Core drilling	Magnetic survey for clarify the shape of dolerite intrusion, Core drilling, RC drilling(difficult because of topography), Trenching	
Rank of priority	A	A	A-B	No need

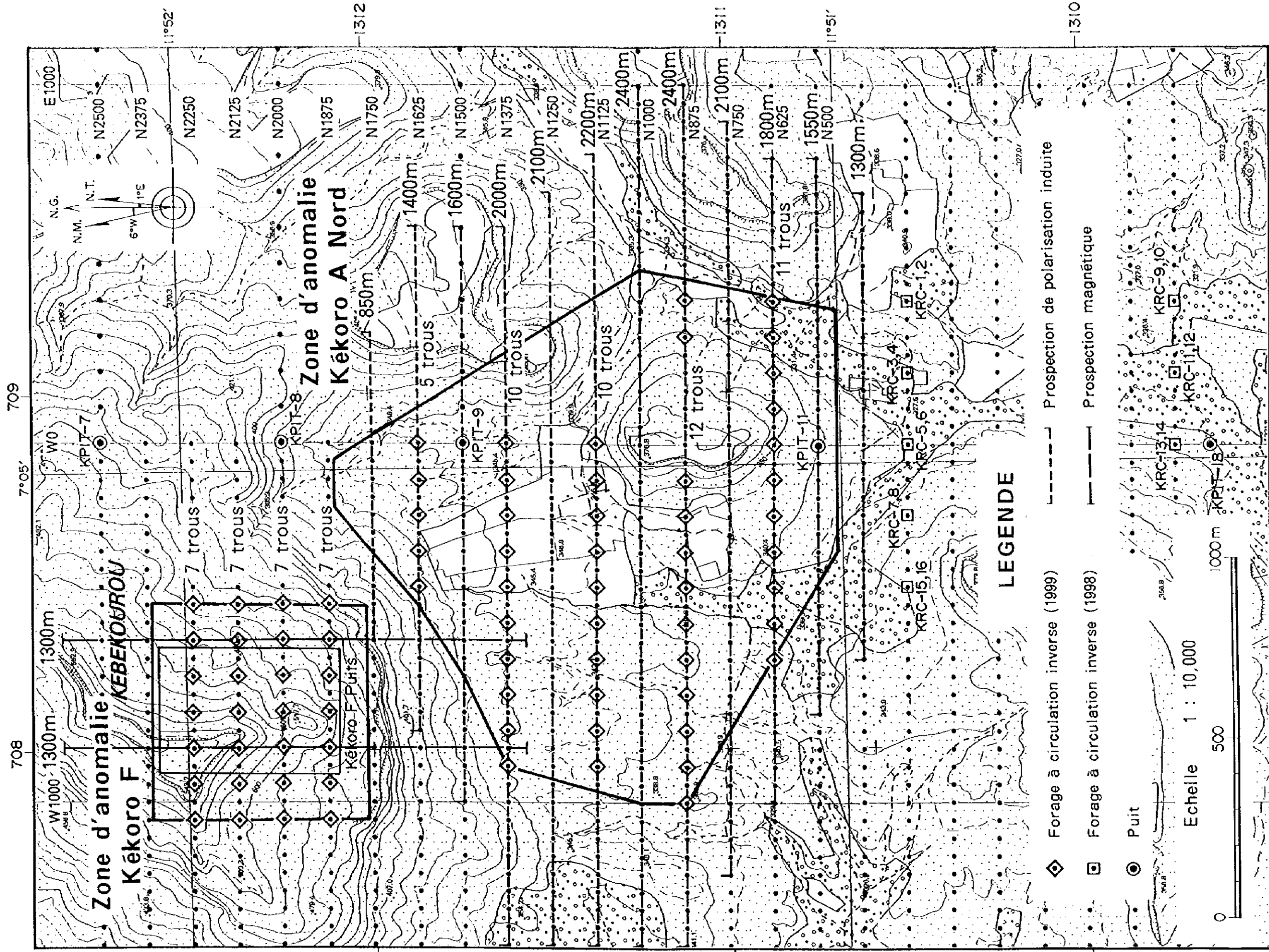


Fig. III -2-1 Proposition pour l'étude à venir dans la Secteur de Kékoro Ouest

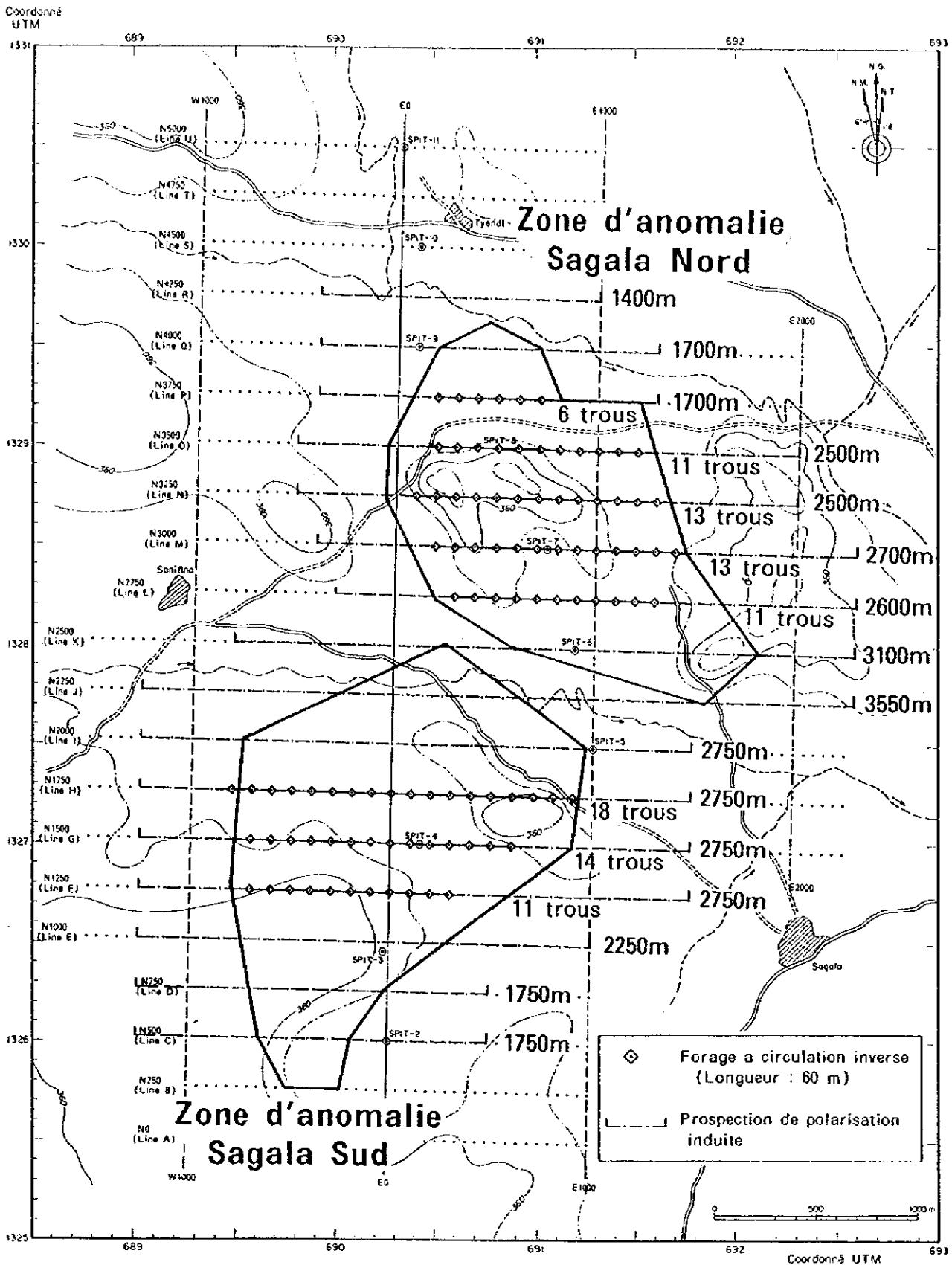


Fig. III - 2 - 2 Proposition pour l'étude à venir dans la Secteur de Sagala

参考文献

- 1) Barros de Oliveira, S. M., Trescases, J. J and José Melfi, A. (1992): Lateritic nickel deposits of Brazil: *Mineralium Deposita*, v. 27, p. 137-146.
- 2) Bassot J. P. et al. (1980): Carte géologique du Mali à 1/1 500000. Ministère du Développement industriel. Direct. Nat. Min., Mali.
- 3) Bassot J. P. et al. (1980): Le gisement d'or de Kalana (République du Mali). *Chron. Rech. Min., Fr.*, n457, pp. 5-18
- 4) Bassot J. P. et al. (1981): Notice explicative de la carte géologique à 1/1 500000 de la République du Mali. BRGM-DNGM Mali.
- 5) Howell R.J., Afteh E.O., Laffoley N.d'A., Hanssen E., Abe S., Yao R.K., and Pohl D. (1996): Geochemical exploration for gold in tropical soils-four contrasting case studies from West Africa. *Transaction; Institute of mining and metallurgy, section B, Applied Earth Sciences.*
- 6) Bridges E. M.(1978) : *World soils*,pp.128, Cambridge University Press.
- 7) Butt C. R. M. (1988): Genesis of Supergene Gold Deposits in the Lateritic Regolith of the Yilgarn Block, Western Australia. *Econ. Geol. Mon 6*,p460
- 8) Colin F. Viellard P. and Ambrossi J.P. (1993): Quantitative approach to physical and chemical gold mobility in equatorial rainforest lateritic environment. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 114,269-85.
- 9) DICKO M. T. (1977): Prospection préliminaire de la croute d'altération du gisement d'or de Kalana (Mali). *Mém. Fin d'études ENI, Bamako, Mali.*
- 10) Dahanayake K. (1982): Laterites of Sri Lanka-A Reconnaissance Study: *Mineralium Deposita*, v. 17, p. 245-256.
- 11) Davies T. C. and Bloxam T. W. (1979): Heavy Met al. Distribution in Laterites, Southwest of Regent, Freetown Igneous Complex, Sierra Leone. *Eco. Geo*, vol74, num3, 638p.
- 12) Diallo M. (1979): Caractéristiques géochimiques et conditions de concentration de l'or; cas du gisement de Kalana (Mali). *Thèse doct. (Ph. D.), URSS.*
- 13) Diallo M. et al. (1989): Tectonique transcurrente et évolution polycyclique dans le Birrimien, Protérozoïque inférieur, du Sénégal-Mali (Afrique de l'Ouest). *C. R. Acad. Sci. Fr.*, 308, sér. II, pp. 117-122.
- 14) Dommanget A. et al. (1985): Un nouveau type de gisement d'or: Loulo (Mali). *Chron. Rech. min., Fr.*, n481, pp.5-18 Translated into English in a spatial issue of the *Chron. Rech. min., Fr.* (Jury, 1989).
- 15) Dommanget A. et al. (1987): Compte rendu de mission en Cote-d'Ivoire et au Mali. *Note BRGN/DEX, Fr.*, n. 1336.

- 16) Dommanget A. et al. (1989): Découverte d'un gisement d'or encaissé dans des turbidites tourmalinisées, (Mali). (A paraître)
- 17) Dommanget A. et al. (1986): Le gisement de Loulo (Mali): un exemple de concentration aurifère stratiforme dans des grés à tourmaline du Birrimien de l'Afrique de l'Ouest. CIFEG, publication occasionnelle, n10, pp. 123-130.
- 18) Dommanget A., Milési J. P., and Diallo M., (1993): The Loulo gold and tourmaline bearing deposit; a polymorph type in the Early Proterozoic of Mali (West Africa): *Mineralium Deposita*, v. 28, p. 253-263.
- 19) Dostal J. and Dupuy, C. (1987): Gold in Late Proterozoic Andesites from Northwest Africa. *Eco. Geo*, vol82, num3, 762p.
- 20) Duchaufour Ph. (1984): *Abreges de Pedologie*, Masson, (Nagatsuka S., Japanese edition, Hakueisya 1988).
- 21) Eisenlohr B. N. (1992): Conflicting evidence on the timing of mesothermal and paleoplacer gold mineralisation in early Proterozoic rocks from southwest Ghana, West Africa : *Mineralium Deposita*, v. 27, p. 23-29.
- 22) Frakes L. A. : *Climate through geologic time*(Amsterdame: Elsevier), 1979, 310 p.
- 23) Funk and Wagnalls Corp. (1993-1995): "Mali, Republic of", in Microsoft(R) Encarta 1996 [CD-ROM]
- 24) Gardner L. R.(1970) : *American Mineralogist*. Vol.55, p1380.
- 25) Hatta Tamao(1994) : Simulation of Mass Transfer on Weathering Process. *Journal of Clay Science Society of Japan*, Vol.34, pp.165-174.(in Japanese)
- 26) Huot D. Sattran, V. and Zida, P. (1987): Gold in Birrimian Greenstone Belts of Burkina Faso, West Africa. *Econ. Geo*, vol82, num8, p2033.
- 27) JICA/MMAJ(1992-1994):国際協力事業団・金属鉱業事業団(平成4～6年):マリ共和国ブグニ地域資源開発協力基礎調査報告書
- 28) Lajoinie J.P., Fonteille M. (1968): Un gite de skarns latérisés: le gite aurifère d'Ity (Côte-d'Ivoire). *Chron mines d'outre-mer*, n 378, pp. 143-153.
- 29) Lajoinie J.P., Grassaud J. (1962): Un exemple de gisement d'or latéritique: Ity (Côte-d'Ivoire). *Rap. BRGM* Inédit, 8p.
- 30) Ledru P. et al. (1987): The Proterozoic Linguekoto fan delta, Sénégal-Mali: its occurrence, development and regional implications. *Oral comm.*, cong. « Fan Delta and Tectonic setting », Norvège.
- 31) Mann A. W. (1984): Mobility of Gold and Silver in Lateritic Weathering Profiles: Some Observations from Western Australia. *Eco. Geo.*, vol79, num1, p38

- 32) Marcoux E. and Milesi J. P. (1993): Lead Isotope Signature of Early Proterozoic Ore Deposits in Western Africa: Comparison with Gold Deposits in French Guiana. *Eco. Geo.*, vol88, num7, p1862.
- 33) Michailidis K. M. (1990): Zoned chromites with high Mn-contents in the Fe-Ni-Cr-laterite ore deposits from the Edessa area in Northern Greece : *Mineralium Deposita*, v. 25, p. 190-197.
- 34) Michel D. (1987): Concentration of gold in situ laterites from Mato Grosso : *Mineralium Deposita*, v. 22, p. 185-189.
- 35) Milesi J. P. et al. (1989): Diversity of magmatic and tectonic setting in lower Proterozoic of West Africa (Senegal-Mali boundary) : Low-K tholeiites and calcalkalines suites. Abstracts, 28th Int. Geol. Cong., Washington, USA, July 9-19, 2-3, p. 434
- 36) Milesi J. P. et al. (1989): Lower Proterozoic succession in Senegal and Mali (West Africa) : Position of sediment-hosted Au and Fe deposits of Loulo area and significance in terms of crustal evolution. Abstracts, 28th Int. Geol. Cong., Washington, USA, July 9-19, 2-3, pp. 433-434.
- 37) Milesi J. P. et al. (1992): Early Proterozoic ore deposits and tectonic of the Birrimian orogenic belt; West Africa. *Precambrian Research* vol. 58, pp. 305-314.
- 38) Milési J. P., Ledru, P., Johan V., Marcoux E., and Vinghon Ch., (1991) : The metallogenic relationship between Birimian and Tarkwaian gold deposits in Ghana : *Mineralium Deposita*, v. 26, p. 228-237.
- 39) Mohr E. C. J., van Baren F. A. and van Schuylenborgh J.(1989) : Mali gold jv. *Mining Magazine*, 160, n 4, p. 257.
- 40) Mumin A. H., Fleet M. E., and Chryssoulis, S. L. (1994) : Gold mineralization in As-rich mesothermal gold ores of the Bogosu-Prestea mining district of the Ashanti Gold Belt, Ghana : remobilization of "invisible" gold : *Mineralium Deposita*, v. 29, p. 445-460.
- 41) Nahon D., Paquet H. and Delvigne, J.(1982) : Lateritic Weathering of Ultramafic Rocks and the Concentration of Nickel in the Western Ivory Coast. *Eco. Geo.*, vol77, num5, 1159p.
- 42) Olson S. F. et al. (1992) : Regional Setting, Structure, and Descriptive Geology of the Middle Proterozoic Syama Gold Deposit, Mali, West Africa. *Eco. Geo.*, vol87, num2, p310.
- 43) Olson S.F. et al. (1992): Regional Setting, Structure, and Descriptive Geology of the Middle Proterozoic Syama Gold Deposit, Mali, West Africa.
- 44) Paul J. Golightly (1981): Nickeliferous Laterite Deposits, *Economic Geology*, 75th Anniversary Volume, pp.710-735.
- 45) Permingeat F. et al. (1970) : Carte des gites minéraux de la République du Mali à 1/10,000,000, inédite.
- 46) Republic of Mali / United Nations (1987): *Mineral Resources of MALI*.
- 47) Schellmann W. (1989) : Composition and origin of lateritic nickel ore at Tagaung Taung, Burma :

Mineralium Deposita, v. 24, p. 161-168.

- 48) Soil Survey Staff (1967): Soil taxonomy, U.S. Department of Agriculture, Washington DC.
- 49) The Software Toolworks, Inc. (1991-1994): World Atlas ver.4 [CD-ROM].
- 50) Traore H. et al. (1978): Plan minéral de la République du Mali. Direct. Nat. min., géol., Bamako, BRGM, 631p.
- 51) Tropical soils, 3rd edition Mouton.
- 52) Vinchon C. et al. (1986): Caractérisation lithostructurale de deux ensembles successifs dans les séries Birrimiennes de la boutonnière de Kédougou (Mali-Sénégal) et du Niandan (Guinée); implications géologiques. CIFEG, publication occasionnelle, n 10, pp. 113-121.
- 53) Zang W. and Fyfe, W.(1993) : A Three-Stage Genetic Model for the Igarapé Behia Lateritic Gold Deposit, Carajás, Brazil. Eco. Geo., vol88, num7, p1768.
- 54) Zeegers H. and Leduc C.(1991): Geochemical exploration from gold in termite, arid and tropical rain forest terrains. In Gold metallogeny and exploration. Foster R.P. (Glasgow: Blackie,1991), 309-35.
- 55) Zelssink H. E, (1969) : The Mineralogy and Geochemistry of a Nickeliferous Laterite Profile (Greenvale, Queensland, Australia) , Mineralium Deposita, v. 4, p. 132-152.

