

2-3-3 ボーリング調査のまとめ

Mbanga Nord 鉍化帯鉍化帯中には、安山岩質凝灰岩を主とし、安山岩溶岩、砂質凝灰岩、凝灰質砂岩、硬砂岩、凝灰岩-チャート互層、酸性凝灰岩等を挟在する火山性堆積物が広範囲に亘って厚く発達し、一部に粗粒玄武岩、安山岩、石英安山岩等の小岩脈が貫入している。これらの火山性堆積物はBirrimien累層群（原生代下部）に対比され、緑色片岩相の変成作用を受け、一般に片状構造が良く発達する。

地表部でのこれらの岩石は、乾燥地特有の酸化性環境下で著しい風化作用を受けており、その影響は深さ40m~80m（風化帯を貫通した7孔の平均55.1m）まで及んでいる。これらの風化部は、地質的に、サブロライト帯、サブロライト化が弱い漸移帯上部、ネットワーク状方解石微細脈が残存する漸移帯下部の3帯に区分され、その下位に硫化鉍物が酸化を免れて新鮮なまま残されている非風化帯が分布する。非風化帯ではネットワーク状方解石微細脈が普遍的にみられ、また、割れ目沿いに深部まで酸化されていることも多い。

本鉍化帯に分布するこれらの地層中には、珪化帯、石英脈（脈幅最大40cm）、ネットワーク状石英細脈がしばしば認められる。石英脈の多くは片理及び層理と斜交するが、なかには平行するものも認められる。石英脈やネットワーク状石英細脈の脈際母岩はしばしば変質して淡緑色を呈し、また、珪化帯や石英脈並びにその周辺の母岩中に鉍染状~細脈状の黄鉄鉍を主とした硫化鉍物が生じている。硫化鉍物が単独で鉍染状~微細脈状~フィルム状に生じていることも多い。

これらの珪化帯・石英脈・硫化鉍物等は、風化帯では著しく酸化されており、酸化鉄の著しい沈殿を伴った珪化帯、酸化鉄-石英脈、著しい酸化鉄汚染を受けたサブロライトあるいは割れ目沿いに酸化鉄の著しい沈殿を伴った岩石等に変わっている。

0.3g/t以上の金の鉍化は、Tableau 6に示すように、MJS-12及びMJS-13の2孔の垂直孔を除く全孔に認められる。ボーリングによって確認された金の鉍化部の約半数は、淡緑色の変質部や硫化物の鉍染を伴った珪化帯や石英脈で、Au 20g/t以上の高品位な鉍化は全て石英脈である。

しかし、石英脈には金の鉍化が認められないにも拘わらず周辺の母岩に金の鉍化が認められるもの、石英脈が存在しないにもかかわらず金の鉍化が認められるもの、方解石微細脈が残存している母岩中に金の鉍化が認められるもの、また逆に、石英脈が発達しながら石英脈及び周辺の母岩に金の鉍化が認められないもの等、多様な金の鉍化がみられる。

石英脈が金の鉍化に直接関わっていないと考えられる鉍化部の多くは、風化部では酸化鉄の沈殿を伴っており、非風化部では全硫黄が高いことが多い。また、0.3g/t以上の金の鉍化が認められなかったMJS-12とMJS-13の2孔や、石英脈及び周辺の母岩に金の鉍化が認められない区間の多くは、Mbanga Nord 鉍化帯のビット密集地帯から北側にはずれたところに位置している。

このような金の鉍化と石英脈の関係、あるいは鉍化範囲の地理的制約等は、本鉍化帯の金の鉍化には、石英脈そのものよりもこれをもたらした熱水活動の場における熱水の物理化学的条件が重要な要素となっていることを示唆している。

なお、コア調査結果と金の分析結果をみる限りでは、岩質による金含有量の違いは認められない。また、風化帯とくにサブロライト中での金の二次富化は認められなかった。

Tableau 6 Partie minéralisée de résultat des sondages

Profondeur (m)	Longueur (m)	Au (g/t)	Au (moyenne) (g/t)	Remarque
MJS-6				
12.0 - 19.0	7.0	0.45- 1.82	0.96	Veines et veinules de quartz
45.0 - 47.0	2.0	0.58	0.58	Zone fracturée, pas de veines de quartz
51.0 - 55.0	4.0	0.44- 2.88	1.44	Saprolite avec fragments de quartz
61.0 - 62.0	2.0	5.43	5.43	Zone fracturée, pas de veines de quartz
170.0 -170.7	0.7	0.64-25.64	5.51	Veines(ép=12cm) et stockwork de quartz
188.0 -190.0	2.0	0.58	0.58	Veine(ép=6cm) de quartz
MJS-7				
34.0 - 38.0	4.0	0.37- 1.07	0.72	Tuff fortement altée
91.7 - 93.3	1.6	0.34-13.90	5.40	Veines de quartz
96.3 - 98.65	2.35	0.047-11.70	1.23	Veines de quartz, tâchée par la limonite
105.4 -106.1	0.7	2.85	2.85	Veinule de quartz, tâchée par la limonite
118.0 -130.0	12.0	0.25- 3.14	0.51	Veinules de quartz, tâchée par la limonite
155.8 -167.0	11.2	0.33-1.80	1.01	Zone silicifiée avec veines de quartz
MJS-8				
31.7 - 33.4	1.7	0.42	0.42	Saprolite avec fragments de quartz
50.7 - 52.05	1.35	0.84	0.84	Tuf altée, avec veinules de quartz
62.0 - 64.1	2.1	0.81	0.81	Veinules de quartz
93.55- 95.6	2.05	0.72	0.72	Zone silicifiée avec vein de quartz
125.7 -130.8	5.10	0.20-0.95	0.41	Zone silicifiée avec veines de quartz
MJS-9				
64.2 - 69.1	4.9	0.28-8.72	5.23	Veines de quartz, tâchée par la limonite
105.1 -105.85	0.75	0.64	0.64	Zone silicifiée avec veine de quartz
109.35-111.0	1.65	0.30-2.97	0.46	Veine de quartz et zone tâchée par limonite
123.0 -125.0	2.0	1.18	1.18	Zone silicifiée avec veinules de quartz
MJS-10				
16.0 - 18.3	2.3	0.34-1.56	1.37	Saprolite avec veinules de quartz, tâchée fortement par la limonite
68.0 - 70.0	2.0	1.42	1.42	Veinules de quartz, limonite en fractures
128.0 -132.0	4.0	0.11-0.64	0.38	Zone silicifiée disséminée par la pyrite
142.0 -144.0	2.0	0.79	0.79	Zone fortement silicifiée
152.0 -160.0	8.0	0.19-24.60	2.16	Veines de quartz disséminée par es sulfides
172.0 -176.0	4.0	0.36-0.61	0.49	Zone silicifiée avec faille
216.0 -218.0	2.0	0.37-0.40	0.39	Veines et veinules de quartz
236.0 -238.0	2.0	0.98	0.98	Disséminée par la pyrite, pas de quartz
240.0 -242.0	2.0	0.32	0.32	Veinules de quartz
260.0 -264.0	4.0	0.50-3.34	1.01	Veines de quartz disséminée par la pyrite
MJS-11				
39.65- 44.3	4.65	0.95-1.45	1.21	Veines et Vinules de quartz
50.85- 61.0	10.15	0.39-1.00	0.71	Veine de quartz et zone silicifiée
77.0 - 81.0	4.00	0.12-0.53	0.33	Zone tâchée par la limonite, pas de quartz
89.0 - 91.0	2.0	0.39	0.39	Limonite en fractures ouvertes
107.0 -115.0	8.0	0.14-2.05	0.77	Zone silicifiée
143.4 -145.0	1.6	0.36	0.36	Limonite en fractures ouvertes
MJS-14				
24.0 - 26.0	2.0	0.50	0.50	Roche fortement altée como saplorite
54.0 - 56.4	2.4	0.79-5.24	1.34	Zone silicifiée avec veinules de quartz

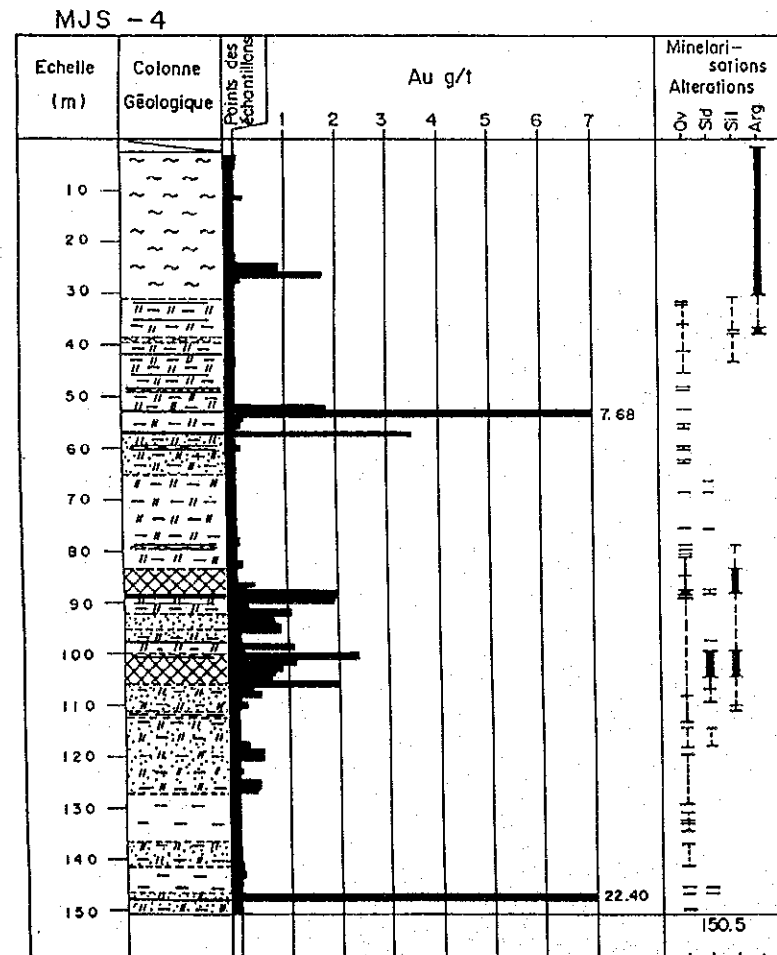
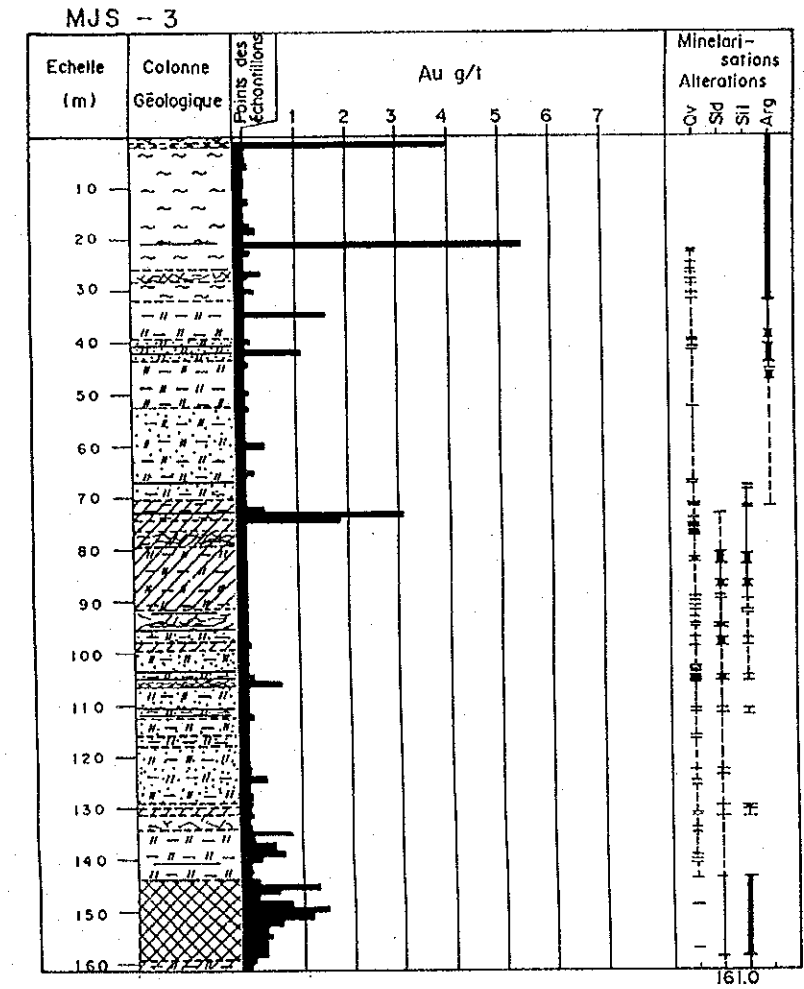
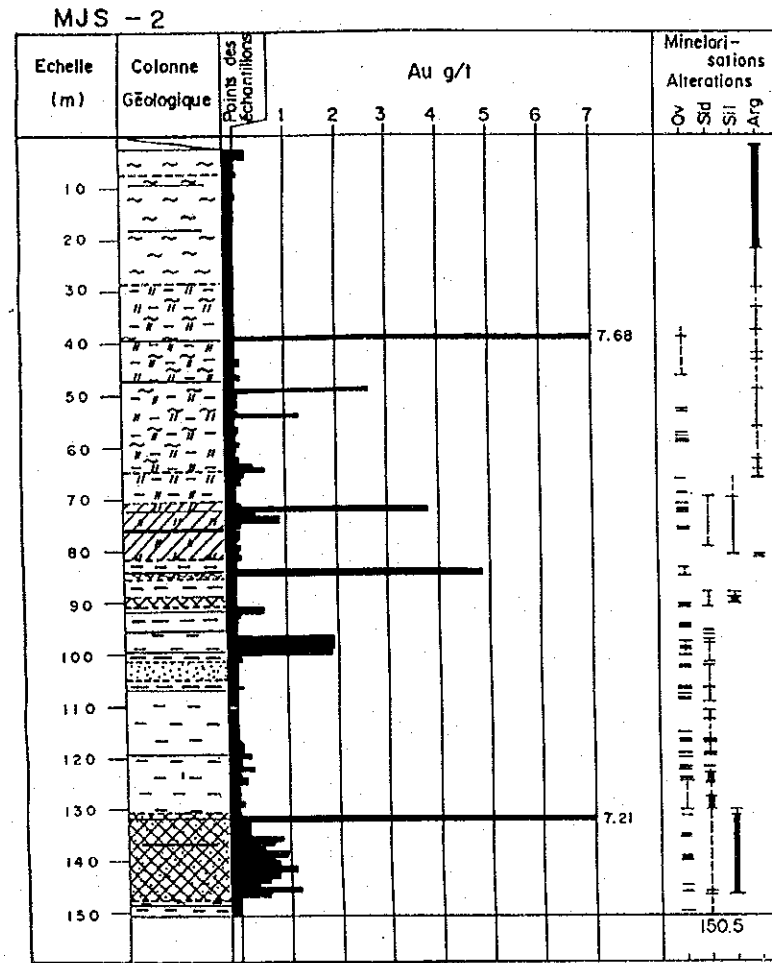
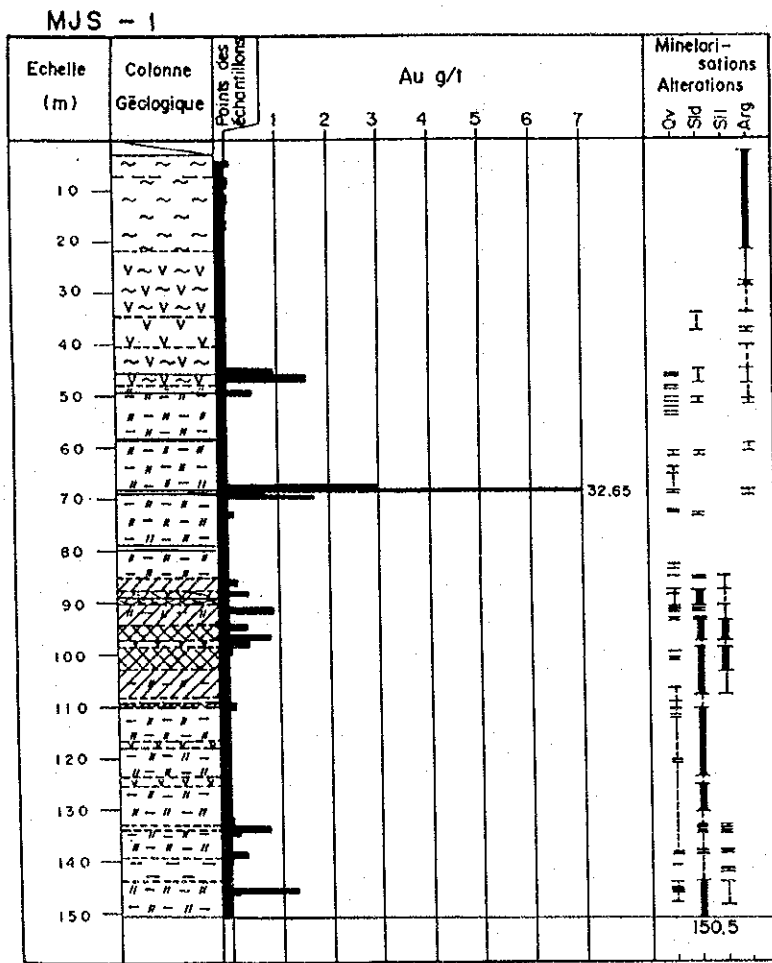
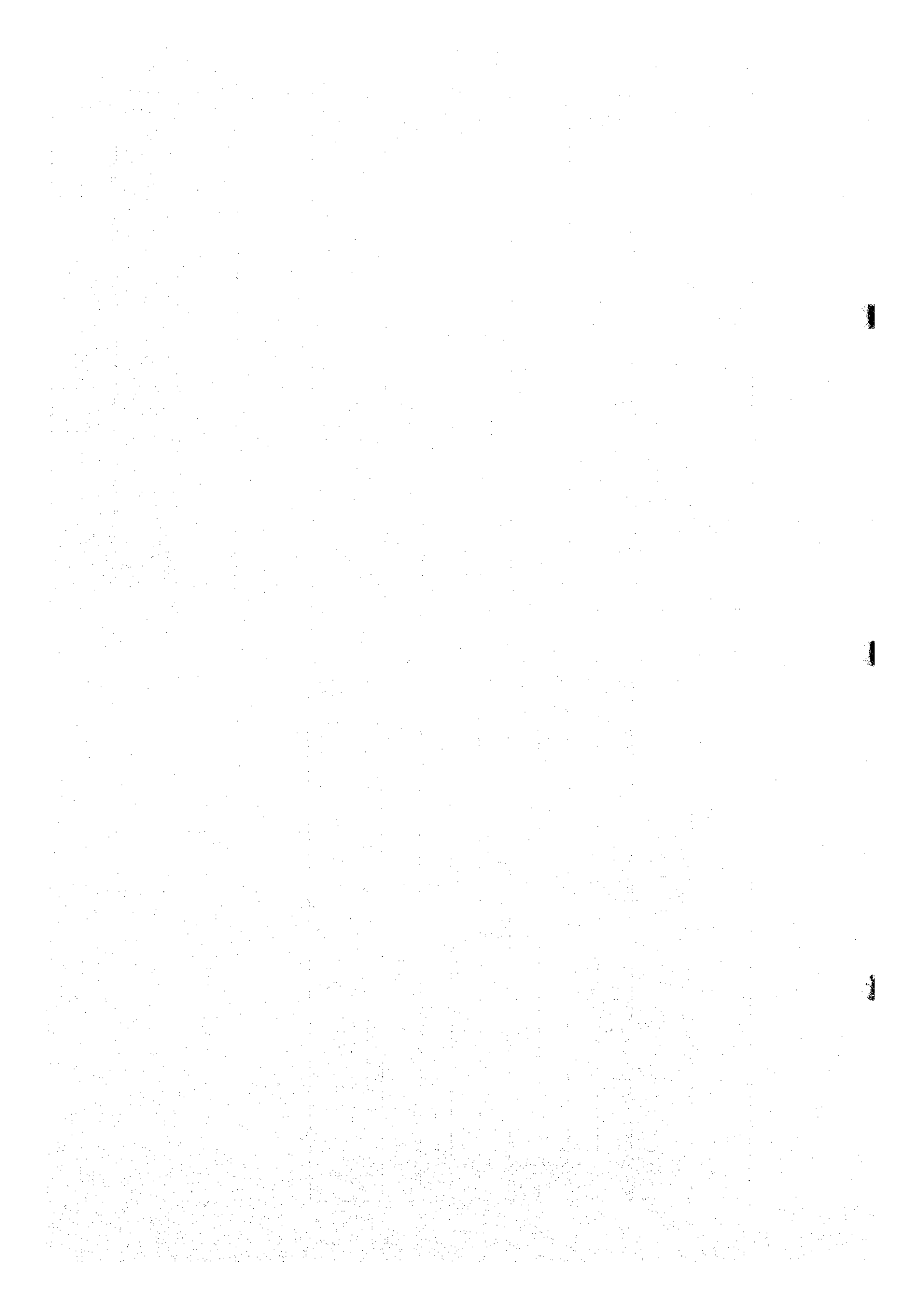


Fig.11-(1) Colonne géologique des carots (1)
各ボーリング孔の概略柱状図 (1)



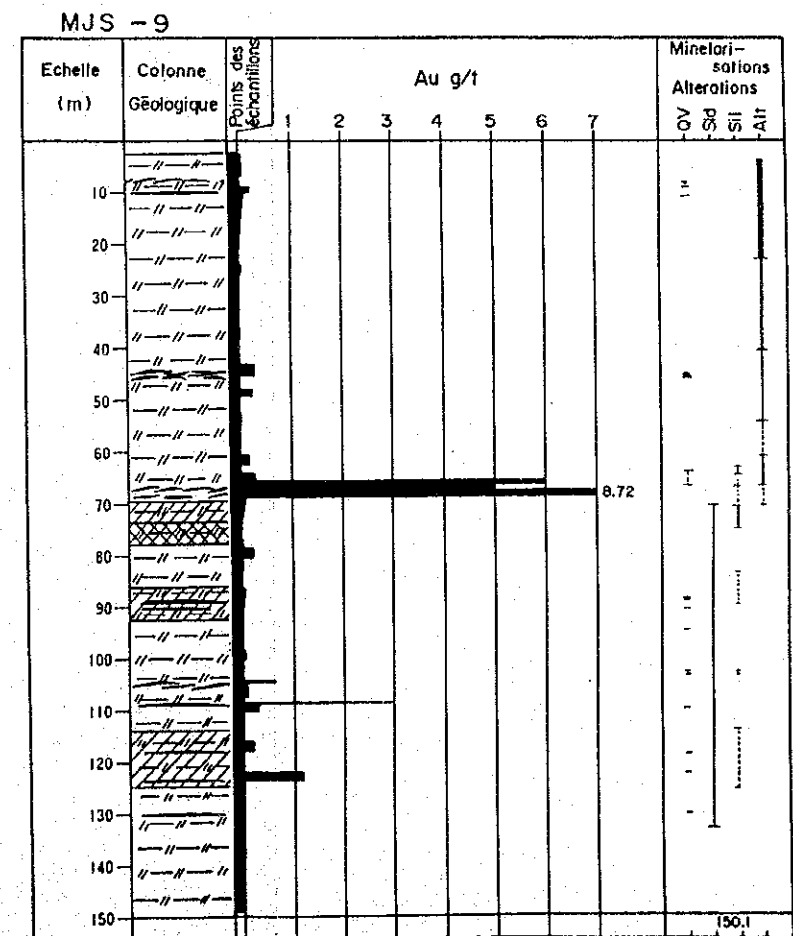
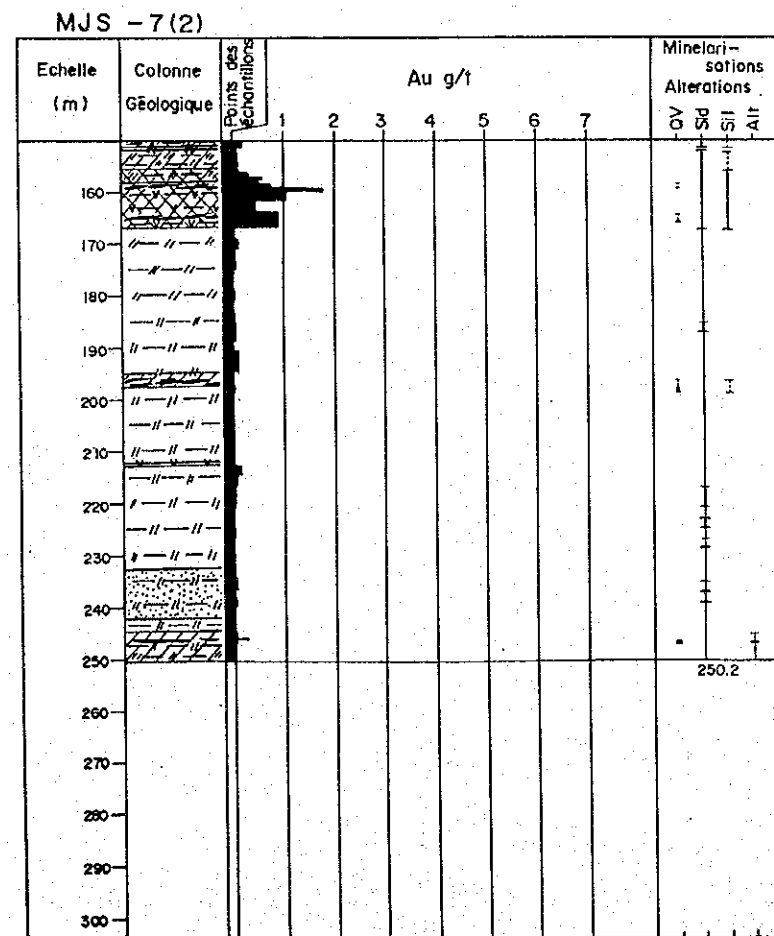
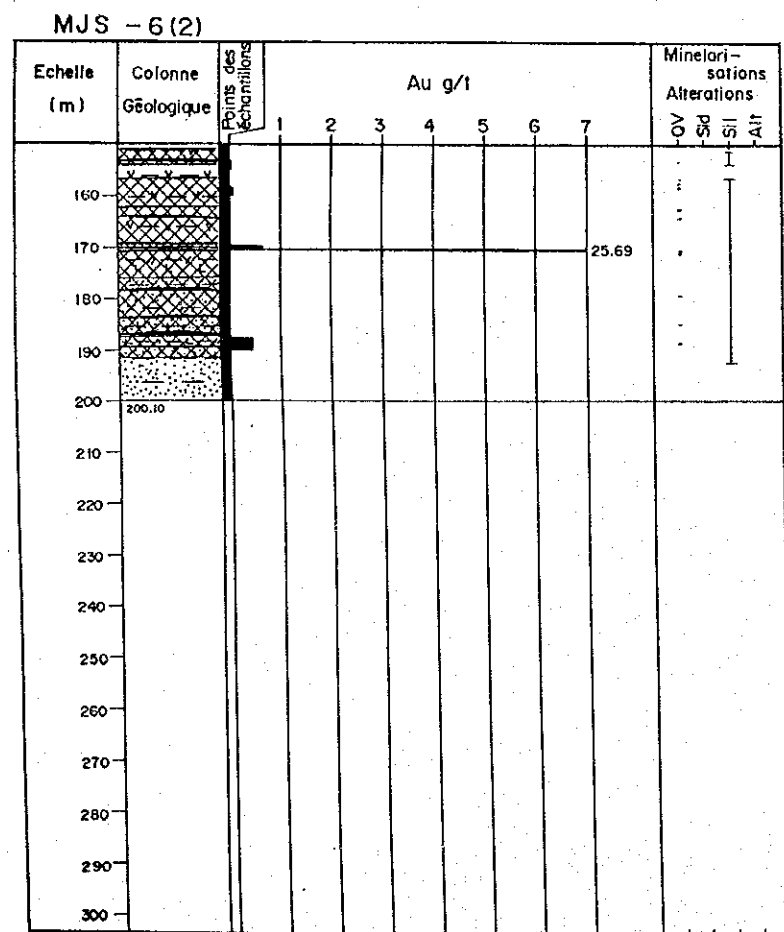
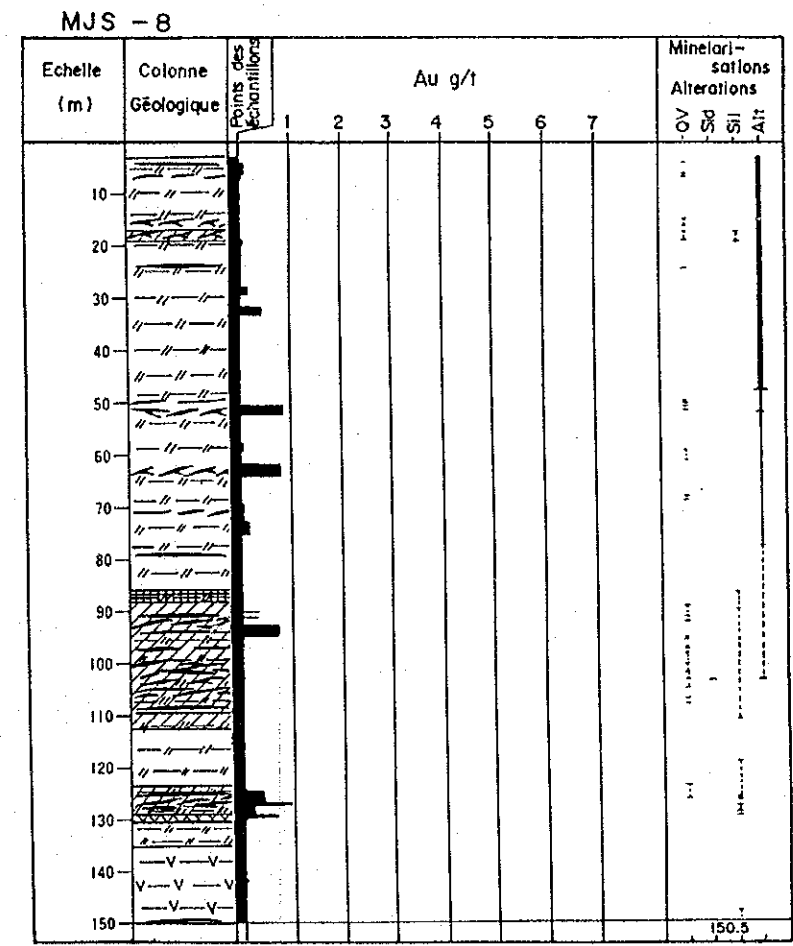
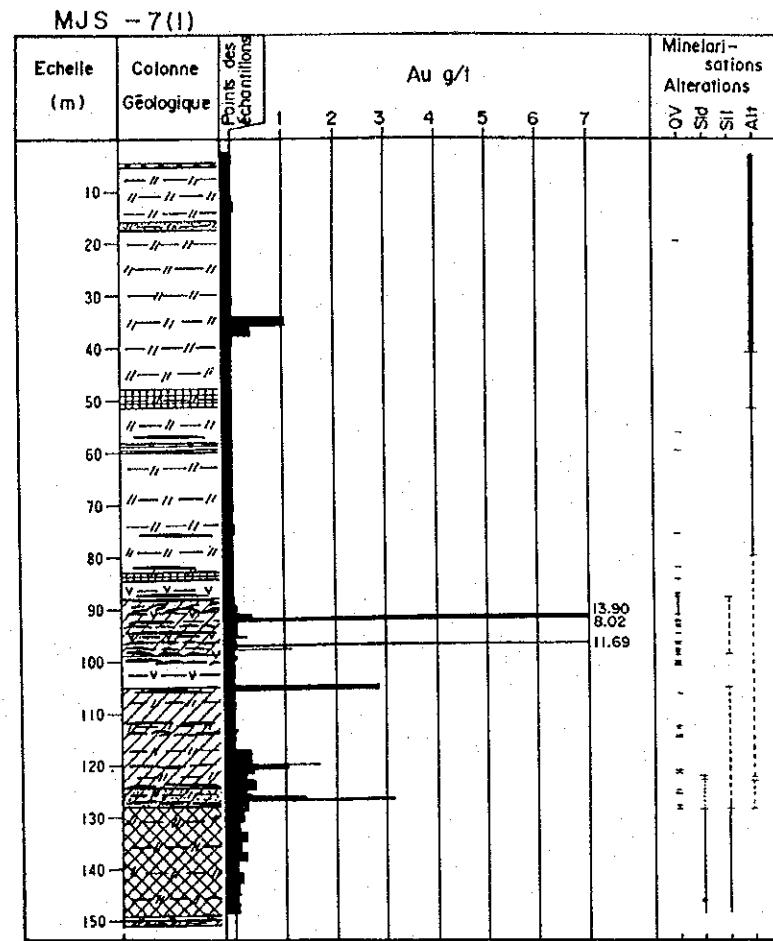
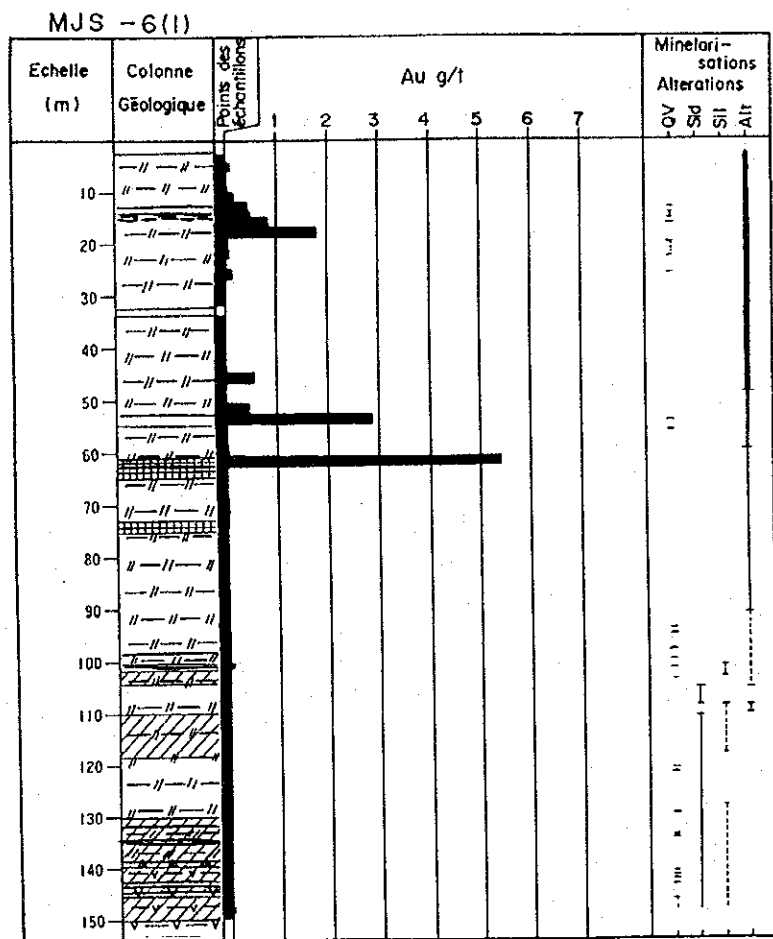


Fig.11-(2) Colonne géologique des carots (2)
各ボーリング孔の概略柱状図 (2)



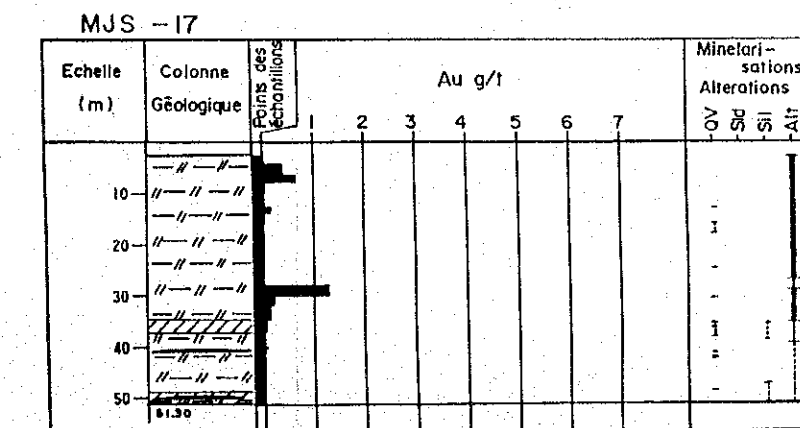
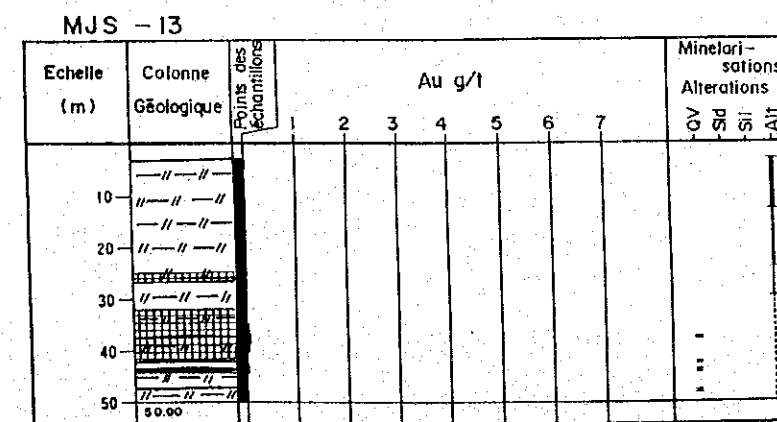
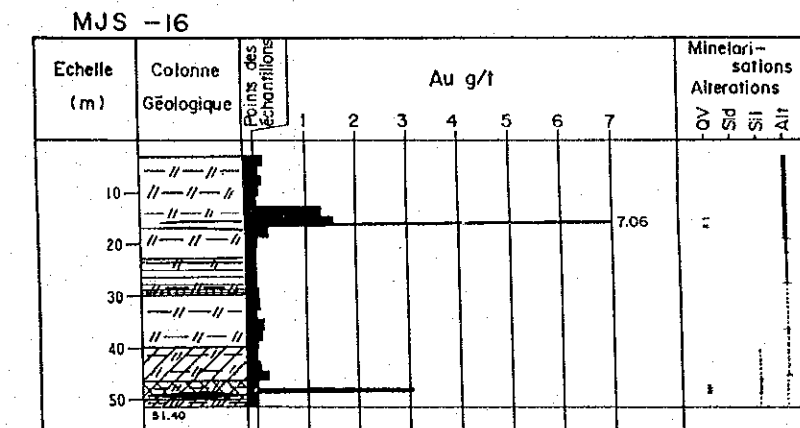
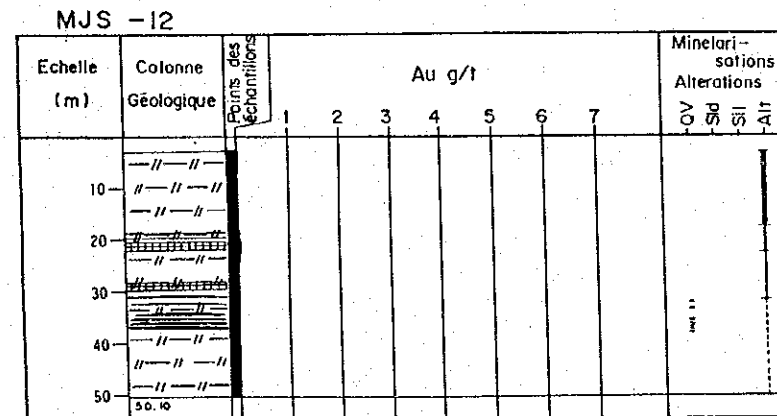
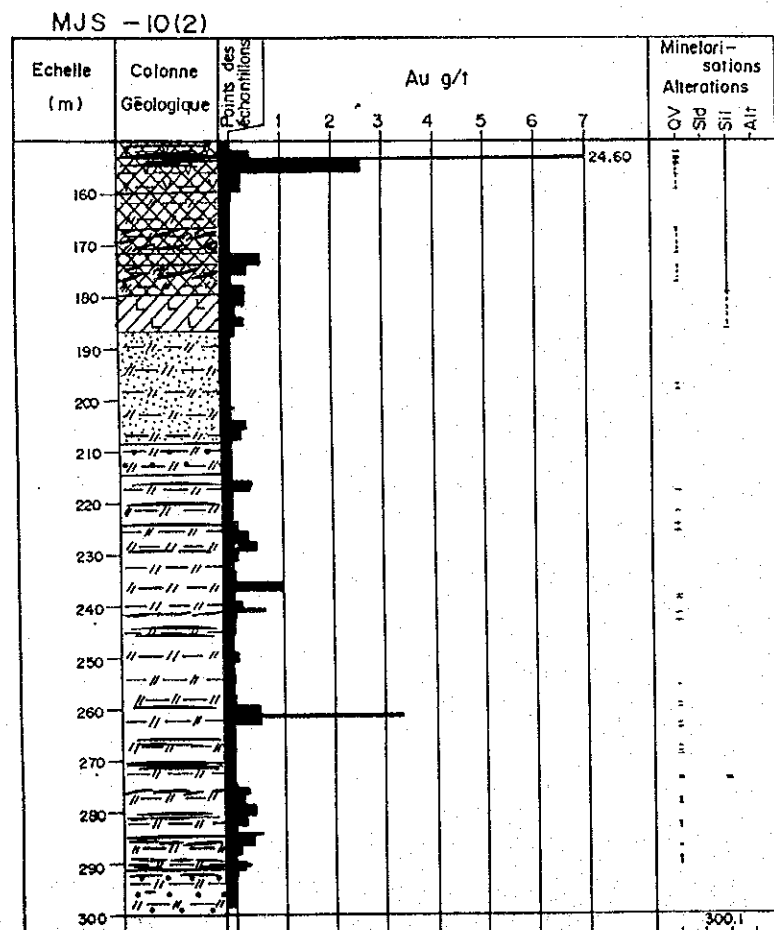
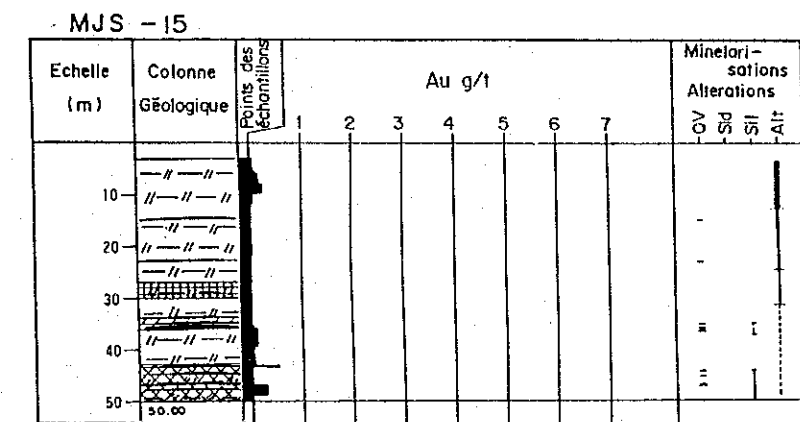
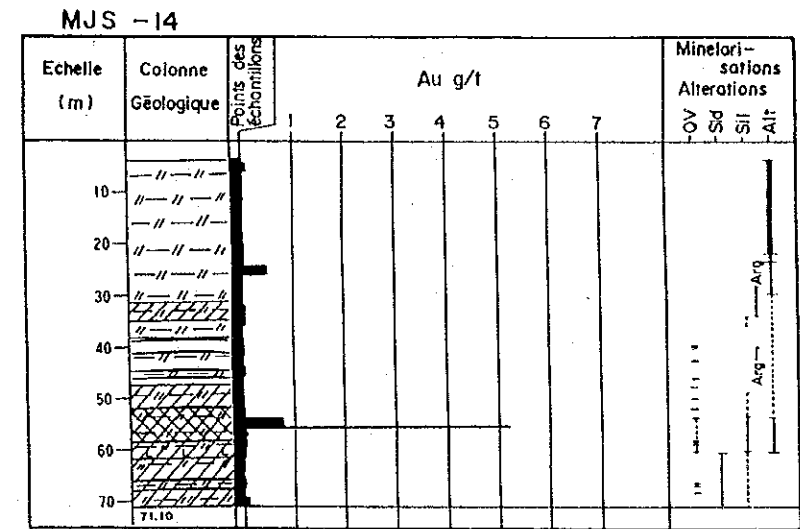
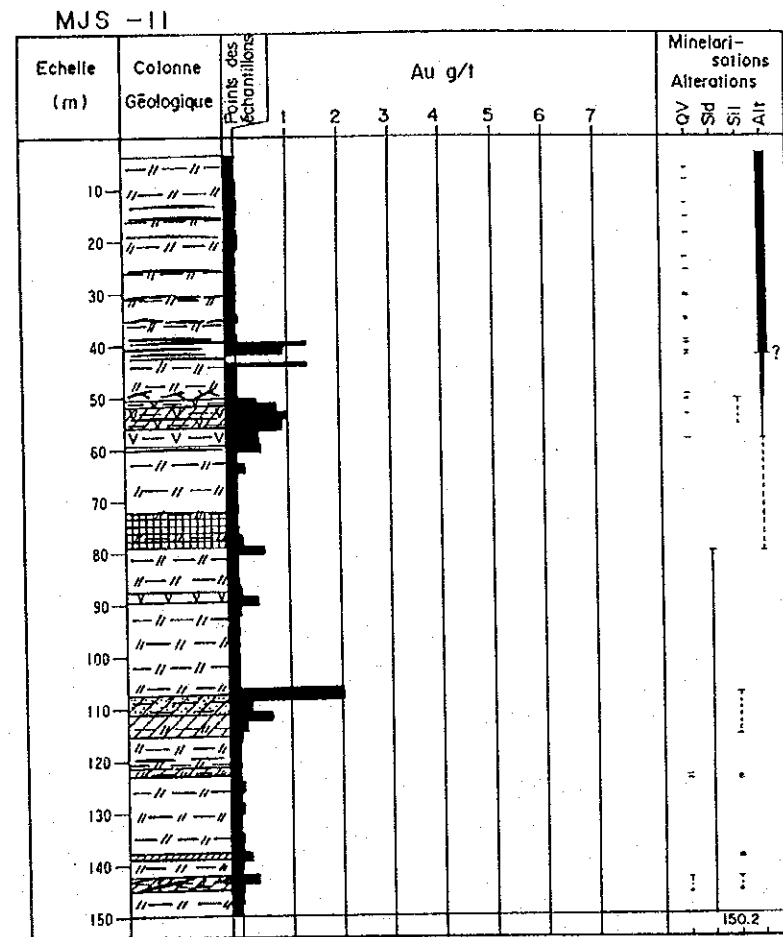
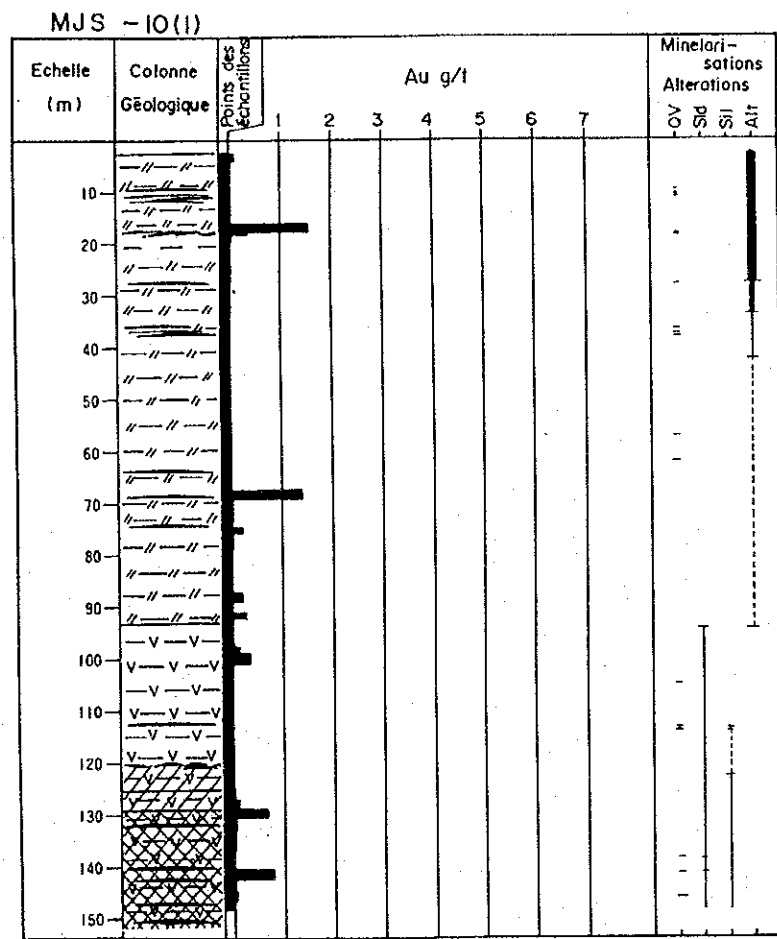
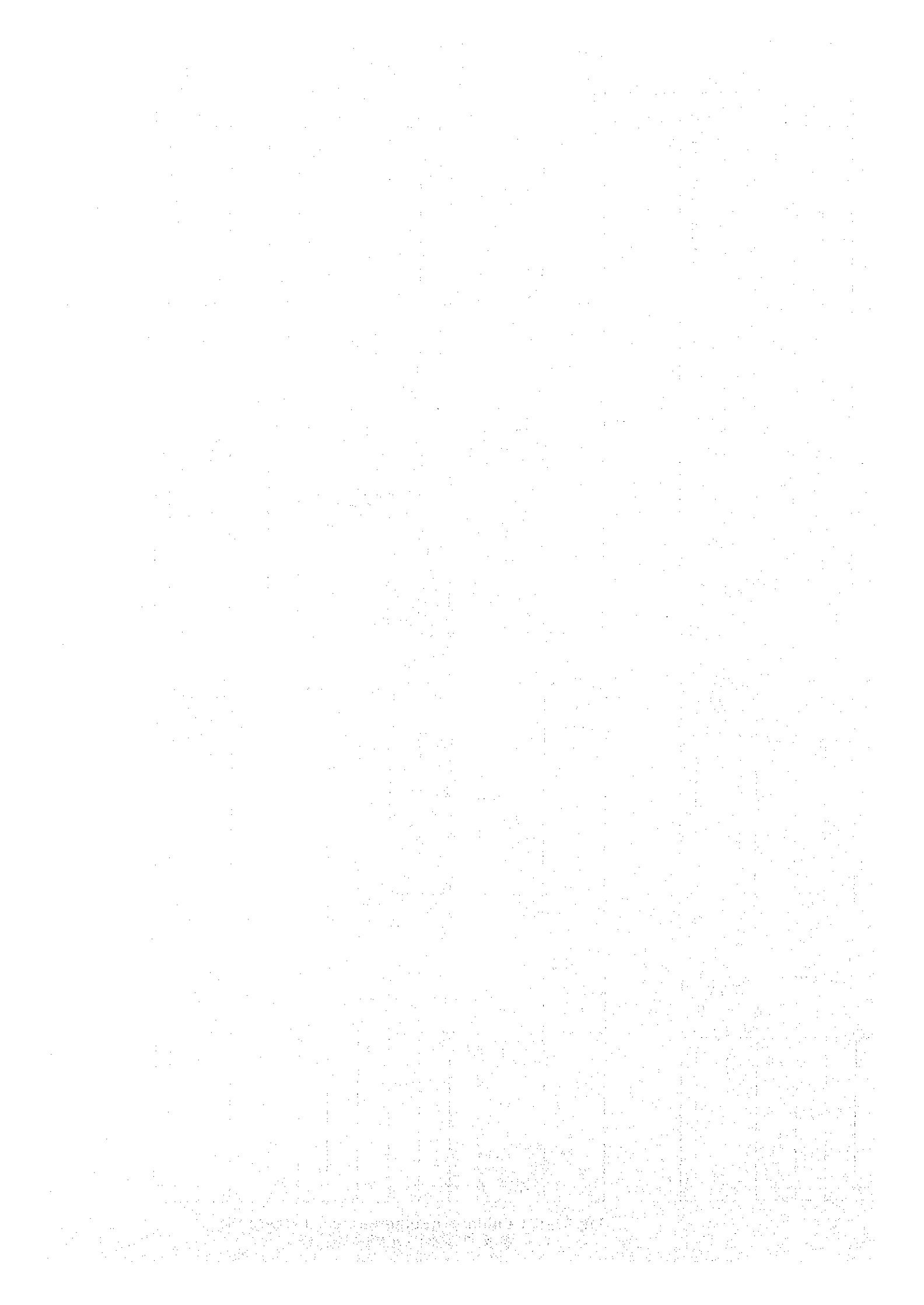


Fig.11-(3) Colonne géologique des carots (3)
各ボーリング孔の概略柱状図 (3)

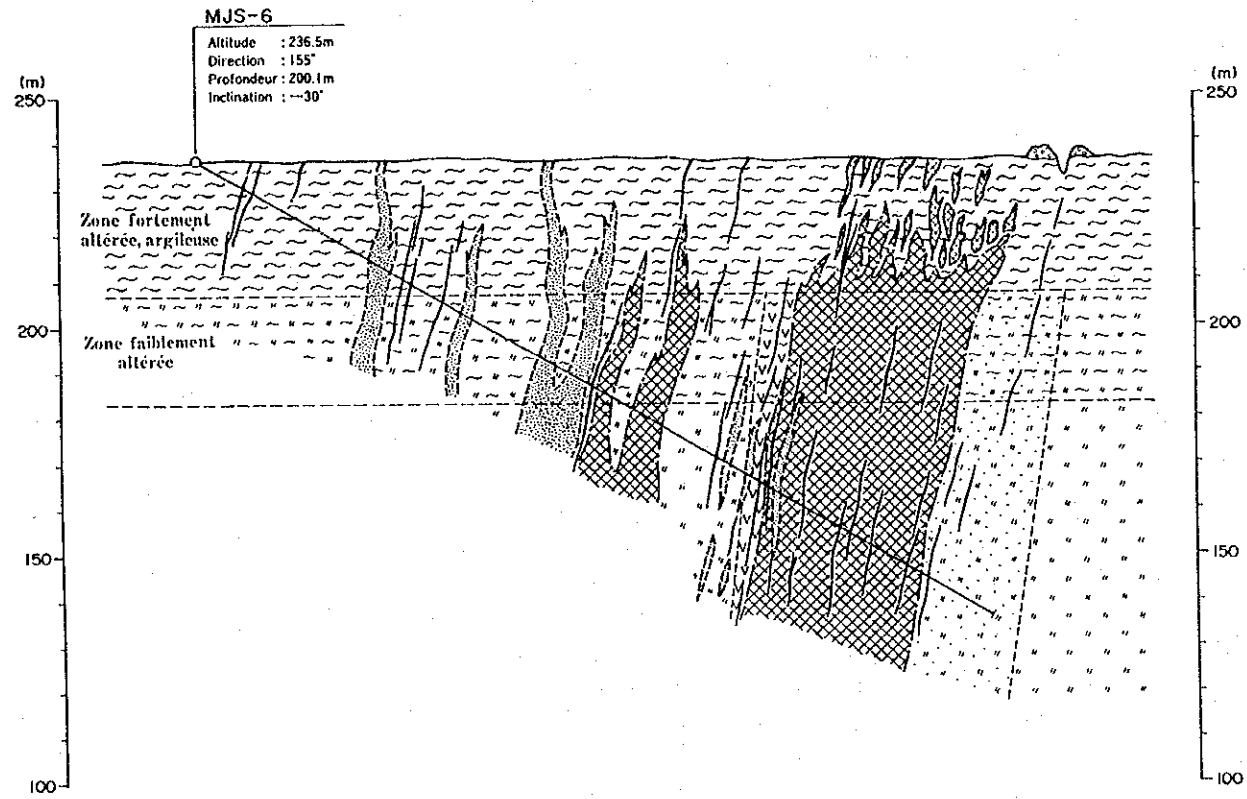


[The page contains extremely faint and illegible text, likely due to low contrast or scanning quality. The text is organized into several paragraphs, but the individual words and sentences cannot be discerned.]

1

2

3



LEGENDE

- Roche dacitique
- Roche dioritique
- Grès et Siltit lutfaceé schistosé
- Tuf andésitique schistosé
- Andésite
- Zone fortement altérée, argileuse
- Zone faiblement altérée
- Veine de quartz
- Zone silicifiée
- Zone minéralisée (Au > 0.3 g/t)

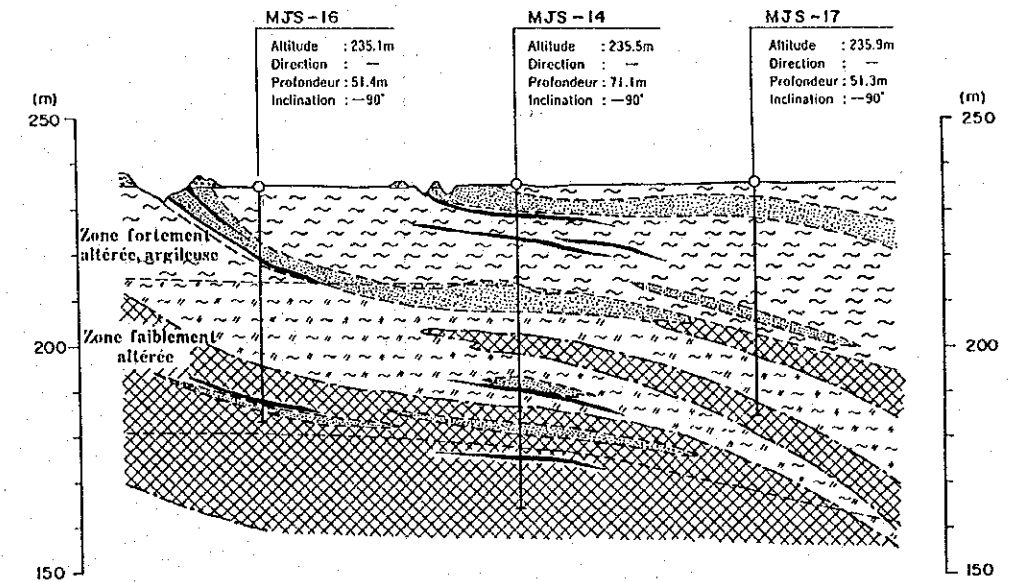
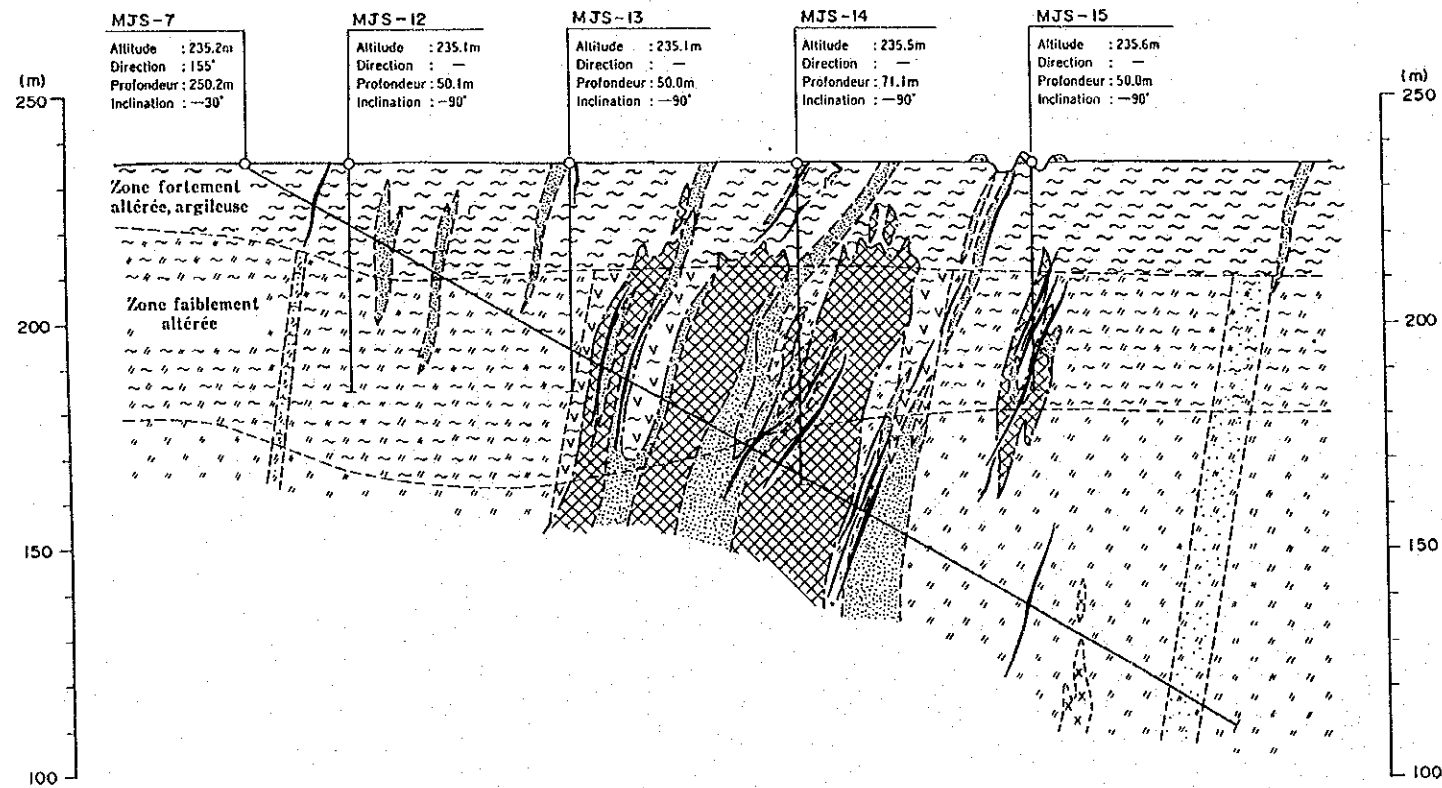


Fig.12-(1) Coupe géologique des sondages(1)
 ボーリング孔地質断面図(1)



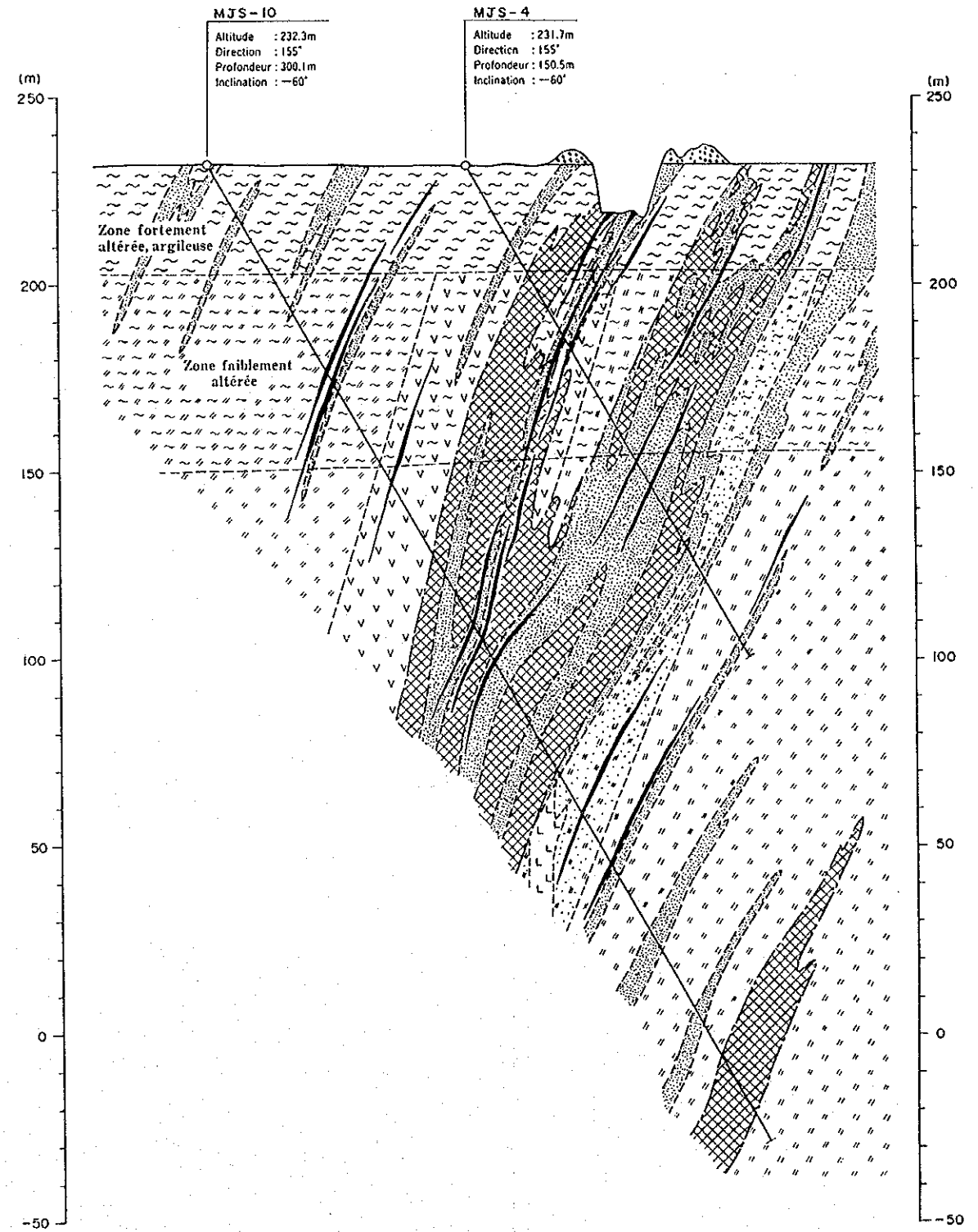
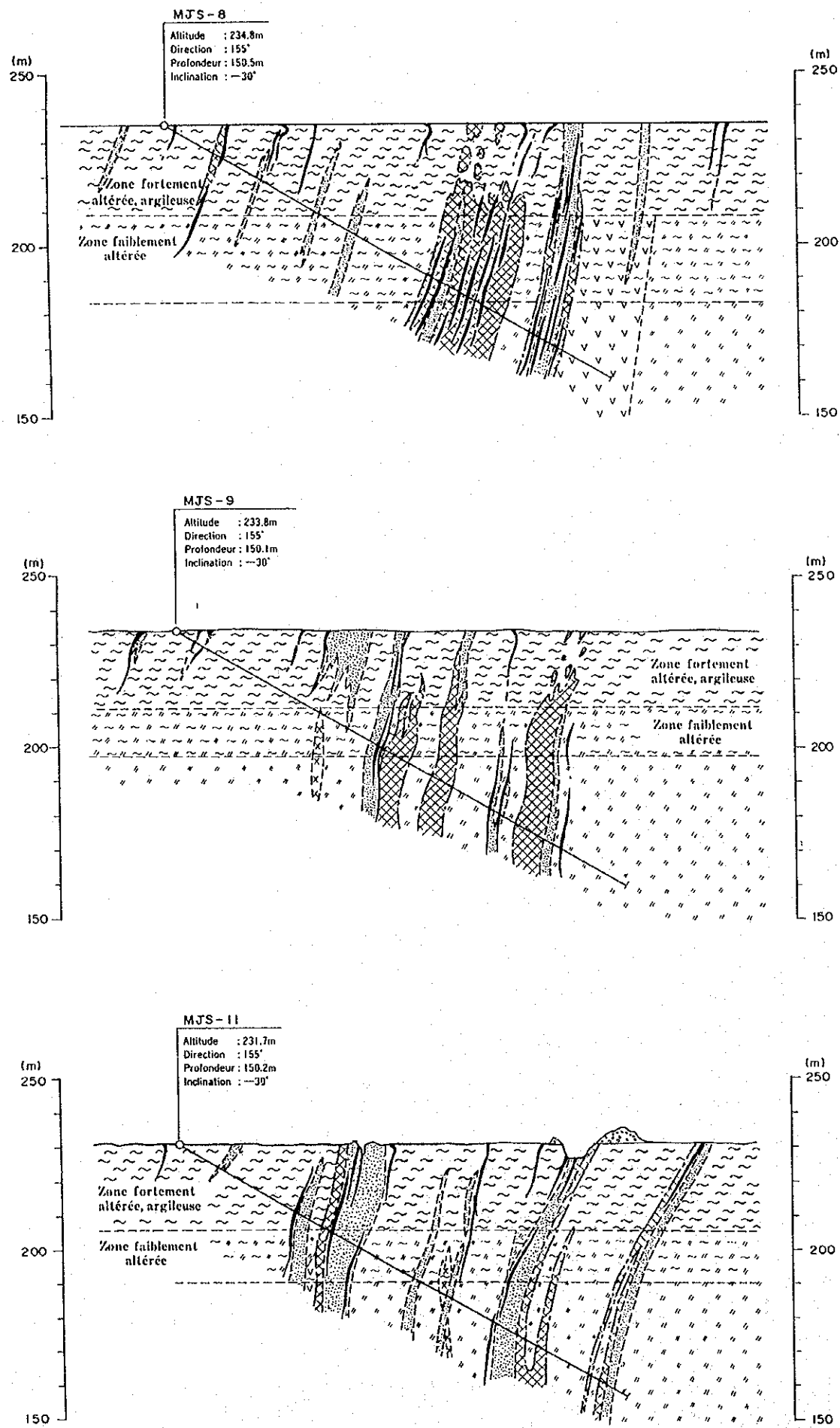
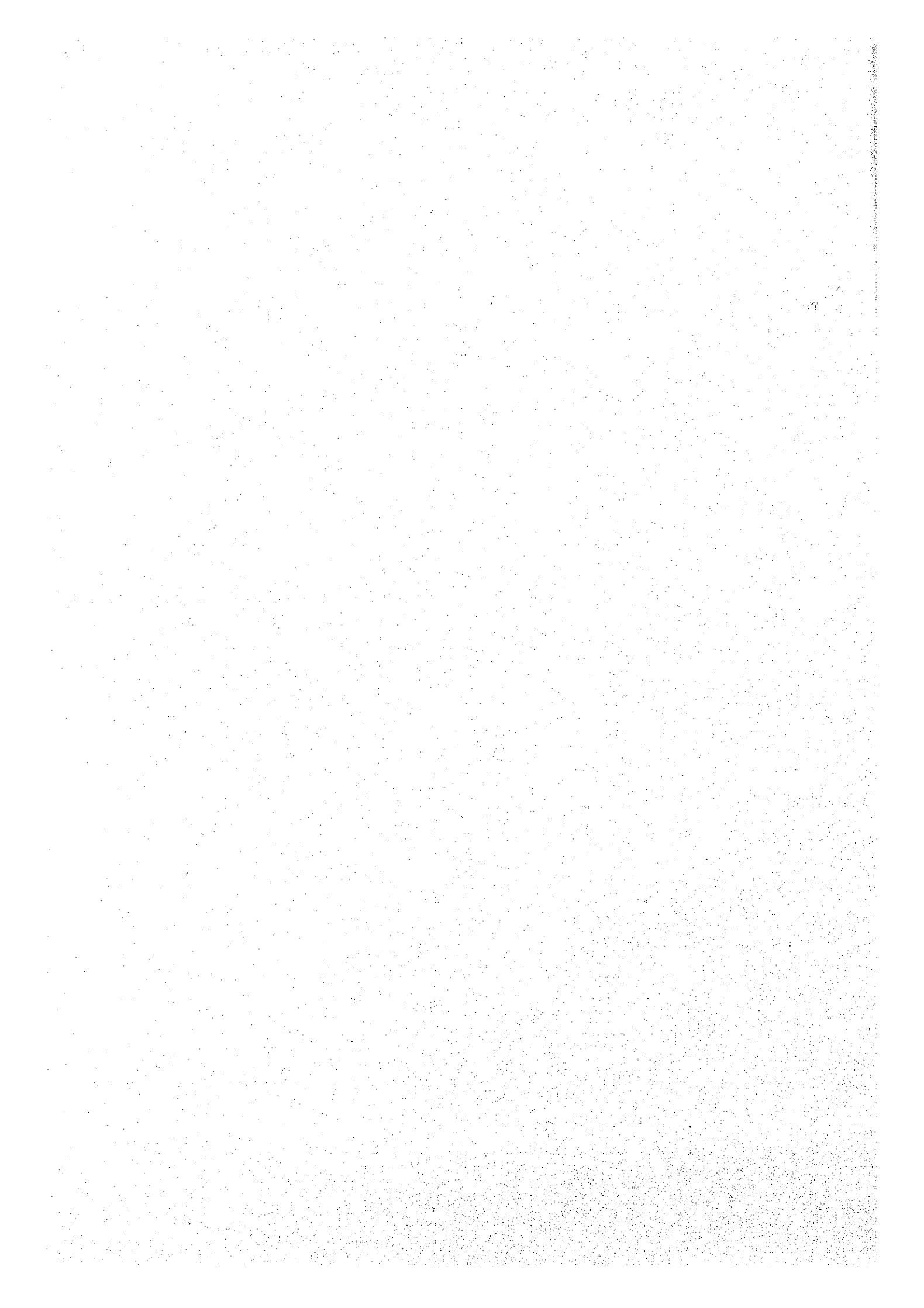


Fig.12-(2) Coupe géologique des sondages(2)
 ボーリング孔地質断面図(2)





2-4 室内試験

トレンチ及びボーリングコアから採取された試料について、Auの分析のほか、一部の試料についてS(Total)、Ag、Cu、Pb、Zn、Cd、Asの分析が行われた。また、岩石薄片、研磨片による岩石・鉱石の検討、EPMAによる金の存在様式の検討、流体包有物均質化温度測定による石英脈生成温度の推定、密度測定による風化帯の比重の推定等の室内試験が実施された。

これらの室内試験に供された試料を下表に示す。

① 岩石薄片 (計5試料)

MJS- 6-171.45T, 187.9T
MJS- 7-153.2T
MJS-10-130.2T
MJS-14- 60.5T

② 研磨片 (計13試料)

MT- 13-285P
MT- 14-212P
MJS- 6-153.5P, 157.8P
MJS- 7-127.75P, 134.45P, 152.9P, 153.2P, 157.0P
MJS- 8-109.3P
MJS-10-154.0P, 263.0P
MJS-11-82.6P

③ EPMA (計3試料)

MT- 13-285P
MJS- 6-153.5P
MJS-10-154.0P

④ 流体包有物均質化温度測定 (計11試料)

MT- 6-60NF
MT- 12-124F
MT- 14-212F
MT- 15- 62F
MJS- 6-170.6F
MJS- 7-158.6F
MJS-10- 98.2F, 153.5F, 220.7F, 270.9F
MJS-14-64.8F

⑤ 比重測定 (計29試料)

MJS-12- 4.6D, 12.4D, 18.6D, 27.3D, 45.2D
MJS-13-10.0D, 16.7D, 27.1D, 30.2D, 43.35D
MJS-14-10.5D, 21.2D, 27.0D, 30.2D, 38.7D
MJS-15- 9.0D, 17.5D, 27.0D, 36.3D, 49.7D
MJS-16- 6.0D, 21.7D, 27.8D
MJS-17- 6.8D, 13.7D, 27.4D, 36.1D, 42.0D, 48.0D

⑥ 微量成分分析 (Ag, Cu, Pb, Zn, Cd, Asの5成分, 計33試料)

MJS-10- 5, 10, 15, ……………, 155, 160, 165

⑦ Total S分析 (計504試料)

MJS-6~MJS-11及びMJS-14の新鮮部のAu分析試料の全て

2-4-1 岩石薄片鑑定

コア記載で酸性凝灰岩と記載された岩石3試料, 安山岩質凝灰岩と記載された岩石1試料, 安山岩溶岩と記載された岩石1試料, 計5試料の岩石薄片鑑定を行った。

岩石薄片鑑定結果一覧表及び顕微鏡写真をApc. 1に示す。

酸性凝灰岩と記載された淡緑灰色を呈する片状構造の発達した3試料は, いずれも著しく破碎され, 緑泥石・セリサイト・炭酸塩鉱物(大部分は方解石)が変質鉱物として多量に生じている。

MJS-6-171.45T試料には, 破碎から免れた少量の泥質物が残存しており, 原岩の判定は困難ながら泥質凝灰岩と推定される。MJS-6-187.9T及びMJS-14-60.5T両試料には斜長石が斑晶状に残されており, 溶岩である可能性も残されている。

安山岩溶岩として記載されたMJS-10-130.2T試料は, 新鮮な自形斜長石斑晶を含む斑状の安山岩である。石基中には一面に炭酸塩鉱物が生じているほか, 炭酸塩及びセリサイトが微細脈状に生じている。

安山岩質凝灰岩として記載されたMJS-7-153.2T試料は, 鏡下で先の溶岩として記載された試料と類似しており, 溶岩である可能性も残されている。クラックによって寸断された石英微細脈と, クラックに沿ったセリサイト-炭酸塩-緑泥石-石英微細脈, 黄鉄鉱-炭酸塩-石英微細脈が生じている。なお, コア記載で安山岩質凝灰岩とした岩石には小礫がしばしば伴われている。

2-4-2 鉱石研磨片鑑定

石英脈6試料, 珪質岩2試料, 黄鉄鉱脈5試料, 合計13試料の鉱石研磨片を作成し, 鉱石鉱物の産状及び組成について検討し, うち3試料については後述のEPMA試験を行った。

鉱石研磨片鑑定結果一覧表及び顕微鏡写真をApc. 2に示す。それぞれの試料の顕微鏡観察結果は次のとおりである。

石英脈2試料で金鉱物としてエレクトラムが認められた。1試料では石英中にエレクトラムが局部的に濃集しており, 粒径 5μ 前後の他形粒状, $20\times 300\mu$ の他形紐状~アメーバ状に単独で生じて, 他の鉱石鉱物とは隣接しない。このほかに含銀四面銅鉱がエレクトラム密集帯に近接して生じており, また, 褐鉄鉱が脈状~フィルム状に割れ目沿いに生じている。他の1試料では $5\times 100\mu$ の自形~半自形黄鉄鉱中に, 10μ 以下の不規則形のエレクトラムが黄銅鉱と共に包有されている。石英脈の母岩中には鉱染状に黄鉄鉱・黄銅鉱及び含銀四面銅鉱が生じており, 黄銅鉱と含銀四面銅鉱が隣接していることがある。

他の石英脈では, 黄鉄鉱, 硫砒鉄鉱-白鉄鉱-黄鉄鉱, 硫砒鉄鉱-黄鉄鉱等の硫化鉱物組み合わせがみられる。黄鉄鉱-石英脈では黄銅鉱や四面銅鉱が黄鉄鉱中に包有されている。硫砒鉄鉱-白鉄鉱-黄鉄鉱-石英脈では硫砒鉄鉱が単独あるいは白鉄鉱及び閃亜鉛鉱と密接に共生しており, 脈際母岩中では黄銅鉱を包有した黄鉄鉱及び硫砒鉄鉱が鉱染しており, 石英脈の近くで硫砒鉄鉱が量的に増える傾向がみられる。硫砒鉄鉱-黄鉄鉱-石英脈では黄鉄鉱中に閃亜鉛鉱や黄銅

鉍が包有されている。

珪質岩中には少量の自形～半自形黄鉄鉍が鉍染状に生じており、黄鉄鉍中に白鉄鉍・四面銅鉍及び黄銅鉍が包有されている。

黄鉄鉍脈では、母岩中に粒径最大700 μ の自形～半自形黄鉄鉍が脈状～ブール状に生じており、黄鉄鉍中に黄銅鉍・四面銅鉍・輝銅鉍・閃亜鉛鉍等が包有されている。

なお、鉍石研磨片鑑定を行った試料では金の鉍化が確認されているにも拘わらず、金鉍物が同定された試料が僅か2試料にすぎず、金含有量24.6g/tの試料でも金鉍物は認められなかった。

2-4-3 EPMA試験

エレクトラムが確認された、Mbanga Nord及びKongo Mbanga Est両鉍化帯の試料 (MT-13-285m及びMJS-6-153.5m) 及び金含有量24.6g/tの試料 (MJS-10-154.0m) についてEPMA試験を行い、エレクトラム中の金銀比及び硫化鉍物中での金の挙動について検討した。

エレクトラム中の金銀含有量は下表のとおりである。Mbanga Nord 鉍化帯の試料は非風化帯から、Kongo Mbanga Est鉍化帯の試料はラテライト層直下のサブプロライト帯から採取されたが、鉍化帯の違いや風化状況の違いにも拘わらず両試料の金銀比は極めて類似した値を示す。

MT-13-285m	1-1	1-2	1-3	2-8	2-9	2-10	3-13	3-14	4-15	4-16
Au wt%	72.02	71.78	72.70	72.53	73.42	73.33	72.78	72.27	67.05	73.05
Ag wt%	26.17	25.92	25.02	26.16	26.23	26.02	25.77	25.77	24.84	27.19
Total	98.19	97.70	97.72	98.69	99.65	99.35	98.55	98.04	91.89	100.24
Au atom%	60.11	60.26	61.41	60.29	60.52	60.68	60.73	60.57	59.65	59.54
Ag atom%	39.39	39.74	38.59	39.71	39.48	39.32	39.27	39.43	40.35	40.46
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
MJS-6-153.5m	1-18	1-19	2-20	2-21	2-22	1-23	3-24	3-25	3-26	3-27
Au wt%	73.05	73.04	73.76	72.77	73.31	73.56	73.87	72.91	76.29	73.34
Ag wt%	27.26	27.19	27.76	27.66	26.72	26.92	26.90	25.30	26.10	27.51
Total	100.31	100.23	101.52	100.43	100.03	100.48	100.77	98.21	102.39	100.85
Au atom%	59.47	59.53	59.27	59.03	60.04	59.94	60.06	61.21	61.55	59.35
Ag atom%	40.53	40.47	40.73	40.97	39.96	40.06	39.94	38.79	38.45	40.65
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

高品位石英脈中の金鉍物の挙動をみるために、MT-13-285m試料の含銀四面銅鉍・黄銅鉍、MJS-6-153.5m試料の褐鉄鉍、MJS-10-154.0m試料の硫砒鉄鉍・黄鉄鉍・白鉄鉍のそれぞれについて定性分析を行った結果、含銀四面銅鉍にはCu, Fe, Ag, Zn, Sb, As, Sが、黄銅鉍にはFe, Cu, Sが、褐鉄鉍にはFe, As, Sb, Ni, Mn, (P, Si, Cd)が、硫砒鉄鉍にはFe, As, S, Mn, (Si)が、黄鉄鉍にはFe, Ni, Sが、白鉄鉍にはFe, S, Cu, Asがそれぞれ検出された。しかし、今回定性分析を行った鉍物中には金は検出されなかった。このことは金がこれらの硫化鉍物に含有されているわけではなく、微粒ながらもエレクトラムとして単独又は黄鉄鉍等に包有されて存在することを示唆している。

2-4-4 流体包有物温度測定

Mbanga Nord 鉱化帯とその近辺に分布する石英脈について、その生成温度を知ることが目的として、トレンチ及びボーリングコアから石英脈試料を採取し、流体包有物の均質化温度を測定を行った。

調査地区内での均質化温度の立体的分布を知るために、トレンチではMT-4からMT-15にかけての全域、コアでは最も深くまで掘削されたMJS-10を中心にMJS-6,-7,-14の各孔から、酸化鉄汚染を受けていないか、少ない乳白色石英脈試料を採取した。

採取した試料総数は20個で、各試料について薄片上で測定可能な流体包有物を確認した後、測定可能な流体包有物が確認された14試料について、試料の立体的分布及び測定の適否を考慮して11試料を選んだ。

選ばれた11試料について、0.1°Cの昇降温度設定が可能な加熱装置を装着した顕微鏡を用いて流体包有物の均質化温度を測定した。測定された流体包有物のほとんどは一次包有物である。

測定結果を第二年度の測定結果も含めて石英脈の分析値と共に下表に、頻度分布図をApc. 5に示す。なお、表示された均質化温度には圧力補正は加えられていない。

試料番号	金含有量	試料深度	流体包有物均質化温度測定結果			備 考
			測定粒数	平均(°C)	範囲(°C)	
MT- 6-60NF	0.093g/t	地表	15	165.5	153 - 175	トレンチ試料
MT-12-124F	0.51 g/t	地表	13	165.6	153 - 182	トレンチ試料
MT-14-212F	0.031g/t	地表	11	164.5	152 - 178	トレンチ試料
MT-15- 62F	<0.016g/t	地表	21	164.4	151 - 184	トレンチ試料
MJS- 6-170.6F	25.96 g/t	83.5m	15	162.1	155 - 171	コア試料
MJS- 7-158.6F	0.75 g/t	79.3m	20	163.4	155 - 177	コア試料
MJS-10- 98.2F	0.016g/t	85.0m	16	168.1	152 - 180	コア試料
MJS-10-153.5F	24.60 g/t	132.9m	30	179.6	149 - 194	コア試料
MJS-10-220.7F	0.062g/t	191.1m	23	175.3	156 - 188	コア試料
MJS-10-270.9F	脈分析値無し	234.6m	29	181.1	163 - 192	コア試料
MJS-14-64.8F	<0.016g/t	64.8m	21	163.1	152 - 172	コア試料
MJS- 1- 68.7	1.68g/t	59.5m	8	155.5	138 - 170	第2年次に測定
MJS- 1- 88.0	0.38g/t	76.2m	15	153.8	139 - 163	第2年次に測定
MJS- 2-146.3	0.55g/t	126.7m	15	157.5	148 - 167	第2年次に測定
MJS- 3- 91.2	<0.03g/t	79.0m	15	172.6	142 - 189	第2年次に測定
MJS- 4- 52.85	7.68g/t	45.4m	15	157.6	146 - 166	第2年次に測定

地表4試料の測定結果は、164.4-165.6°Cのほぼ一致した値を示す。

MJS-3,-4,-6,-7,-10のコア試料の測定結果は、Fig.13に示すように、深さ45.4mの157.6°Cから深さ132.9mの179.6°Cにかけて、僅かに高温側に凸な曲線を描きながら均質化温度が上昇する傾向（地温勾配0.251°C/m）を示し、これ以深では191.1mで175.3°C、234.6mで181.1°Cとやや揺らぎながらほぼ一定の値を示す傾向がみられる。このような地温分布パターンは熱水活動地帯のディスチャージ域で普通に見られる。しかし、MJS-1及びMJS-2の均質化温度は他の孔井に比べてやや低い。

地表試料とコア試料の均質化温度を比較してみると、地表試料の均質化温度は、深さ45.4mから132.9mかけての温度勾配から推定される地表温度に比べて20°C程度低い。

地表試料とコア試料でのこのような違いについて試料の平面分布の面から検討してみると、地表試料は、Mbanga Nord鉱化帯の北部及び西端部からKongo Mbanga Est鉱化帯にかけての本調査地区の北東部から採取されており、この一帯が165°C前後の熱水活動の影響を受けたことを示している。一方、Mbanga Nord鉱化帯中のENE-WSW方向にピットが盛んに採掘された一帯から採取されたコア試料（MJS-3、-4、-6、-7、-10）の現地表面での均質化温度は、地温勾配から146°C前後と推定される。このうち、ピット直下から採取されたMJS-3の試料ではこれより若干高く、ENE-WSWに並ぶピットの南東側に当たるMJS-6、-7の試料では低い傾向が見られる。また、Mbanga Nord鉱化帯の南東端から採取されたMJS-1及びMJS-2の試料について上記地温勾配を適用して地表温度を求めると、それぞれ約120°C及び約110°C前後が得られる。。

これらの温度分布傾向から判断して、Fig.16に示すように、金の鉱化を伴った石英脈形成当時の熱水の現地表面での温度は、調査地区北西から南東方向に165°C前後から110°C前後まで低下していたと推定される。

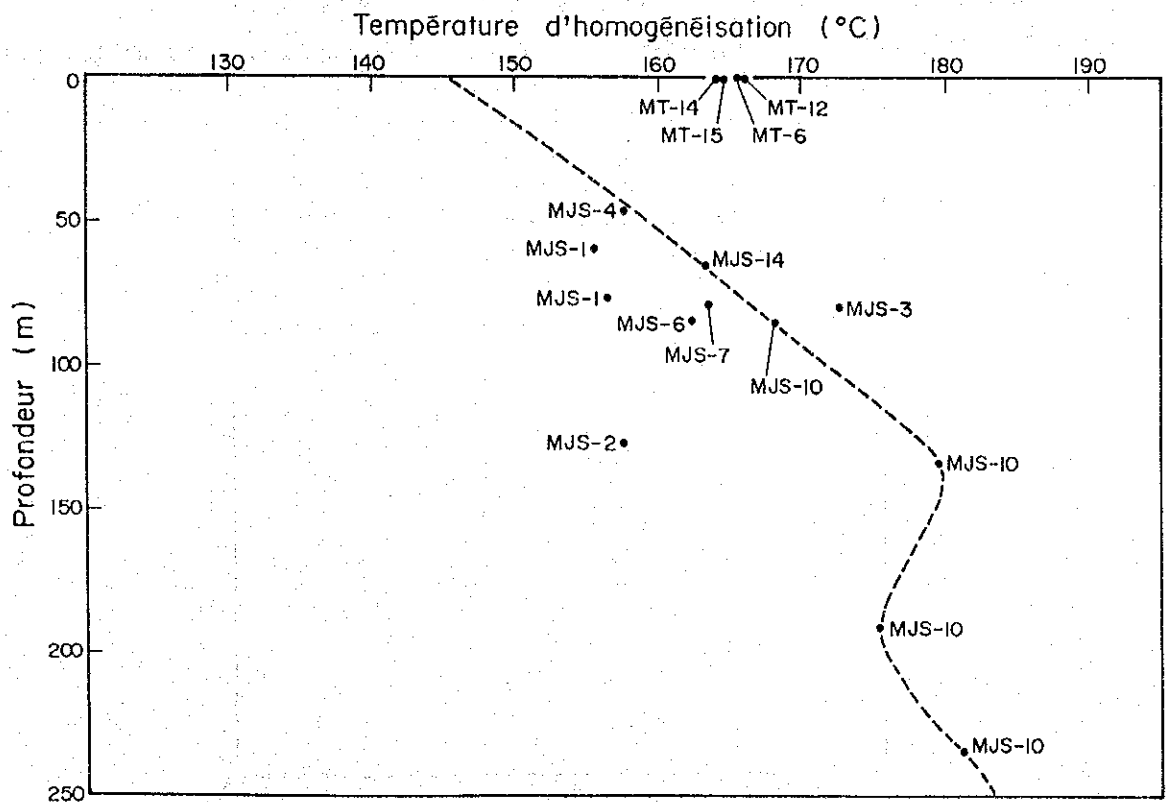


Fig.13 流体包有物均質化温度断面図

2-4-5 比重測定

鉱量計算の基礎数字の一つである岩石の比重を求めることを目的として比重測定が行われた。

比重測定として、垂直ボーリングMJS-12~MJS-17の6孔のコア29試料について比重測定が行われたほか、既に触れたように、コア記載時に500gまで測定可能なバネ秤を用いて2m毎の153試料についての簡易比重測定（簡易比重測定によって得られた比重を以下で見掛比重という）も行われた。なお、比重測定が行われた29試料のうち、14試料はサブロライト帯、5試料は漸移帯上部、10試料は漸移帯下部から採取された。

29試料の比重は、自然・乾燥及び強制湿潤の3状態の空中試料重量と、強制湿潤試料の水中重量の値から計算され、自然・乾燥及び湿潤の3状態の比重、各試料での飽和度・有効間隙率及び吸水率が求められた。ただし、測定を行った29試料のうち、サブロライト化が著しい8試料は水浸中に崩壊したため湿潤水中重量の精度が低下している。

29試料の測定結果をApc. 6に、簡易比重測定結果をボーリング柱状図にそれぞれ示した。以下では、他の測定結果を参考に鉱量計算に必要な乾燥比重について検討する。

29試料の比重測定の結果、サブロライト帯での乾燥比重は平均 1.82g/cm^3 （10試料、範囲 $1.66\text{--}2.18\text{g/cm}^3$ ）、漸移帯上部では平均 2.02g/cm^3 （4試料、範囲 $1.66\text{--}2.26\text{g/cm}^3$ ）、漸移帯下部では平均 2.14g/cm^3 （8試料、範囲 $1.82\text{--}2.41\text{g/cm}^3$ ）を示す。ただし、平均値の計算では、水浸中の崩壊のため精度が低下した試料及び異常に低い乾燥比重を示す7試料は除いた。

乾燥比重と見掛比重との関係をFig. 14に示した。なお、この散布図には上述の7試料は含まれていない。

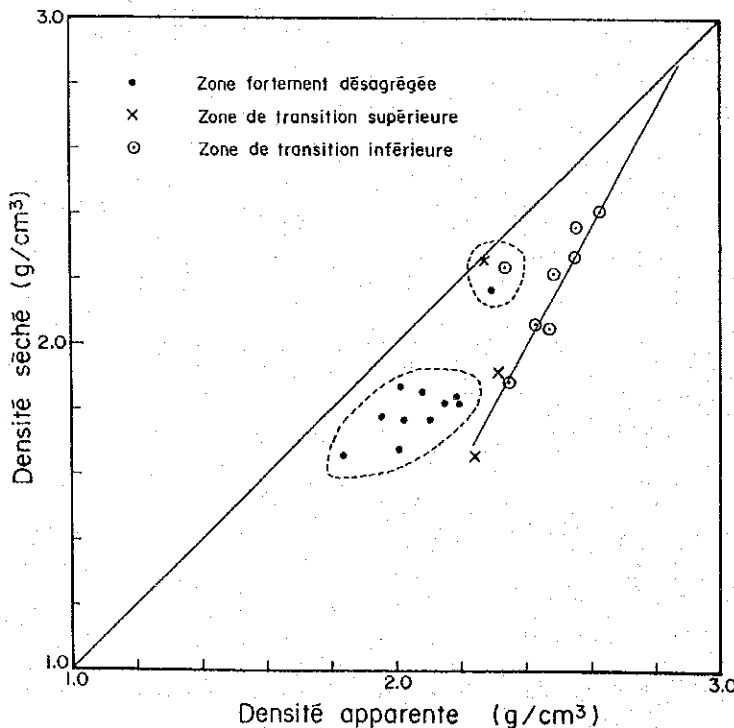


Fig. 14 乾燥比重と見掛比重の相関散布図

Fig. 14に見られるように、乾燥比重は全て見掛比重よりも低い。これは見掛比重が自然状態で測定されたため十分に乾燥していないことや、見掛比重測定で十分な水浸時間がとれなかったため有効空隙率が過小評価されていること等の影響が出ているものと考えられる。

散布図上では大きく3グループに分かれる。第一のグループは、見掛比重 2.24g/cm^3 以上でほぼ直線的に配列する9試料からなる。分散の極めて小さな直線上配列を示すことから、乾燥比重は、

$$\text{乾燥比重 (g/cm}^3\text{)} = 1.8 \times \text{見掛比重 (g/cm}^3\text{)} - 2.32 \quad (2.9\text{g/cm}^3 \geq \text{見掛比重} \geq 2.3\text{g/cm}^3)$$

の式で近似することができる。このグループの試料の有効空隙率は、見掛比重 2.24g/cm^3 での42.8%のから見掛比重 2.63g/cm^3 での12.2%にかけてリニアに低下し、両者には反比例関係があることを示している。なお、このグループに含まれる試料のほとんどは風化帯区分での漸移帯下部から採取され、ごく少数の試料が漸移帯上部に含まれる。

第二のグループは見掛比重 2.20g/cm^3 以下の10試料からなる。見掛比重 $1.84\text{--}2.20\text{g/cm}^3$ ・乾燥比重 $1.66\text{--}1.87\text{g/cm}^3$ の比較的小さな範囲に、正の相関を持った、分散の大きな分布を示す。このグループでも見掛比重が高くなるに連れて有効空隙率が45%から33%前後に低下する傾向が認められるが、先のグループほど両者の関係は明瞭ではない。散布図にみられるこのグループの分散の大きな分布は、自然状態での5-17%に達する高い含水率や、33-45%に達する高い有効空隙率に起因するものと考えられる。なお、このグループに含まれる試料のほとんどは風化帯区分でのサブロライト帯から採取され、ごく少数の試料が漸移帯上部に含まれる。

第三のグループは、見掛比重と乾燥比重がほぼ等しい3試料からなり、その分布にはとくに傾向は認められない。

なお、風化帯は、MJS-12孔の記載で述べたように、地質的に、サブロライト帯・漸移帯上部及び漸移帯下部に区分され、その下位に非風化帯がある。しかし、比重測定の結果をみる限りでは、漸移帯上部はサブロライト帯と漸移帯下部との中間的な値を示し、余り厚く発達したものはなく、風化の外見や有効空隙率はサブロライト帯に近い。したがって、鉱量計算では、強風化帯（地質的区分でのサブロライト帯と漸移帯上部）、弱風化帯（地質的区分での漸移下部）及び非風化帯の3区分にするのが適切であり、現実的である。

強風化帯の乾燥比重は、見掛比重と乾燥比重の分散が大きいため見掛比重から計算することが難しい。したがって、サブロライト帯及び漸移帯上部を代表するとみなされる第二グループの乾燥比重の平均 1.78g/cm^3 （範囲 $1.76\text{--}1.87\text{g/cm}^3$ ）を強風化帯の平均比重とするのが適切であろう。

弱風化帯の乾燥比重は、59試料の見掛比重の平均値 2.42g/cm^3 （範囲 $2.06\text{--}2.70\text{g/cm}^3$ ）を用いて上記第一グループの近似式から、 2.05g/cm^3 と計算される。

非風化帯については、乾燥比重は求められていないが含水率や有効空隙率は第一グループの最も高い見掛比重の試料に酷似していることから、第一グループの近似式を外挿できると考えられる。したがって、6試料について測定された見掛比重の平均値 2.85g/cm^3 （範囲 $2.81\text{--}2.92\text{g/cm}^3$ ）を用いて、 2.81g/cm^3 と計算される。

2-4-6 微量成分分析

(1) 全硫黄

金の分析に供された本年度及び昨年度のコア試料のうち、風化の影響を受けていない504試料について、硫化物の量と金の鉱化の関係を調べる目的で全硫黄の分析を行った。分析結果をApc. 12に他の分析結果及び全硫黄の黄鉄鉱 (FeS_2) 換算値と共に示す。

ボーリングコアを観察した結果では、非風化帯中に鉱染状～細脈状～フィルム状に硫化鉱物が生じている。鉱染状の産状を示す硫化鉱物のほとんど全てが黄鉄鉱で、Birrimien累層群に属する片状構造の発達した火山性堆積岩類中に普遍的に生じており、また、フィルム状～細脈状黄鉄鉱もしばしば認められる。石英脈・脈際母岩及び珪化帯にも主に黄鉄鉱からなる硫化鉱物が生じており、とくに脈際母岩中に鉱染状～細脈状に多く認められる。

なお、本地区には遊離硫黄が全く観察されないほか、黄鉄鉱以外の硫化鉱物及び硫黄を含む鉱物は極めて少なく、分析された全硫黄の大部分は黄鉄鉱に起因するものと考えられる。

全硫黄が検出限界値 (0.01%) 以上の460試料の全硫黄に関する統計量を金含有量範囲と関連づけて下表に示す。

金含有量範囲 (g/t)	試料数 (個)	最小値 (%)	平均 (%)	最大値 (%)	標準偏差 (%)	金との相関係数
制約無し	460	0.01	0.345	3.03	0.3987	—
$\text{Au} \geq 0.016$	229	0.01	0.403	3.03	0.3728	0.0320
$\text{Au} \geq 0.10$ ¹⁾	105	0.01	0.422	3.03	0.4223	0.2196
$\text{Au} \geq 0.10$ ²⁾	101	0.03	0.512	3.03	0.4226	0.6000
$\text{Au} < 0.10$	124	0.03	0.325	2.13	0.3050	-0.0236

註； 1) $\text{T.S.} \geq 0.01\%$ の全試料, 2) 金品位は高いが全硫黄が極めて低い4試料を除く

全硫黄が分析された試料のうち、全硫黄が検出限界 (0.01%, FeS_2 換算値 0.019%) 以上の試料は460個で、その最高値は3.03% (FeS_2 換算値 5.07%) である。検出限界値以上の全硫黄を含む試料のうち、金が検出限界 (0.016g/t) 以上を示す試料は229個、金が0.10g/t以上の試料は105個である。

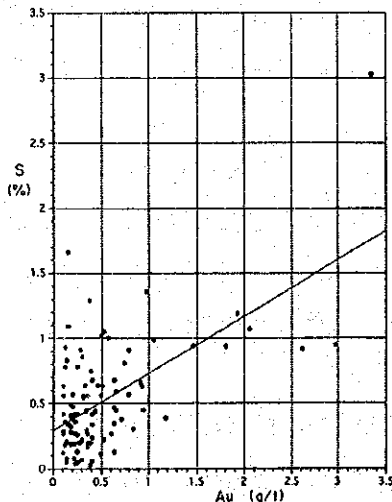


Fig. 15 金と全硫黄相関散布図

$\text{Au} \geq 0.10\text{g/t}$ までの統計量を見る限りでは、金含有量範囲の制約が強くなるに従って全硫黄の平均値と相関係数が増加し、金と全硫黄の間に相関があることを示唆している。また、標準偏差は、金の制約がない場合から $\text{Au} \geq 0.016\text{g/t}$ にかけて分散が小さくなっているが、 $\text{Au} \geq 0.10\text{g/t}$ では逆に分散が大きくなっている。

これらの統計量に見られる傾向を地質的にみると、硫化鉱物のなかには金の鉱化作用とは無関係なもの、

これらの傾向を地質的にみると、硫化鉱物のなかには金の鉱化作用とは無関係なもの、

すなわち火山性堆積岩自身に起因する硫化鉱物が存在している。このため、 $Au \geq 0.016g/t$ の広い金含有量範囲では、全硫黄は金と相関しないと考えられる。しかし、 $Au \geq 0.10g/t$ の何らかの金の鉱化作用を受けた試料に限ってみると、金との相関係数が飛躍的に高くなり、金の鉱化作用と硫化鉱物量を表す全硫黄が正の相関を持っていることを示す。一方、試料のなかには金品位が高いにも拘わらず全硫黄の少ない試料が少数ながらあり、これらを除いて全硫黄の統計量を再計算すると、金との相関係数は0.6000と飛躍的に向上し、金の鉱化作用と全硫黄の間には高い相関性があることを示している。この時の散布図を前頁に示した。

また、 $Au \geq 0.10g/t$ の領域で標準偏差が高くなっている原因として、硫化鉱物には石英脈等の金の鉱化作用に伴われたもの、鉱化作用に伴われた熱水によって硫化鉱物が単独に濃集したものの等の多様な全硫黄の濃集原因が作用しているものと推定される。

なお、 $Au < 0.10g/t$ の本地域の後背値的な金品位しか示さない試料の、検出限界値以上の全硫黄の平均値は0.325% (FeS₂換算値 0.678%) で、当然ながら金との相関性は全く認められない。

(2) Ag, Cu, Pb, Zn, As, Cd

Mbanga Nord鉱化帯で最も深くまで掘削されたMJS-10孔の地表から孔底までの33試料を採取し、Ag, Cu, Pb, Zn, As, Cdの6微量成分について、同時に分析されたTotal S, Auと共に、それぞれの相関性、深度方向における挙動の違いについて検討した。これらの標準統計量は次のとおりである。

パラメーター	試料数	最小値	平均*	最大値	備考
Ag (g/t)	33	< 0.1	0.07	0.5	検出限界値以上2試料
Cu (ppm)	33	41	54	75	
Pb (ppm)	33	< 1	1.8	21	検出限界値以上9試料
Zn (ppm)	33	60	86	190	
As (ppm)	33	2	196	1,380	
Cd (ppm)	33	< 0.1	0.07	0.5	検出限界値以上2試料
Au (g/t)	33	< 0.016	0.171	1.415	検出限界値以上18試料
S (%)	24	0.01	0.30	1.02	

検出限界値以下の試料は検出限界値の2分の1の値を与えて平均値を求めた

Ag及びCdはほとんどの試料が検出限界以下で僅か2試料が0.01-0.50ppmを示したにすぎない。

Cu及びPbはいずれの試料でも低く最高値もそれぞれ75ppm及び21ppmと低い。

Auは33試料中18試料が検出限界以上で、11試料が0.1g/t以上を示し、平均値は0.171g/tである。

Ag及びCdを除く6成分に深度を加えて求めたパラメーター相互の相関係数を下表に示す。

パラメーター	Cu	Pb	Zn	As	Au	全硫黄	深度
Cu	1.0000	(33)	(33)	(33)	(33)	(24)	(33)
Pb	-0.1590	1.0000	(33)	(33)	(33)	(24)	(33)
Zn	0.1136	0.5335*	1.0000	(33)	(33)	(24)	(33)
As	-0.2029	0.1758	-0.1546	1.0000	(33)	(24)	(33)
Au	0.0262	0.0931	0.0367	0.5086*	1.0000	(24)	(33)
全硫黄	-0.2291	0.1102	-0.2715	0.5061*	0.5641*	1.0000	(24)
深度	0.1398	0.0079	-0.4098*	0.2111	0.1481	0.2455	1.0000

註) *印は95%有意水準で有意な相関を示す。()内は相関の計算に用いた試料数

これらの各パラメーターの間で95%有意水準で有意な相関を示すパラメーターの組み合わせは、相関係数の高い順に、T.S-Au, Pb-Zn, Au-As, T.S-As及び深度-Znである。これらの相関が高いパラメーターは、その組み合わせから金-全硫黄-砒素、鉛-亜鉛、亜鉛-深度の3群に分けられる。金と全硫黄との高い相関関係は前節に示されたとおりであり、これに更に砒素が密接に関連していることが相関係数のなかに示された。Au-Asの有意な相関は、熱水性金鉱床では普通に見られることであり、鉱石研磨片観察で含金石英脈に硫砒銅鉱が伴われていることを微量成分の相関として裏付けている。また、鉛-亜鉛がバックグラウンド的レベルで高い相関を有する例は火山岩類でしばしば認められる。また、亜鉛が深度と高い相関を有する現象は、風化帯等の酸化性環境下で亜鉛がしばしば富化される現象と調和的である。

なお、銅含有量は地表部から深度300mにかけて70-40ppmのレベルにあり、亜鉛及び鉛にしても極めて低いレベルにあり、塊状硫化鉱床等とは全く異なった相関傾向を示す。また、各パラメーターの相関傾向は、原生代の地層が分布するクラトンとは地質環境が全く異なった、日本の夔川鉱床で代表される新生代の島弧における浅熱水性金鉱床のそれに似ている。

(3) その他

現地ピットで盛んに採掘されている金鉱石についての現地民の金の実収率をみるために、トレンチ調査で着脈した高品位金鉱石を用いて、Mbang集落で最も挽掛の技術に優れた現地民による金の回収率試験を行った。

試料はMT-13の288m地点からの金鉱石である。元鉱をハンマーで小割りした後、7kgをジョークラッシャー及び鉄乳鉢で微粉碎し、小麦粉用篩を通して約120メッシュアンダーに調整した。この試料を縮分して160gの分析用試料を取り、残量から挽掛によって粗金を採集した。挽掛の際には、水の表面張力を低下させるために「オモ」と呼ばれている粉石鹼が用いられており、また、挽掛後の金含有量を上げるためにスピーカーから取ったと思われる高磁束密度の磁石が用いられている。

試験結果は下表のとおりで、現地民による鉱品位鉱の挽掛による実収率は40%前後と推定され、元鉱に含まれる金の60%前後が未回収のまま現地に残されていることを示す。

試料番号	試料重量 (g)	元鉱品位 (g/t)	元鉱金量 (g)	精鉱重量 (g)	精鉱品位 (%)	回収金量 (g)	回収率 (%)
MT-13-T2	6,840	193.33	1.32	1.05	50.3	0.53	40.0
MT-13-T5	6,840	185.00	1.27	1.16	38.6	0.48	38.6
MT-13-T7	6,840	190.38	1.30	1.17	45.1	0.53	40.6
平均			3.89			1.54	39.6

2-5 地質的予想鉱量

2-5-1 風化帯深度と比重

既に述べたように、Mbanga Nord 鉱化帯に発達する風化帯は、地質的にサブロライト帯、漸移帯上部、漸移帯下部の3帯に区分される。しかし、比重の面からみると、サブロライト帯と漸移帯上部を併せた強風化帯、漸移帯下部に相当する弱風化帯の2帯に区分され、その下位に非風化帯が存在する。

それぞれの風化帯の深度は、掘削されたボーリング毎に若干異なるが、強風化帯の平均深度は32.3m (範囲 25-45m)、弱風化帯下底の平均深度は53.9m (範囲 34-81m) である。それぞれの平均比重は、比重測定の結果で述べたように、強風化帯で 1.78g/cm^3 、弱風化帯で 2.05g/cm^3 、非風化帯で 2.81g/cm^3 である。

通常、鉱量計算では鉱石比重が用いられるが、Mbanga Nord 鉱化帯のトレンチ及びコアの記載にみられるように、鉱化作用は石英脈と密接に関連しているものの、鉱化部に占める石英脈の比率が極めて小さいため、岩石比重を鉱石比重とみなすことができる。

2-5-2 計算方法

計算の対象としたのは、Mbanga Nord 鉱化帯でこれまでに掘削されたトレンチ及びボーリングの分析値でAu 0.3g/t以上を示す鉱化部である。

トレンチ及びボーリングが全て 155° の方向に掘削されていることから、傾斜ボーリング及びトレンチが単独又は共に掘削された位置での 155° 方向の10断面を想定し、それぞれの断面に含まれるトレンチ及びボーリングの分析値から0.3g/t以上の金の鉱化部を選んで鉱化区間長を求め、それぞれの鉱化部の区間長の加重平均から断面での平均品位を計算した。

次に、トレンチの鉱化区間長合計を地表面での水平長、ボーリングの鉱化区間長合計を探索深度下限の水平面に投影した区間長を下底とし、両者の値から通常の場合の台形計算によって、強風化帯・弱風化帯及び非風化帯の面積をそれぞれの深度から求めた。なお、ボーリングの鉱化区間長の平面投影をボーリング孔底での水平面としたのは、傾斜孔の多くが孔底に近い部分まで着鉱していることによる。

互いに隣り合った断面についてそれぞれ求められた各風化帯区分毎の鉱化部面積の平均に断面間距離を乗じて、断面間の鉱化部の体積を求め、これに比重を乗じて鉱量とした。この時の品位をそれぞれの断面での鉱化部面積の加重平均によって求めた。

なお、東端については西に隣り合う断面間距離の半分の距離まで計算し、端部の深度を0mとした。西端はMT-12断面とし、そこでの深度を東端と同様に0mとした。

2-5-3 地質的予想鉍量計算結果

地質的予想鉍量計算結果は下記とおりである。

鉍石区分	鉍量(t)	品位(g/t)	金量(t)	備考
強風化帯	863,779	1.41	1.218	平均下限深度 32.3m
弱風化帯	702,987	1.36	0.957	平均下限深度 53.9m
風化帯計	1,566,766	1.39	2.175	
非風化帯	2,533,294	1.49	3.767	平均計算下限深度 116.2m
総合計	4,100,060	1.45	5.942	

計算された鉍量の大部分は、既に述べたように、トレンチ掘削範囲の南半部に賦存する。

なお、上記鉍量は現在まで得られている分析値を用いて地質的に推定されたもので、採掘の際の諸元は全く考慮されていないが、風化帯での鉍量は発破等による岩石の破碎を必要としない、比較的採掘が容易な鉍量であると考えられる。

2-6 調査結果の総合検討

(1) 地質、構造及び風化帯

調査地域には、下部原生界のBirrimien累層群に対比される火山性堆積岩類が広範囲に亘って分布し、閃緑岩、石英安山岩、安山岩、粗粒玄武岩等がこれに貫入している。これらを不整合に覆って白亜紀と考えられる酸性凝灰岩がメサ状の台地に分布し、地域内にみられる小沢には第四紀の河成堆積物が分布する。

Birrimien累層群に属する火山性堆積岩類は、安山岩質凝灰岩を主とし、安山岩溶岩、砂質凝灰岩、凝灰質砂岩・硬砂岩・凝灰岩-チャート互層・酸性凝灰岩等を挟在する。一般に緑色片岩相に属する変成を受けており、層理にほぼ平行な片状構造が発達している。

片理面から推定されるBirrimien累層群の構造は、ENE-WSW~E-Wの走向で北に急傾斜し、Mbanda Nord鉍化帯とKongo Mbanda Est鉍化帯の間に背斜軸をもつ、緩い背斜構造を示すと推定される。また、Mbanda NordとKongo Mbanda Est両鉍化帯の間にN-S方向の断層が推定されている。

地表部付近に分布するこれらの岩石は著しい風化作用を受けており、その影響は深さ40m~80mまで及ぶ。これらの風化帯は、地質的に、サブロライト帯、漸移帯上部、漸移帯下部に区分され、その下位に非風化帯が分布する。漸移帯下部及び非風化帯には、ネットワーク状方解石微細脈が普遍的にみられ、また、非風化帯では主に黄鉄鉍からなる硫化鉍物が全般に認められ、一部割れ目沿いには局所的な酸化が認められる。

一方、風化帯を比重の面からみると、上述のサブロライト帯及び漸移帯上部に相当する強風化帯、漸移帯下部に相当する弱風化帯及び非風化帯に分けられる。

また、風化帯を覆って、酸化鉄小団塊や珪質岩片を多量に含む、"in situ"の風化相の一つと考えられるラテライト層が全域に発達している。Mbanda Nord鉍化帯東部では厚さ0.5~1.5mと薄いが、その西部及び南方にかけて2m以上に厚く発達する。ラテライト層には下位のサブロライト帯に連なる石英脈がしばしば伴われ、その下底部にしばしば金の二次富化が認められる。

(2) 石英脈及び流体包有物均質化温度

調査地域に分布するBirrimien累層群中には、石英脈（最大脈幅60cm）が全域に亘って生じているほか、ネットワーク状石英細脈や珪化帯が生じている。石英脈の多くは、E-W又はENE-WSWの走向で北に急傾斜しており、一部にN-SやNE-SWの走向を示すものも認められる。

これらの石英脈の脈際や珪化帯での母岩はしばしば変質して淡緑色になっているほか、硫化鉍物（主に黄鉄鉍）が鉍染状~細脈状~フィルム状に生じている。風化帯では、これらは著しく酸化されて、酸化鉄の沈殿を伴った珪化帯、酸化鉄-石英脈、著しい酸化鉄汚染を受けたサブロライトあるいは割れ目沿いに酸化鉄の著しい沈殿を伴った岩石等に変わっている。

Mbanda Nord及びKongo Mbanda Est両鉍化帯の石英脈の流体包有物均質化温度は、153.8~181.1℃を示す。Mbanda Nord鉍化帯では、深さ約45mから191mにかけて0.251℃/mの温度勾配で均質化温

度が上昇し、その下部で180°C前後のほぼ一定した値を示す。このような温度パターンは、熱水のディスチャージ域で通常みられ、同鉱化帯が熱水の上昇域の一つであったことを示唆している。この温度勾配から推定される現在の地表面での熱水活動期の地温は、北西部で165°C前後と高く、南東部で110°C前後と低い傾向を示し、同鉱化帯中央部から西部にかけてピット密集部では145~150°Cであったと推定される。

これらの石英脈・珪化帯及び硫化鉱物は、その産状・変質・流体包有物の存在等から、大部分が熱水活動によって生じたものと考えられる。

(3) 金の鉱化作用

(3) - 1 Mbangi Nord 鉱化帯

金の鉱化は、トレンチ掘削範囲の南半部に主にみられ、トレンチでの0.1g/t以上の金の鉱化は、MJS-11掘削点付近とMJS-6掘削点の北約30mを結ぶENE-WSWの線の南側にのみ認められる。また、トレンチ及びボーリングで確認された0.3g/t以上の金の鉱化部の多くは過去に採掘されたピット密集部の延長に位置するほか、これらのピット密集部の間にも新たな鉱化部が発見された。なお、今年度のトレンチ及びボーリングで着鉱した0.30g/t以上の金の鉱化部は、トレンチで総延長184m (平均品位1.22g/t, 最高18.01g/t) で、ボーリングで総延長131.35m (平均品位1.29g/t, 最高25.69g/t) である。

これまでの調査で0.3g/t以上の金の鉱化が確認された範囲は、ENE-WSW方向に延長約950m、NNW-SSE方向に幅約200mである。しかし、鉱化の東限は未確認であり、また、南及び西への広がりはいずれもライト層に阻まれて確認されていない。

これまでのトレンチ及びボーリングによって確認された着鉱部と既知鉱脈との関連から推定される金鉱脈の分布や、本鉱化帯の東部・中央部及び西部の多数のピットにみられる配列や、そこにみられる金鉱脈の分布等は、これらの金鉱脈がENE-WSW方向に雁行配列していることを示す。

これらの金の鉱化は、珪化帯や石英脈及びその近傍の母岩中に主に認められるが、石英脈や珪化帯が鉱化部及びその近傍に伴われていないものも多い。石英脈や珪化帯が認められない鉱化部は、非風化帯では大部分が鉱染状~細脈状~フィルム状の硫化鉱物(主に黄鉄鉱)を伴い、全硫黄含有量も相対的に高い。なお、硫化鉱物として顕微鏡下で確認された鉱物は、黄鉄鉱、白鉄鉱、硫砒鉄鉱、閃亜鉛鉱、含銀四面銅鉱、四面銅鉱及び黄銅鉱である。

このように金の鉱化作用に珪化帯や石英脈のほかに硫化鉱物量が密接に関連していることは、 $Au \geq 0.1g/t$ の試料で金と全硫黄が0.6000の高い相関係数を示すことから裏付けられる。なお、顕微鏡下で確認された金鉱物はエレクトラム(金銀比2.64~2.92)で、黄鉄鉱中に大きさ $10\mu m$ 前後のものが包有されているほか、石英脈中に $20 \times 300\mu m$ 以下の自然金として単独に生じている。鏡下で確認された硫化鉱物及び褐鉄鉱そのものに金が含まれているかどうかをEPMAで調べたが、それぞれの鉱物からは金が検出されなかった。

なお、このような金の鉱化に関連した硫化鉱物は、石英脈をもたらした熱水活動によって生じたものと考えられる。

これまで本鉱化帯で掘削されたトレンチ及びボーリングの全分析値を用いて、ボーリング掘削深度までの地質的推定鉱量計算した結果は次のとおりである。

強風化帯鉱量	約 864千トン (金品位 1.41g/t, 金量 1.218t, 深さ平均 32.3m)
弱風化帯鉱量	約 703千トン (金品位 1.36g/t, 金量 0.957t, 深さ平均 53.9m)
非風化帯鉱量	約 2,533千トン (金品位 1.49g/t, 金量 3.767t, 深さ平均 116.2m)
鉱量合計	約 4,100千トン (金品位 1.45g/t, 金量 5.942t)

このうち、採掘が比較的容易な風化帯の合計鉱量は1.567千トン (金品位1.39g/t, 金量2.175t) である。

なお、トレンチとボーリングの着鉱区間の平均品位の比較や、垂直ボーリングでの風化帯の金品位分布をみる限りではサブロライト中での金の二次富化は認められないほか、トレンチ及びボーリングでの金の鉱化には岩質による違いも認められない。

(3) - 2 Kongo Mbanga Est 鉱化帯

本鉱化帯では、今回のトレンチによって2m区間品位Au 57.54g/t (石英脈品位平均Au 198.25g/t) のN-S系石英脈が確認され、この石英脈を含む10mの区間がAu 2.02-57.541 (平均16.38g/t) を示す。このほかAu 0.33-0.51g/tの金の鉱化が数箇所認められ、また、金品位は低いものの幅1.2mに達する優勢な石英脈密集帯も認められる。高品位含金石英脈が存在していることから注目される鉱化帯である。

本鉱化帯とMbanga Nord 鉱化帯との関係については、両鉱化帯の間に河成堆積物やラテライト層が厚く発達するために確認することは出でなかった。しかし、本鉱化帯は、地理的にMbanga Nord 鉱化帯のAu 0.1g/t以上の鉱化の北限線よりも北西側に位置し、また、同鉱化帯での金鉱脈の雁行配列の西方延長よりもかなり北側に位置しており、さらに、両鉱化帯の間に断層が推定されていること等から判断して、両鉱化帯はそれぞれ独立している可能性が高い。

(3) - 3 U-11地化学異常帯

U-11地化学異常帯の探査を目的としたMT-16及びMT-17の2孔のトレンチでは、最も高い地化学異常 (Au 401ppb) を示した地点近傍を掘削したMT-16で最高6.35g/tの金品位を示す石英脈が発見され、石英脈の破片を含むラテライト層中で4mに亘って2m区間金品位が1.56-5.46g/t (平均3.51g/t) を示したほか、5区間でAu 0.3-6.67g/tを示した。また、MT-17でも石英脈片を含むラテライト層中の1区間でAu 3.27g/tの金の鉱化が認められた。

このことは、U-11地化学異常帯のラテライト層の下部に高品位な含金石英脈が存在することを示唆しており、また、両トレンチでは石英脈品位に比べて2m区間金品位の方がしばしば高く、ラ

テライト層中、とくにその下底部に金の二次富化が起きていることを示している。

さらに、U-11地化学異常帯でのトレンチで含金石英脈が発見されたことは、金鉱床探査の初期段階での土壤地化学探査が極めて有効であることを実証している。

(4) 金の鉱化作用と熱水活動

今回の調査地区には、ENE-WSW方向に雁行配列した熱水性鉱脈型金鉱床がMbunga Nord鉱化帯に分布している。

同鉱化帯での金の鉱化部と石英脈や珪化帯との関係は次に示すように多様である。

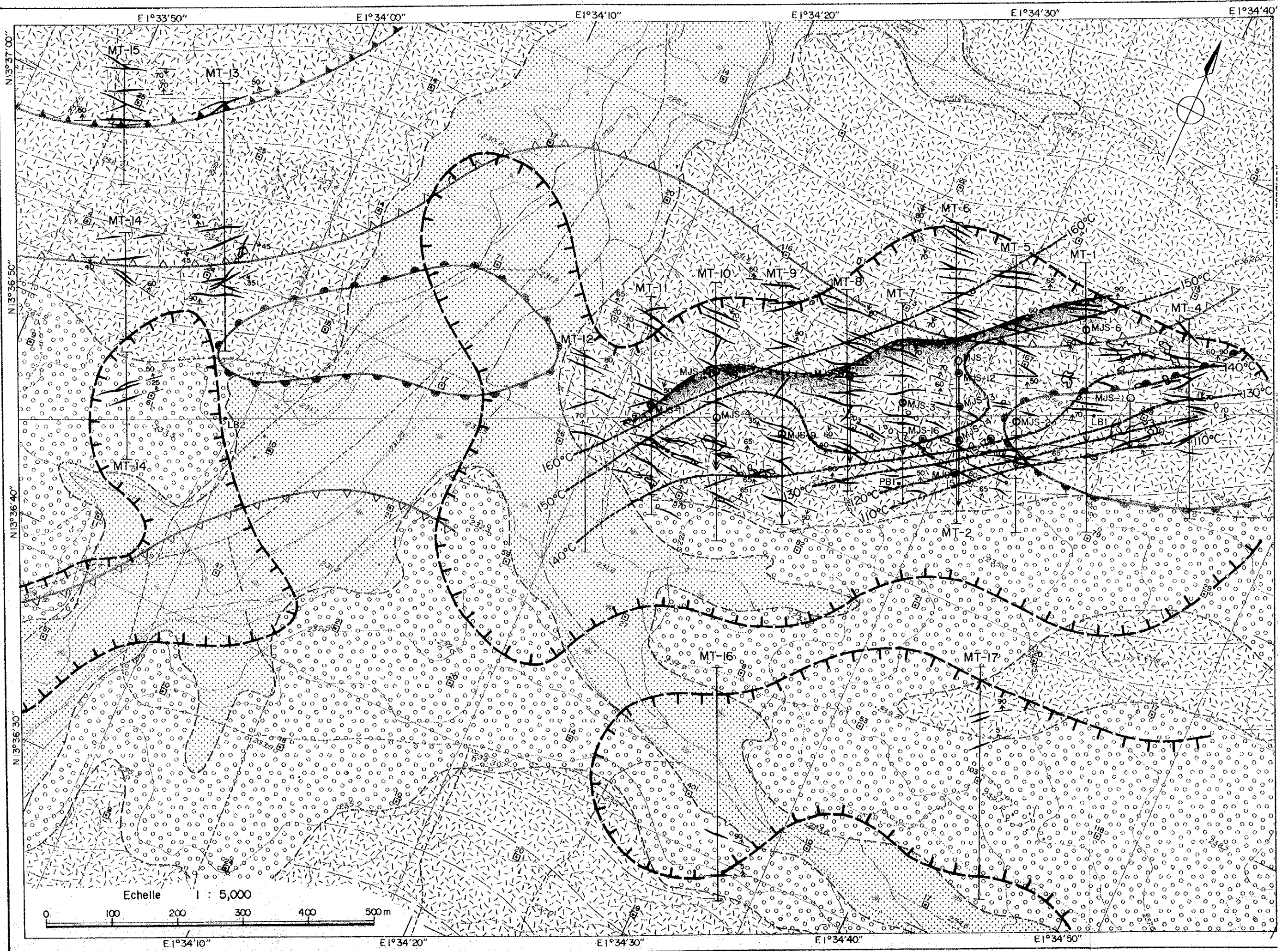
- ① 脈際変質や硫化鉱物の鉱染を伴う石英脈や珪化帯に金の鉱化がみられるもの、
- ② 石英脈には金の鉱化がみられないが周りの母岩中に鉱化がみられるもの、
- ③ 石英脈を伴わない母岩中に金の鉱化がみられるもの、
- ④ 石英脈や珪化帯が発達しながら鉱化が認められないもの、等。

金の鉱化と石英脈や珪化帯でのこのような多様性は、金と全硫黄が高い相関を示すこと等から、裂か系や母岩に浸透した鉱化熱水の沈殿の場における物理化学的状態の多様性を反映しているものと推定される。すなわち、石英脈の沈殿には温度降下で代表される熱水の物理的变化が、金の沈殿には硫化鉱物の沈殿とほぼ同時に起きた金錯体の分解で代表される熱水の化学的变化がそれぞれに寄与しているものと考えられる。

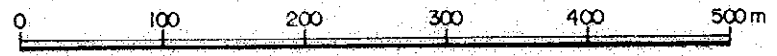
鉱化熱水が深部から上昇して熱水の物理・化学的变化が生ずる際に、両者が同一の場で同時に起きた場合には含金石英脈が、物理的变化が優先した場では石英脈が、また、化学的变化が優先した場では金と硫化鉱物が沈殿し、今回の調査地区にみられるような、多様な金の産状や不毛な熱水性石英脈等をもたらしているものと推定される。

このような熱水活動は、Mbunga Nord鉱化帯南部をENE-WSW方向に走る断層あるいは構造線等の構造沿いに起きたものと推定され、この構造によって生じた、雁行配列した裂か系を沈殿の場として鉱脈型金鉱床が形成されたものと考えられる。

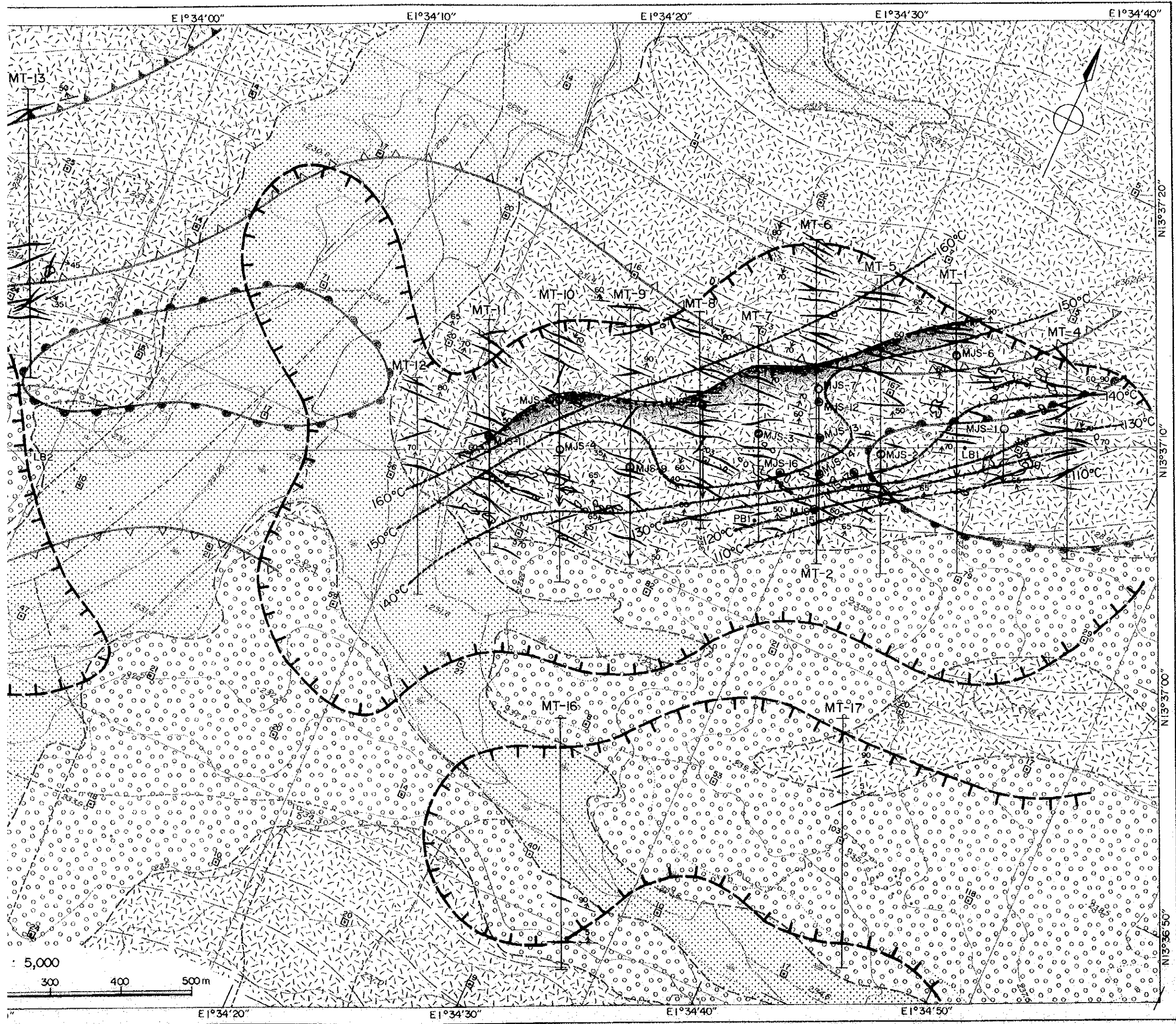
この熱水活動の熱源として、これまで物理探査の高比抵抗異常の分布からMbabga地区南部に潜在すると推定された完晶質貫入岩類が想定されている。しかし、Mbunga Nord鉱化帯での流体包有物の均質化温度から考えられる鉱化時の地温の分布傾向は、この想定とは必ずしも調和的ではなく、Mbunga Nord鉱化帯ではより小規模な熱水系が形成されている可能性を示している。



Echelle 1 : 5,000



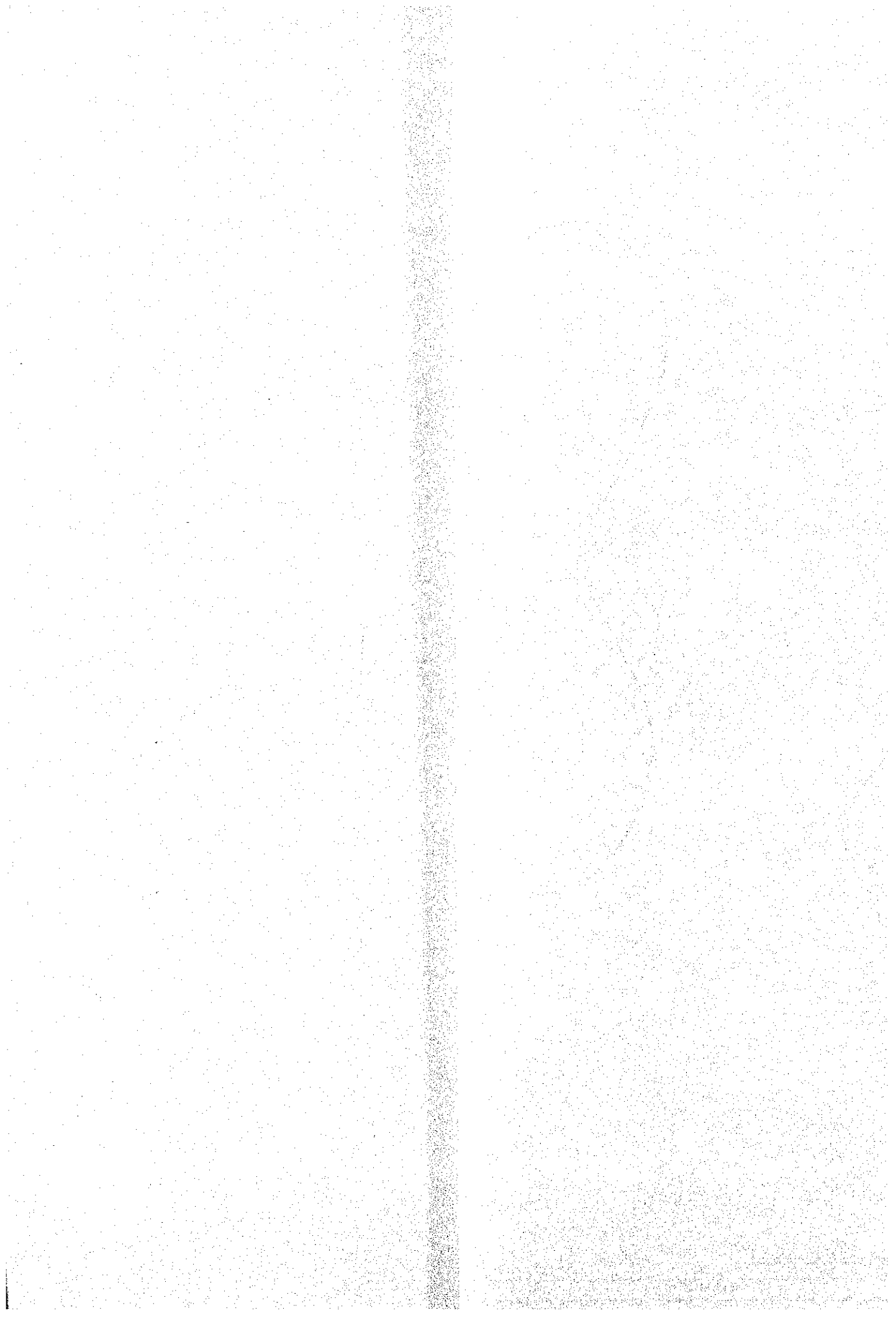
E 1°34'10" E 1°34'20" E 1°34'30" E 1°34'40" E 1°34'50"



LEGENDE

- Dépôt alluvionnaire
- Latérite
- Tuf andésitique schisteux et andésite schisteux
- Veine de quartz
- Direction et pendage de veine de quartz
- Tranchée
- Point de sondage (inclination: -30° ou -60°)
- Point de sondage (vertical)
- Excavation d'orpillage
- Point d'échantillonnage géochimique et teneurs en Au (g/t)
- Zone anomalies par profils (Au ≥ 30 ppb)
- Zone résistible (plus de 6,000 ohm-m)
- Zone conductible (moins de 4,000 ohm-m)
- Zone conductible (moins de 500 ohm-m)
- Iso-thermes par l'étude des inclusions de fluide
- Zone minéralisée (Au ≥ 0.10 g/t) estimée par tranchées

Fig.16 Résultat d'analyse en zone minéralisée de Mbanga Nord
ムバンガ北部鉱化帯総合解析図



第 3 章 結論及び提言

第3章 結論及び提言

3-1 結論

Mbanga地区には、Birrimien累層群を母岩として熱水性鉍脈型金鉍床がMbanga Nord及びKongo Mbanga Est両鉍化帯と、U-11地化学異常帯の地下に賦存する。

Mbanga Nord鉍化帯で掘削されたトレンチ及びボーリングの結果、ENE-WSW方向に雁行配列した金鉍脈が同方向に延長約950m、NNW-SSE方向に幅約200mの範囲で確認され、0.3g/t以上の金の鉍化部がトレンチで総延長184m（平均品位1.22g/t、最高18.01g/t）、ボーリングで総延長131.35m（平均品位1.29g/t、最高25.69g/t）に亘って着鉍した。これらの着鉍部にこれまでのトレンチ及びボーリングによる着鉍部を加えて、強風化帯、弱風化帯及び非風化帯のそれぞれについての地質的予想鉍量を計算した結果は次のとおりである。

強風化帯鉍量	約 864千トン	(金品位 1.41g/t, 金量 1.218t, 深さ平均 32.3m)
弱風化帯鉍量	約 703千トン	(金品位 1.36g/t, 金量 0.957t, 深さ平均 53.9m)
非風化帯鉍量	約 2,533千トン	(金品位 1.49g/t, 金量 3.767t, 深さ平均 116.2m)
鉍量合計	約 4,100千トン	(金品位 1.45g/t, 金量 5.942t)

このうち、採掘が比較的容易な風化帯の合計鉍量は1,567千トン（金品位1.39g/t、金量2.175t）である。ただし、本年度掘削されたトレンチの東端のMT-4で鉍化区間総延長54m（平均Au 0.80g/t）に亘って金の鉍化が認められており、鉍化の東限は未確認である。また、西及び南への広がりには厚いラテライト層に阻まれて確認されていない。

なお、Mbanga Nord鉍化帯で掘削されたトレンチとボーリングの着鉍区間の平均品位の比較や、垂直ボーリングでの風化帯の金品位分布をみる限りでは、サブロライト中での金の二次富化は認められないほか、トレンチ及びボーリングでの金の鉍化には岩質による違いも認められない。

Kongo Mbanga Est鉍化帯で掘削されたトレンチ中に、2m区間品位最高57.54g/t（石英脈品位平均198.25g/t）のN-S系石英脈が発見され、この含金石英脈を含む10mの区間で平均Au 16.38g/tを示したほか、優勢な石英脈密集帯も数条発見された。本鉍化帯とその東方に位置するMbanga Nord鉍化帯との関係は、厚く発達する河床堆積物及びラテライト層に阻まれて確認できなかったが、地理的に、Mbanga Nord鉍化帯での0.1g/t以上の金の鉍化の北限線よりも北西に位置し、Mbanga Nord鉍化帯の金鉍脈の雁行配列の西方延長よりも北側に位置していること等から、両鉍化帯はそれぞれ独立した鉍化帯である可能性が高い。

U-11地化学異常帯でのトレンチでは、最高Au 6.35g/tを示す石英脈が発見されたほか、6区間で金の鉍化が認められた。また、石英脈片を含むラテライト層では石英脈品位よりも2m区間品位の方が高いこともあり、ラテライト層とくにその下底部に金の二次富化が起きていることを示している。本地化学異常帯で含金石英脈が発見されたことは、金鉍床探査の初期段階における土地化学探査が極めて有効であることを実証している。

3-2 提言

本調査はシルバ地域の調査の最終年度にあたり、ニジェール共和国鉱山エネルギー省の鉱業政策のシナリオによれば、シルバ地域は今後民間企業に解放されて探査が進められていくと考えられるが、Mbang地区及びその周辺で今後更に継続すべき探査として次のことが挙げられる。

Mbanga Nord鉱化帯では、地質的予想鉱量約4,100千トン（金量5.942t）が得られたが、鉱化帯の東限は未確認であり、南方及び西方の限界についても厚いラテライト層に阻まれてトレンチでは確認されていない。また、Kongo Mbanga Est鉱化帯で高品位含金石英脈が発見され、U-11地化学異常帯でも含金石英脈の分布が確認されたが、その詳細は明らかにされていない。Mbang地区及びその周辺にはこのほかにも鉱化帯や地化学異常が発見されているが系統的な探査が行われていないものが未だ多い。これらについて今後更に探査を進めて行くべきと考えられる。

これらの今後の探鉱を要する地区について、過去の探査状況を考慮して優先順位をつけると次のとおりである。

- 1 Mbanga Nord鉱化帯の鉱量確認調査及び広がりを確認するためのトレンチとボーリング、
- 2 Kongo Mbanga Est鉱化帯のトレンチ及びボーリングによる高品位石英脈の追跡調査、
- 3 Kongo Mbanga Sud鉱化帯のトレンチ及びボーリング調査による鉱況調査、
- 4 Mbanga地区東方の地化学異常についてのトレンチ及びボーリング概査、

なお、これらの調査に当たって、Mbanga Nord鉱化帯では金鉱脈のENE-WSW方向の雁行配列や、U-11地化学異常帯で発見された含金石英脈の存在、Kongo Mbanga Sud鉱化帯では地表から採取された12試料中9試料で最高Au10.97g/tを含む1.0g/t以上の金の鉱化が認められたこと、さらに、Mbang地区の金鉱床では金の鉱化と石英脈や珪化帯との関係が多様性に富んでいること等を考慮する必要がある。

Références bibliographiques

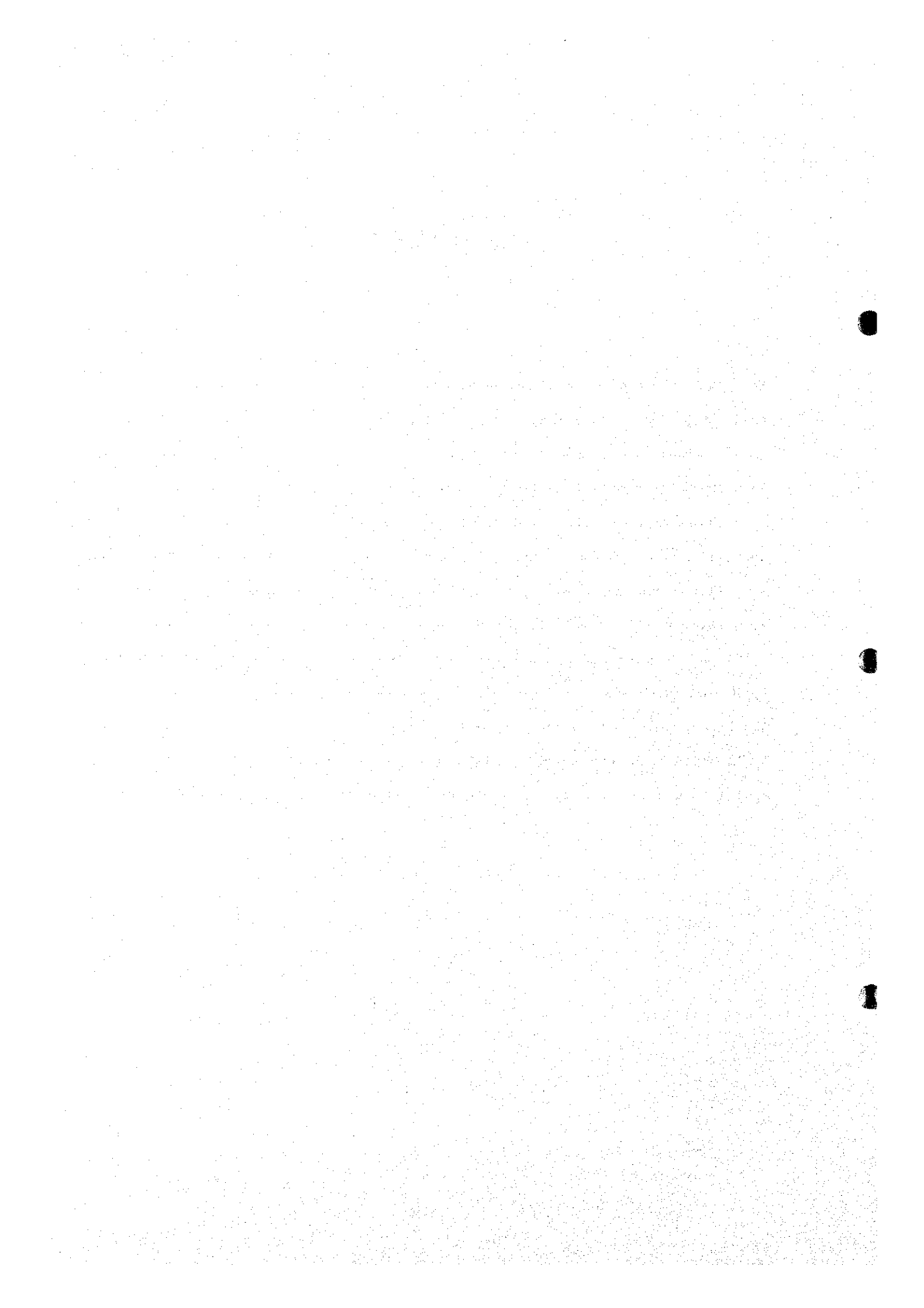
- Baaré, Y. (1981): Mission ONAREM/ACDI Sirba. Rapport de fin de campagne janvier-mai 1981. ONAREM/ACDI, Niamey.
- Baaré, Y. (1982): Mission 201 Sirba. Rapport de fin de campagne 1981/82. ONAREM/ACDI. Niamey.
- Baaré, Y. (1984): Mission ONAREM/ACDI. Sirba. Rapport de fin de Campagne. ONAREM/ACDI. Niamey.
- Bard, J.P. et Lemoine, S. (1976): Phases tectoniques superposées dans les métasédiments Précambriens du domaine côtier occidental de la Côte d'Ivoire. Precambrian Res. 3, 209-29.
- Brunschweiler, R.O., Dempster, A.N., and Kusnir, I. (1972): Precambrian systems in western Niger. In African geology, Ibadan, 1970 University Press, Ibadan. 19-34.
- Cahen, L., Snelling, N.J., Delhal, J., Vail, J.R., Bonhomme, M. and Ledent, D. (1984): The geochronology and evolution of Africa. CLARENDON PRESS. OXFORD. 512p.
- Geomines Ltée (1985): Levé géophysique de polarisation provoquée et de magnétométrie (Région de la Sirba).
- Gleeson, C.F., and Poulin, R. (1989): Gold exploration in Niger using soil and terminaria. J. Geochem. Explor., 31:253-283
- Gravillon, A. (1969): Mission de prospection de la vallée de la Sirba. Rapport PNUD.
- Greigert, J., et Pougnet, R. (1967): Notice explicative sur la carte géologique de la République du Niger au 1/2,000,000. B.R.G.M., Paris.
- Huot, D., Sattran, V., and Zida, P. (1987): Gold in Birrimien belts of Burkina Faso, west Africa. Econ.Géol., 82:2033-2044.
- JICA et MMAJ (1993): Rapport de la prospection minière dans la région de la Sirba, République du Niger, première année
- JICA et MMAJ (1994): Rapport de la prospection minière dans la région de la Sirba, République du Niger, deuxième année
- Kieckner (1990): Recherche d'or dans le Liptato, Rapport de fin de la première campagne de terrain, 1989-1990.
- Kieckner (1991): Recherche d'or dans le Liptako, Rapport technique No.6, cartographie géologique, Sillon de Terra, Liste des points d'observation, étude pétrographique et géologique régional
- Kieckner (1992): Recherche d'or dans le Liptako, Rapport technique No.4, Géochimie stratégique, Sillon de Sirba, Rapport corrigé
- Kieckner (1992): Recherche d'or dans le Liptako, Rapport de fin de la troisième campagne de terrain, 1991-1992
- Lefebvre, J.J., Cheriff, A. (1989): République du Niger assistance en recherche minière Phase II rapport d'exploration sur les indices aurifères de Déba, Mandat Décembre 1988 à juin 1989
- Legay, R.G. (1982): A.C.D.I., Bassin de la Sirba. Alluvions et éluvions aurifères.
- Machens, E. (1964): Mission de prospection 1958-1964 et inventaire des indices de miné-

realisation. B.R.G.M., Paris, NIA 64-A6

- Machens, E. (1964): Mission de prospection générale du Liptako. Rapport de fin de mission 1958-1964 et inventaire des indices de minéralisation. B.R.G.M., Paris, NIA 64-A6.
- Machens, E. (1967): Notice explicative sur la carte géologique du Niger occidental au 1/200,000. Dir. Mines Géol. Rép. Niger, Edit. B.R.G.M., Paris, 36p., 2 cartes.
- Machens, E. (1973): Contribution à l'étude des formations du socle cristallin et de la couverture sédimentaire l'ouest de la République du Niger. Dir. Mines Géol. Rép. Niger, Edit. B.R.G.M., Paris, 167p.
- Mignon, R. (1975): Prospection pour or et sulfures; Mission PRA-Liptako. B.R.G.M., 75 RME 007 AF.
- Mikhailoff, N. (1973): Rapport sur la campagne géochimique de la région de la Sirba. PNUD, Dakar.
- Milesi, J.P., Feybesse, J.P., Ledru, P., Dommanget, A., Ouedraogo, M.F., Marcoux, E., Prost, A., Vinchon, C., Sylvain, J.P., Johan, V., Tegye, M., Calvez, J.Y., et Lagny, P. (1989): Les minéralisations aurifères de l'Afrique de l'Ouest, Chron. rech. min. n° 497, pp. 3-98.
- Poulin, R. (1987): Assistance en recherche minière Phase II. Rapport final région de Déba. Report submitted to ACDI and ONAREN by Géomines Ltd., February 1987.
- Poulin, R. et Ing. Géologue à l'ONAREM (1987): République du Niger, Assistance en recherche Minière Phase II. Mandat du 12 mars 1984 au 12 mars 1989. ONAREM/ACDI.
- Savard, R. and Poulin, R. (1987): Reconnaissance de nouveaux indices aurifères du Liptako Nigerien, assistance de recherche minière phase II. Report submitted by Geomines to CIDA and ONAREM, January 1987.
- Zajaczkowski, W., (1970): Prospection géochimique régionale de Liptako. UNDP Report 69-8L.

Appendice

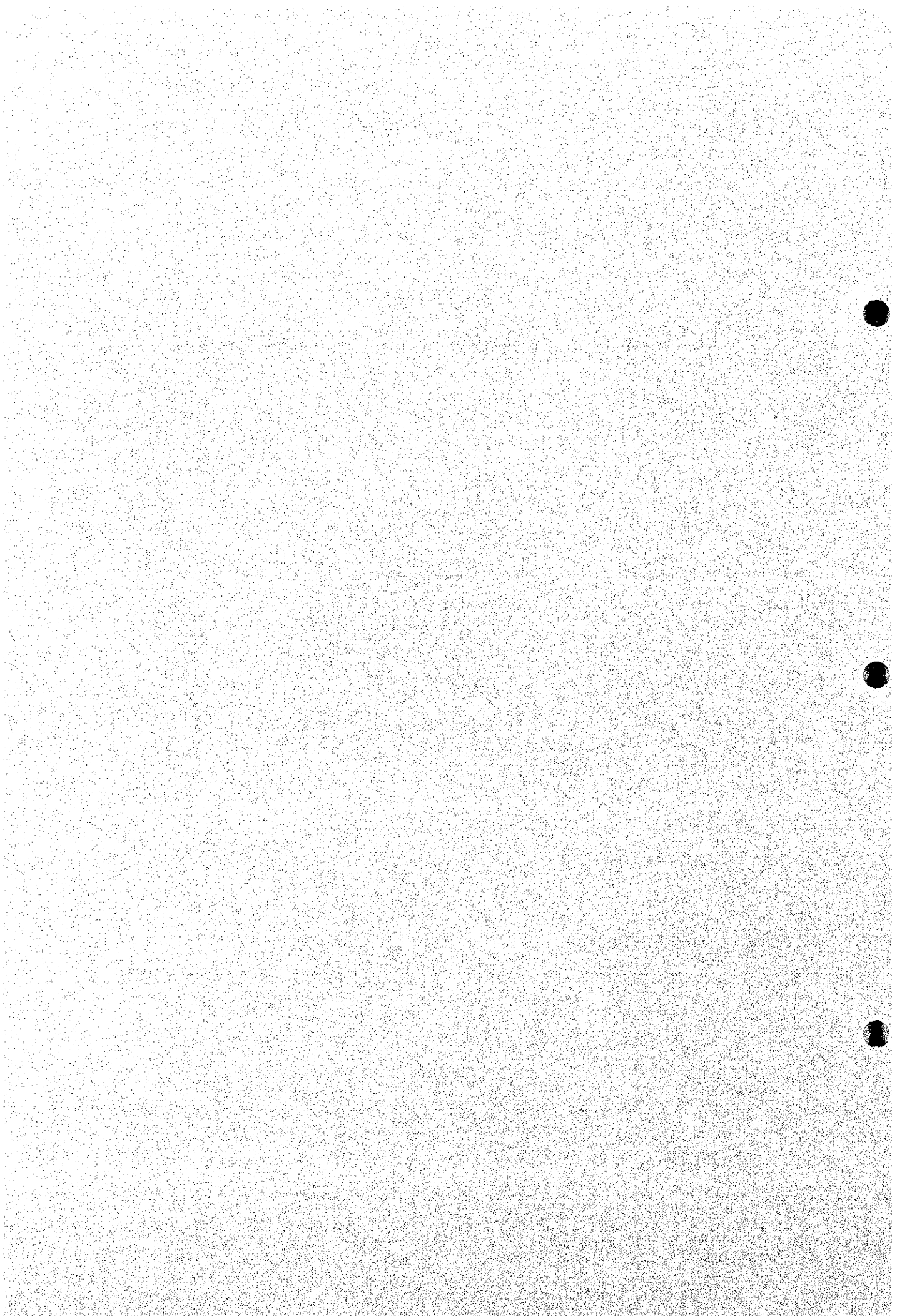
Apc.1	Résultat d'observation microscopique en lames minces	A-1
Apc.2	Résultat d'observation microscopique en lames polies	A-15
Apc.3	Résultat d'analyse par EPMA des lames polies	A-29
Apc.4	Résultat des mesures de la température d'homogénéisation	A-37
Apc.5	Résultat des mesures de la densité des échantillons de carotte	A-39
Apc.6	Présentation du calendrier de l'exécution des sondages	A-40
Apc.7	Consommation de matières au cours de l'exécution des sondages	A-41
Apc.8	Organisation et calendrier de réalisation des sondages	A-42
Apc.9	Caractéristique des machines utilisées	A-44
Apc.10	Avancement des sondages	A-47
Apc.11	Colonne des sondages	A-65
Apc.12	Résultat d'analyse chimique des échantillons de tranchée	A-105
Apc.13	Résultat d'analyse chimique des échantillons de carotte de sondages	A-177



Apc.1 Résultat d'observation microscopique en lames minces

Abréviation

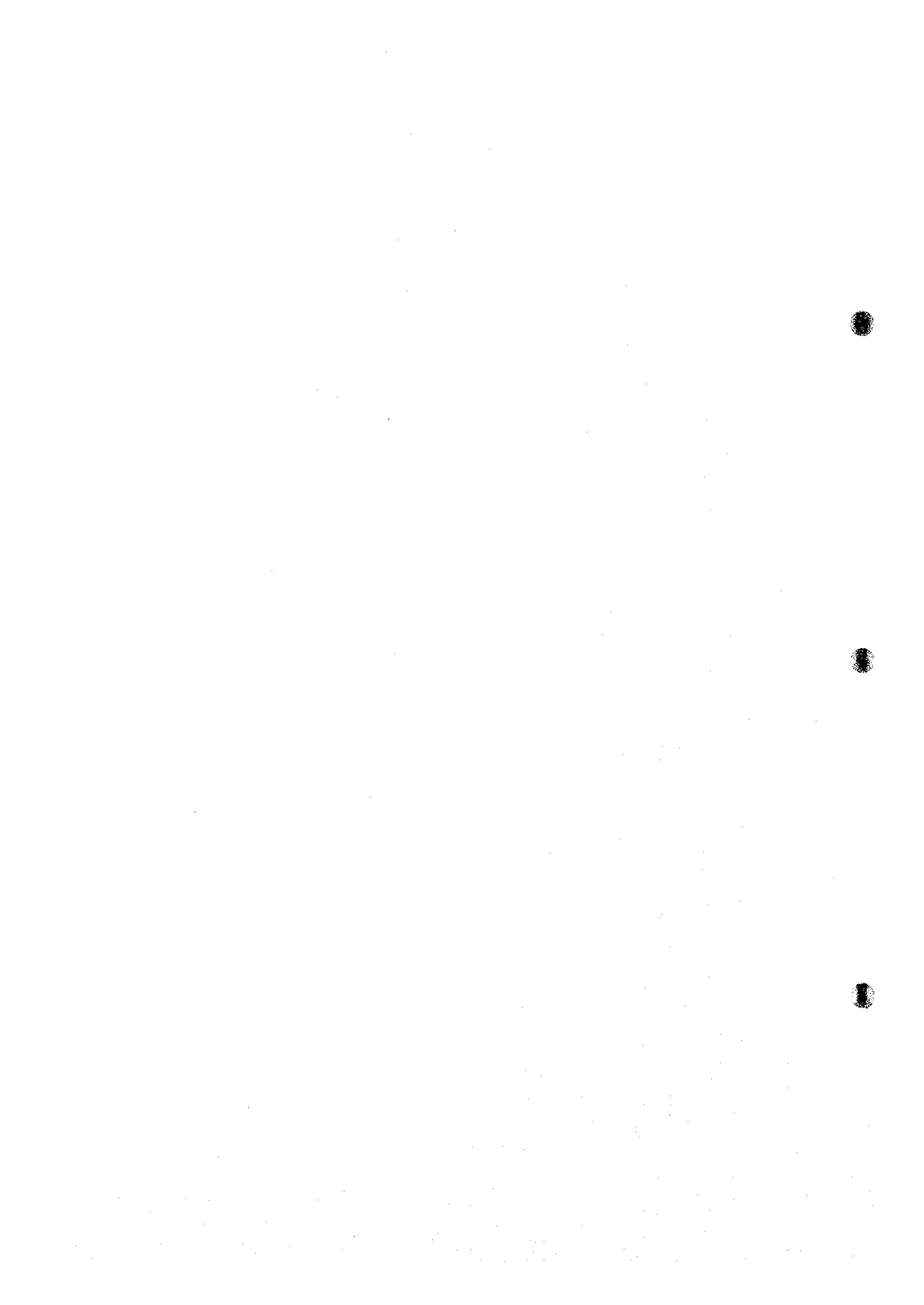
Pl : plagioclase
Qz : quartz
Se : séricite
Ch : chlorite
Ca : calcite
Oq : minéral opaque
Py : pyrite

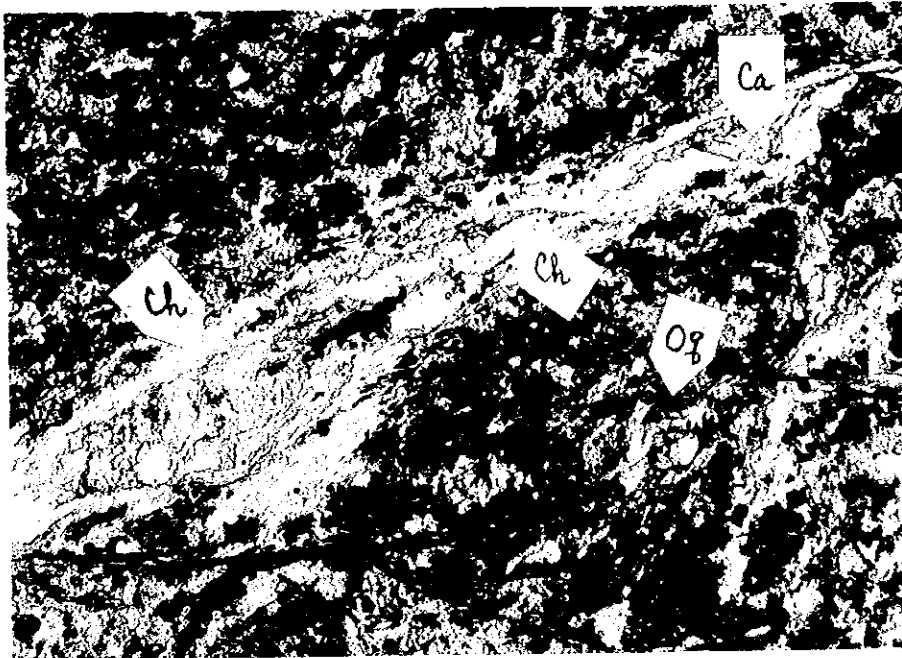


Apc.1 Résultat d'observation microscopique en lames minces

Numéro d'échantillon	Numéro de sondage	Profondeur	Nomenclature	Contage minéralogique		Minéral altérée				Remarque	
				Phéno-cristal	Pâte	Qz	Se	Ch	Ca		Op
MJS-6-171.45T	MJS-6	171.45m	Tuf argileux	-	-	-	⊙	○	⊙	△	la texture de la roche n'est pas visible (par altération) contenant peu de fragments de roche argileuse
MJS-6-187.90T	MJS-6	187.90m	Andésite (tuf ?)	Pl	Pl	△	○	△	⊙	△	fortement disséminée par la calcite contenant de veine de séricite-calcite-chlorite-quartz partiellement bréchique
MJS-7-153.20T	MJS-7	153.20m	Andésite (tuf ?)	Pl	Pl	△	△	△	⊙	○	fortement disséminée par la calcite-pyrite contenant de veine de séricite-calcite-pyrite-quartz partiellement bréchique
MJS-10-130.20T	MJS-10	130.20m	Andésite	Pl	Pl>>Qz?	△	△	-	○	△	faiblement disséminée par la calcite contenant de veine de séricite-calcite
MJS-14-60.50T	MJS-14	60.50m	Andésite (tuf ?)	Pl	Pl	△	⊙	-	⊙	△	fortement disséminée par la calcite-séricite contenant de veine de séricite

Pl : plagioclase ⊙ : abondant
 Qz : quartz ○ : moyen
 Se : séricite △ : faible
 Ch : chlorite - : non
 Ca : calcite
 Oq : minéral opaque





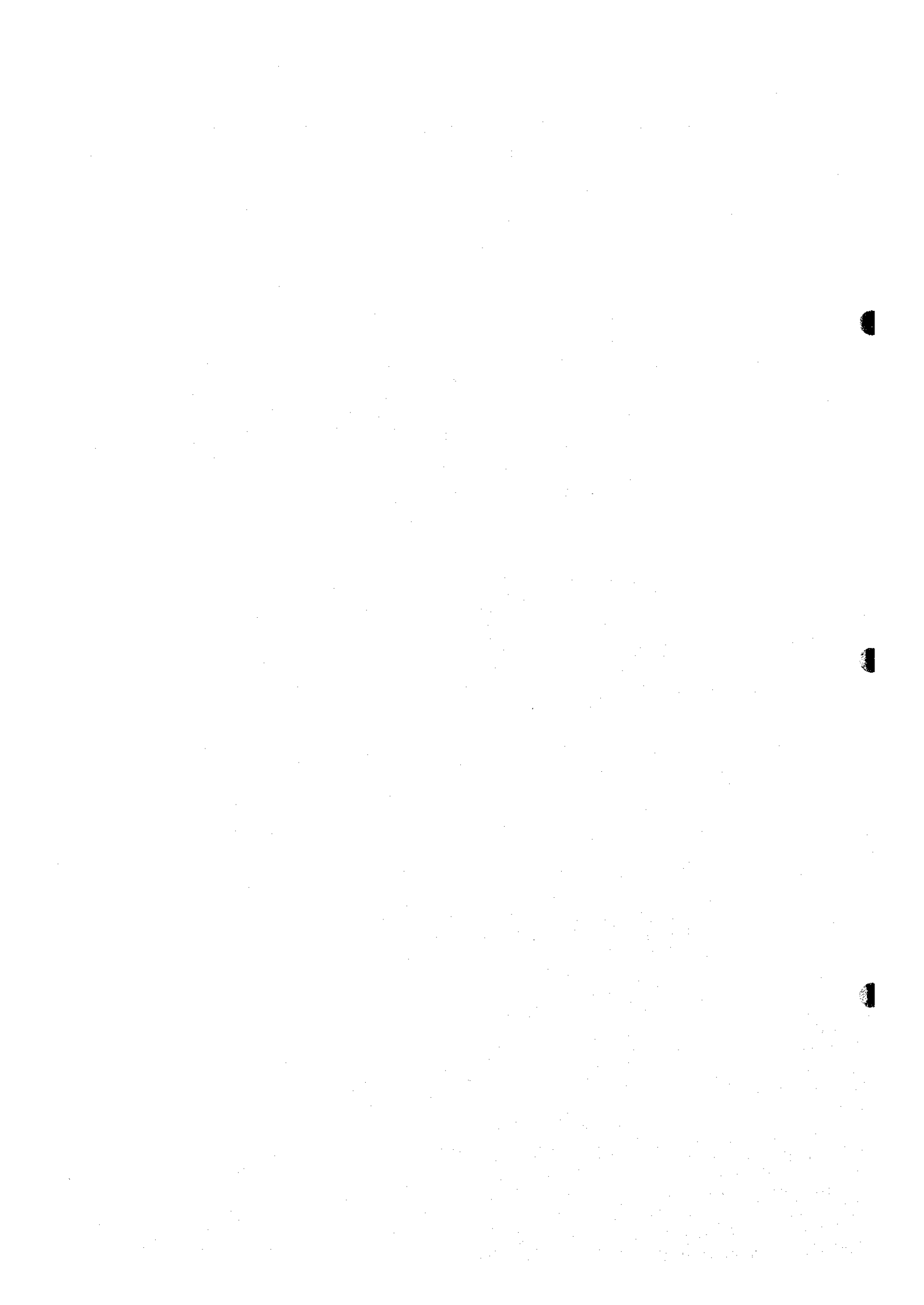
Nicol ouvert



Nicol croiseur

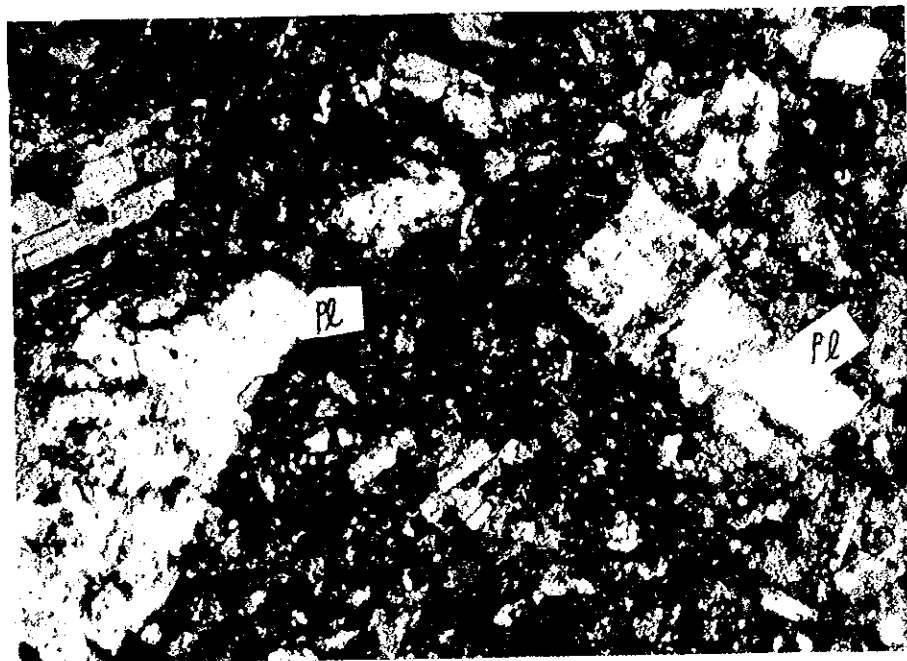
0.5mm

Numéro de échantillon : MJS-6-171.45T
Numéro de sondage : MJS-6
Profondeur : 171.45m
Nomenclature : Tuf argileux





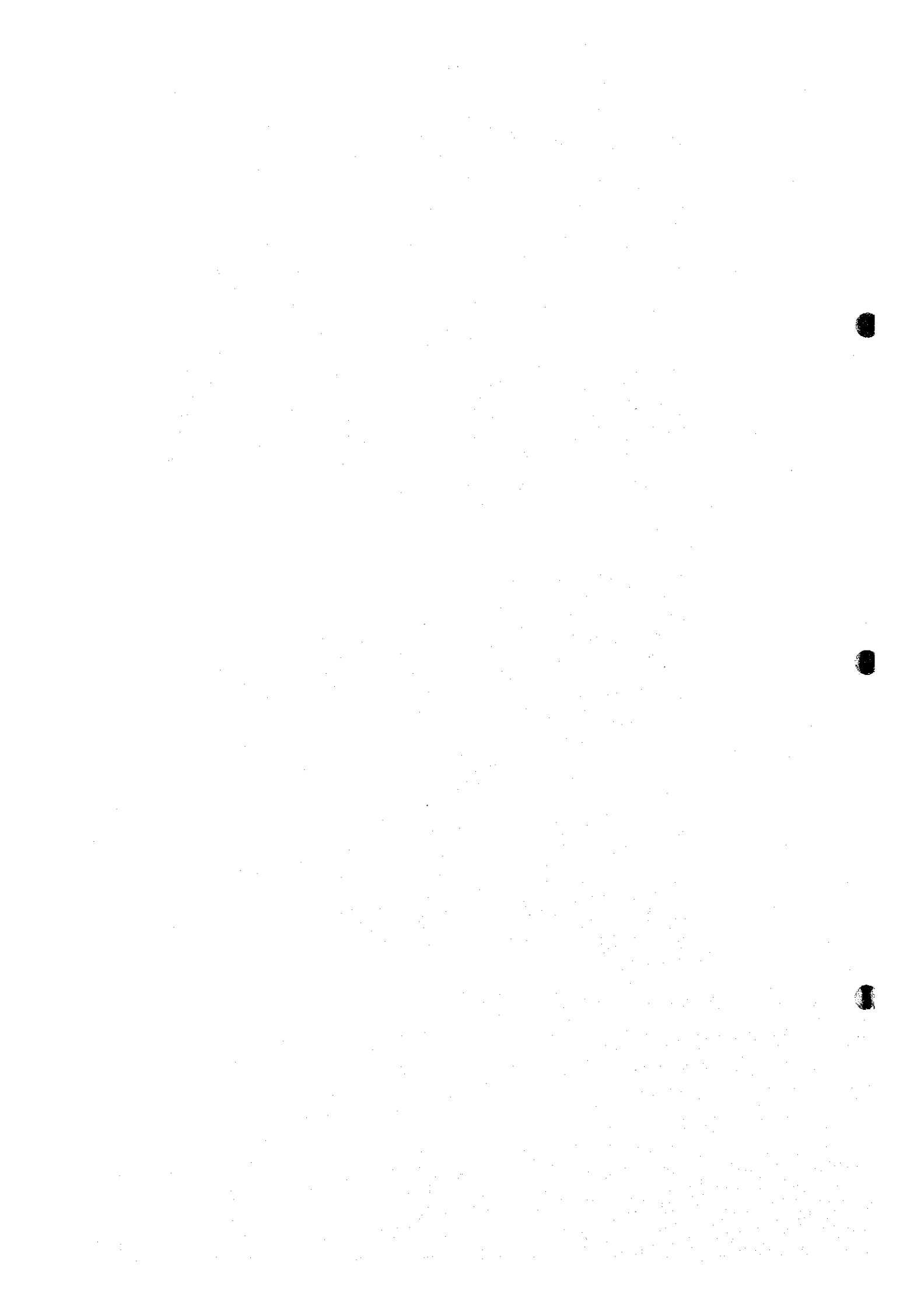
Nicol ouvert

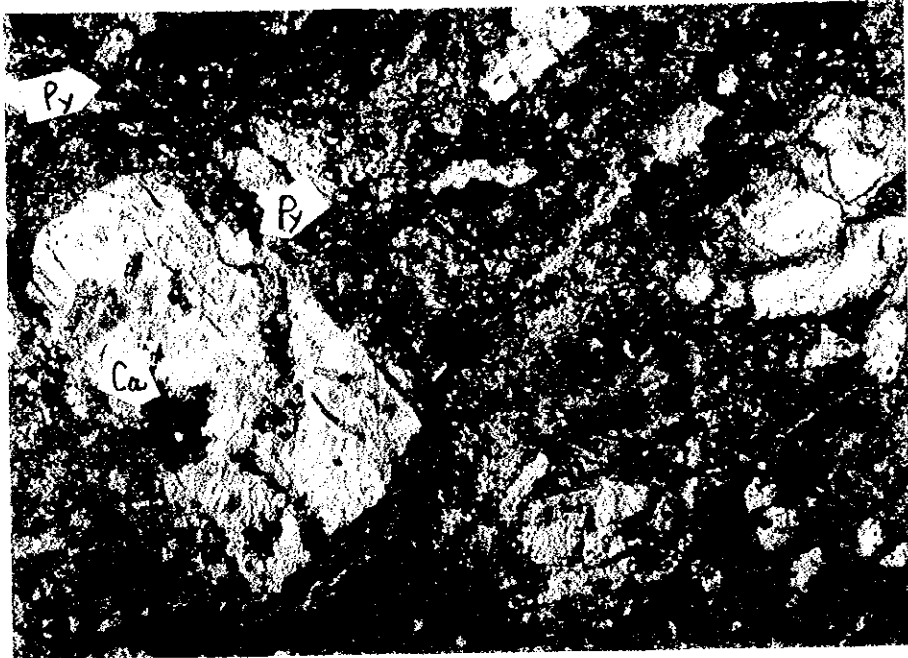


Nicol croiseur

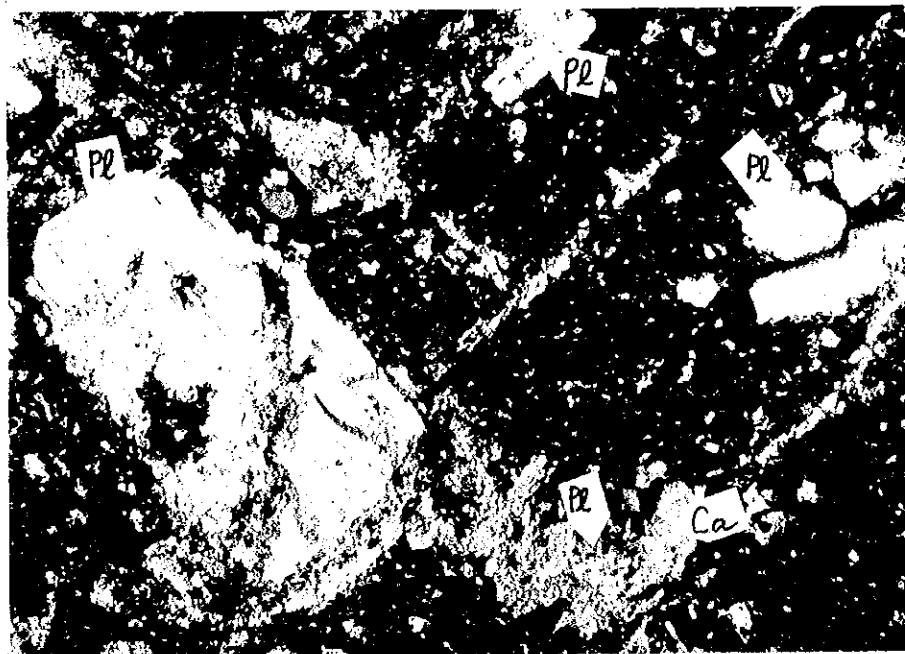
0.5mm

Numéro de échantillon : MJS-6-187.9T
Numéro de sondage : MJS-6
Profondeur : 187.90m
Nomenclature : Andésite (Tuf ?)





Nicol ouvert



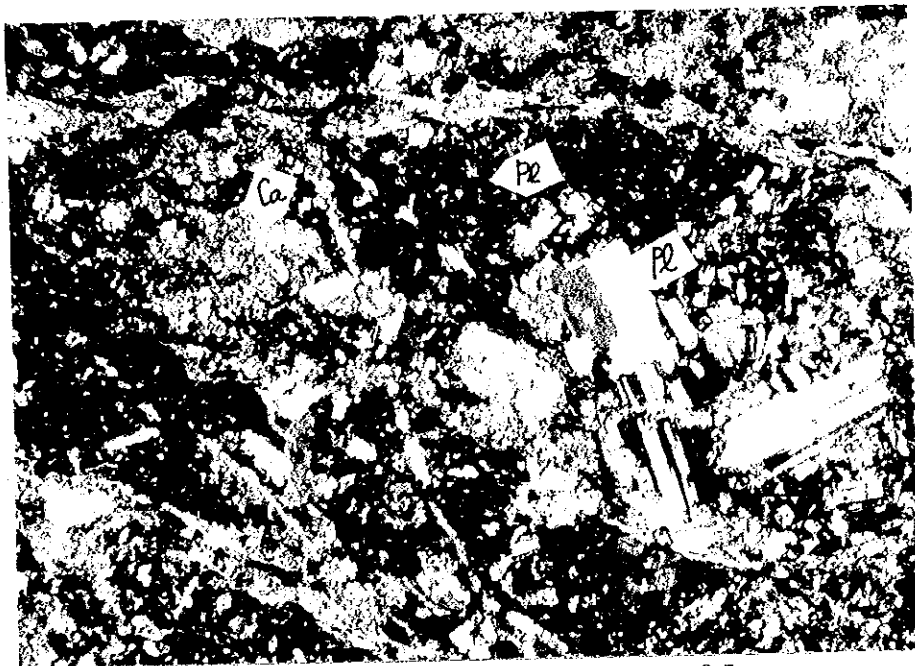
Nicol croiseur

0.5mm

Numéro de échantillon : MJS-7-153.20T
Numéro de sondage : MJS-7
Profondeur : 153.20m
Nomenclature : Andésite (Tuf ?)



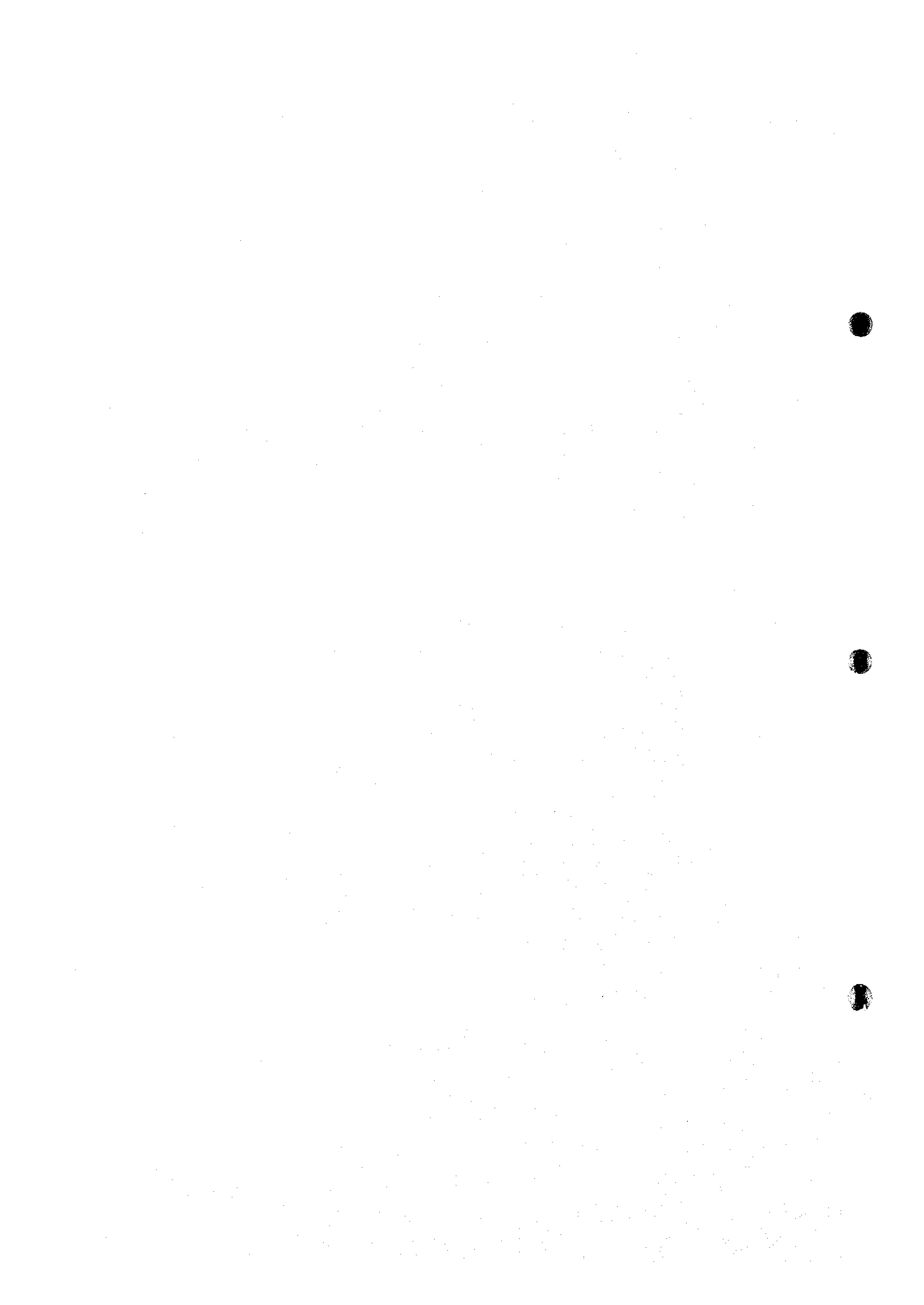
Nicol ouvert

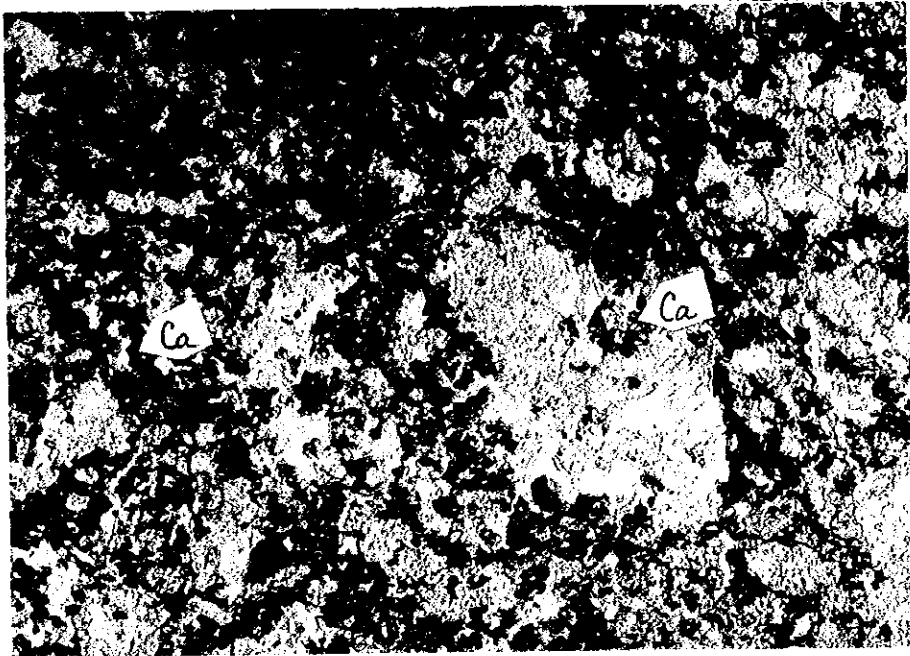


Nicol croiseur

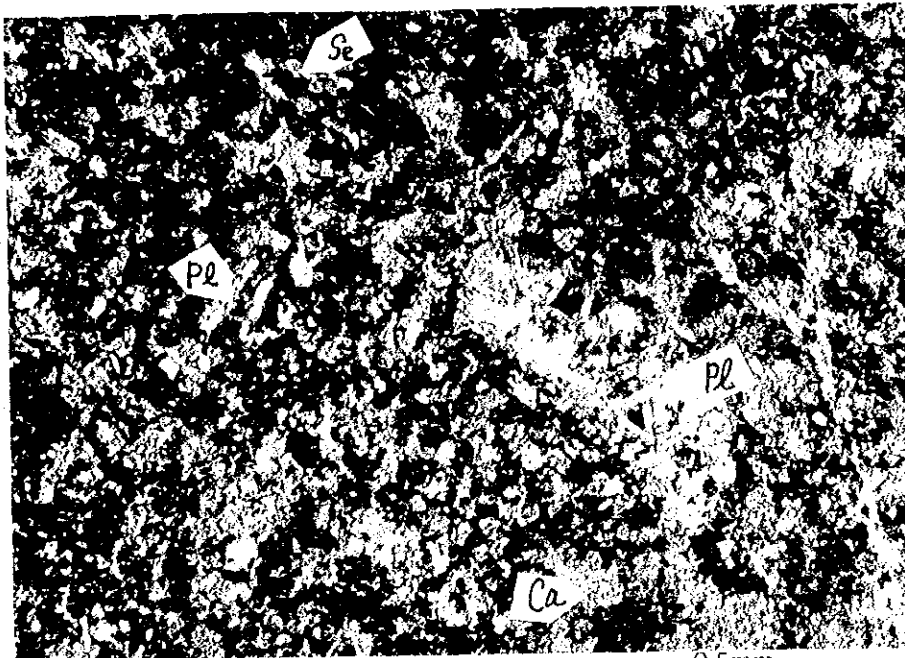
0.5mm

Numéro de échantillon : MJS-10-130.20T
Numéro de sondage : MJS-10
Profondeur : 130.20m
Nomenclature : Andésite





Nicol ouvert



Nicol croiseur

0.5mm

Numéro de échantillon : MJS-14-60.50T
Numéro de sondage : MJS-14
Profondeur : 60.50m
Nomenclature : Andésite (Tuf ?)

