

ニシテ、其共和國リブタニ地域
資源開発協力基礎調査報告書

第五卷

（以下略）

國際協力事業團
金屬工業事業部

CR5

THE HISTORY OF THE

ROYAL SOCIETY OF LONDON

FROM ITS INSTITUTION

TO THE PRESENT TIME

BY JOHN VAUGHAN

IN TWO VOLUMES

LONDON: Printed and Sold by R. and J. DODD, Strand, 1765.

ニジェール共和国リプタコ地域
資源開発協力基礎調査報告書

第 1 年 次

JICA LIBRARY



1080482111

20801

平成 2 年 2 月

国際協力事業団
金属鉱業事業団



は し が き

日本国政府は、ニジェール共和国政府の要請に応え、同国南西部に位置するリプタコ地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査、地化学探査、物理探査、ボーリング調査などの鉱床探査に関する諸調査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は本調査の内容が地質及び鉱物資源の調査という専門分野に属することから、この調査の実施を金属鉱業事業団に委託することとした。

本調査は、平成元年度を第1年次とする第1年次にあたり、金属鉱業事業団は5名の調査団を編成して、平成元年10月10日から同年12月24日まで現地に派遣した。

現地調査は、ニジェール共和国政府関係機関、鉱山エネルギー省地質鉱物調査局（ORGM/MME）と鉱物資源公社（ONAREM）の協力を得て予定どおりに実施した。

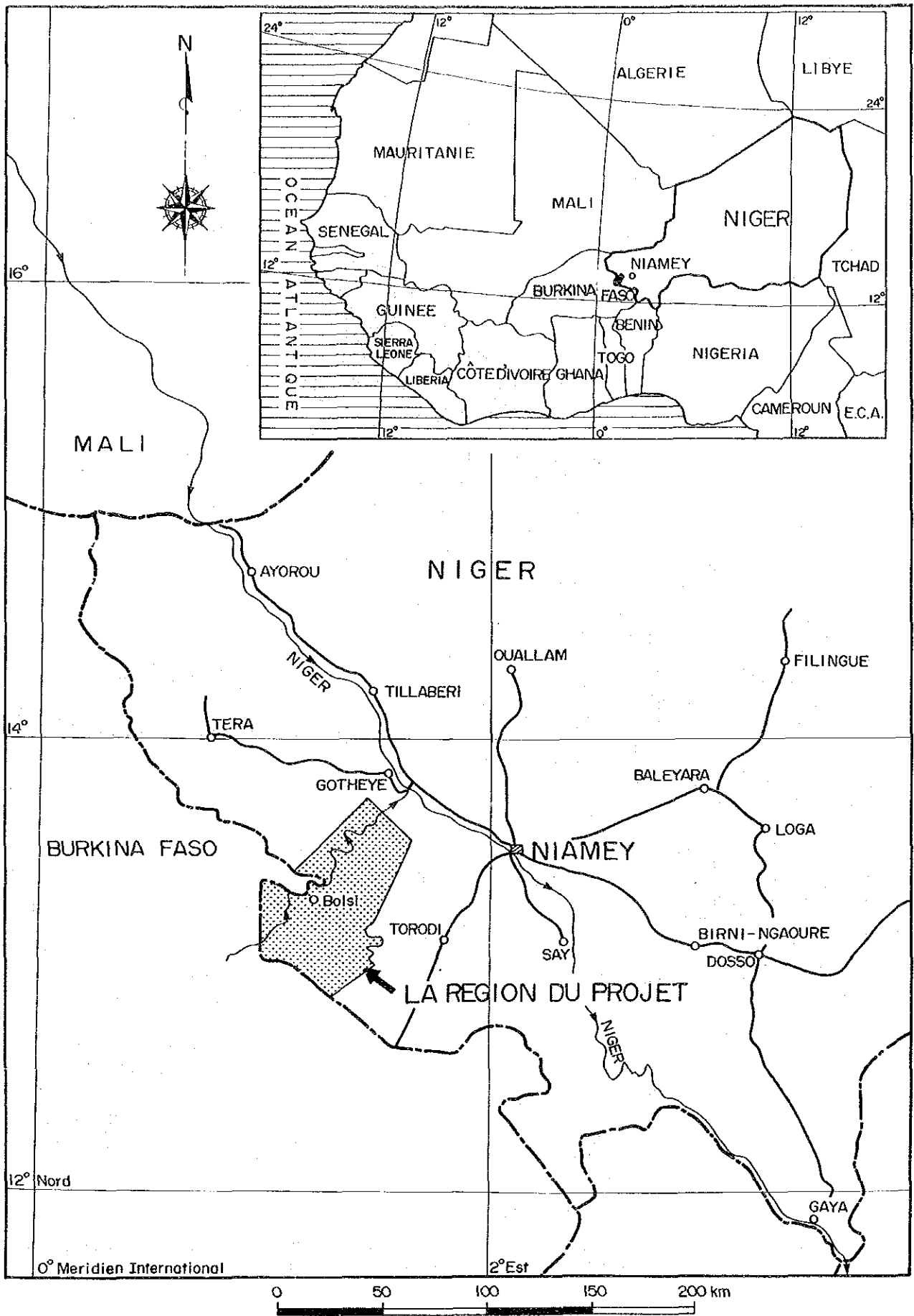
本報告書は、本年次の調査結果をとりまとめたもので、最終報告書の一部となるものである。

おわりに、本調査の実施にあたって御協力をいただいたニジェール共和国政府関係機関ならびに外務省・通商産業省・在コートジボアール日本大使館及び関係各位の方々に衷心より感謝の意を表するものである。

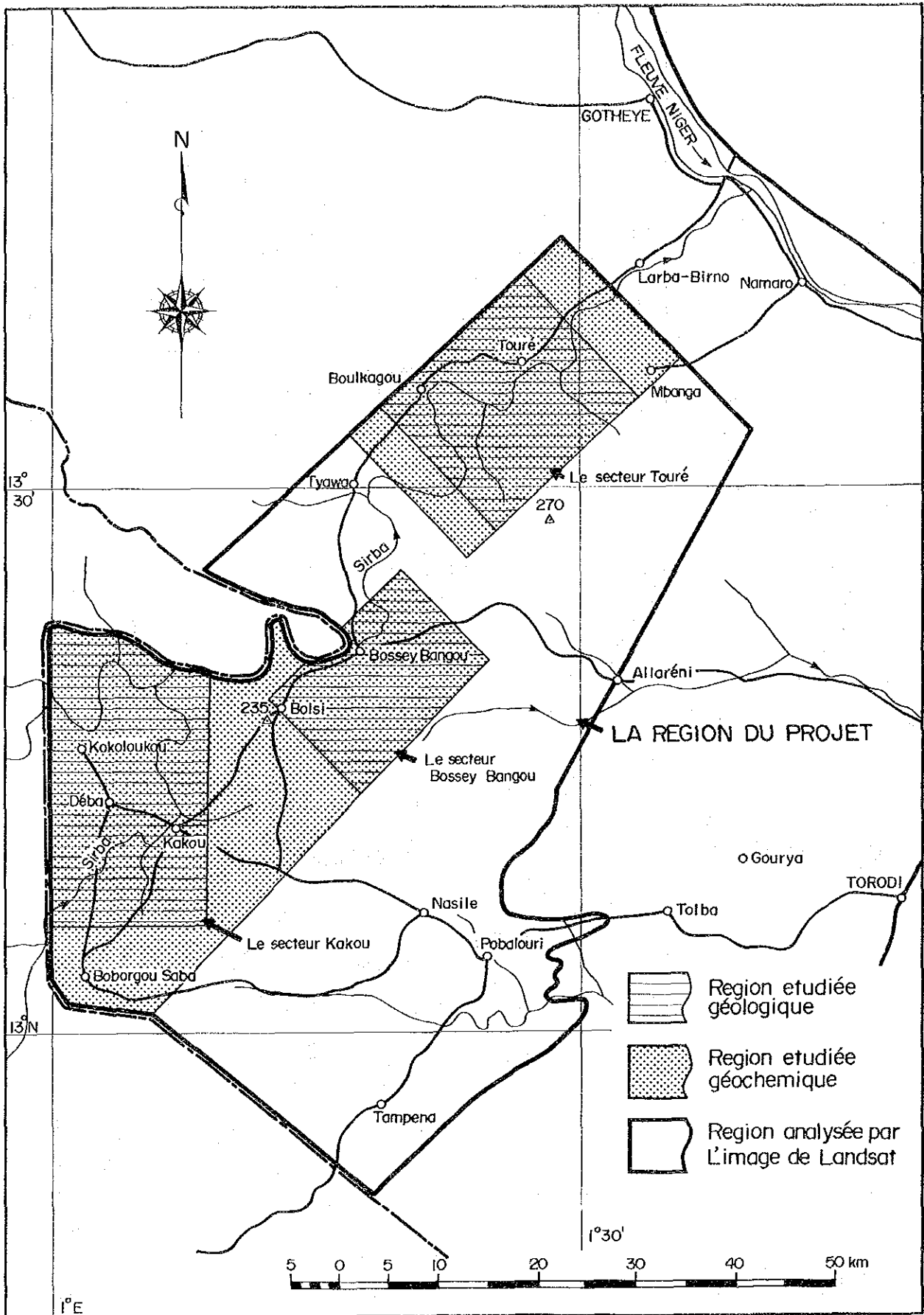
平成2年2月

国際協力事業団
総 裁 柳 谷 謙 介

金属鉱業事業団
理事長 福 原 元 一



Pl.-1 Carte de situation étudiée



Pl.-2 Carte de situation de première phase

要 約

本調査はニジェール共和国リブタコ地域における鉱物資源開発協力基礎調査の第1年次にあたり、ニジェール共和国南西部において、ランドサット画像解析、地質調査、地化学探査を実施した。

本調査では、調査地域の地質・地質構造と鉱化作用の関連性、地化学特性等を総合的に考察することにより、調査地域における鉱床賦存有望地区を抽出することを目的とした。

調査地域では、ランドサット画像解析地域（全域3,000 km²）、地化学探査地区（2地区合計1,500 km²）、地質調査地区（地化学探査地区内3地区合計1,000 km²）に分けられる。

調査地域の地質はBirrimien 層群（下部：主に塩基性火山岩類、上部：主に泥質岩）、造山時花崗岩類（片状花崗岩～花崗閃緑岩）、後造山時花崗岩～花崗閃緑岩）、貫入岩類（玄武岩、ドレライト、デイサイト、流紋岩）、ラテライトから構成される。

ランドサット画像解析・地質調査結果により、調査地域の地質構造は波状に連続的に発達する褶曲構造により特徴づけられることが判明した。顕著な断層にE-W系、NE-SW系、NNE-SSW系がある。このうち前2者は共役断層系を成している可能性がある。

鉱化帯はBirrimien系の堆積岩類に発達する裂罅系に規制されて胚胎した熱水鉱脈型の鉱化帯で、石英脈と粘土化変質帯に金を主として銅と亜鉛の鉱化作用を伴う。

既知鉱化帯はTouré地区で4箇所、Kakou-Bossey Bangou地区で4箇所認められる。また、調査地区内には多数の石英脈や石英脈転石帯が存在する。

既知鉱化帯の中ではSefa Nangue 鉱化帯が最も規模が大きい。優勢な石英脈は平均脈幅0.95mで、走向延長約550 mである。この他、4条の比較的優勢な石英脈がある。

鉱石鉱物は自然金、黄鉄鉱、硫砒鉄鉱、閃亜鉛鉱、黄銅鉱、方鉛鉱、針鉄鉱等で一部にテトラディマイト、ヘッサイト、磁硫鉄鉱、四面銅鉱－砒四面銅系鉱物を含む石英脈がある。

石英脈の分析結果は、Sefa Nangue 鉱化帯で43.5g/t Au、6.8g/t Ag及び5.14g/t Au、< 0.5g/t Agを示し、Agの含有量はAuの含有量に比べて非常に低い値である。

地化学探査は土壌試料を対象に6,105試料についてAu、Ag、Cu、Pb、Zn、Cr、Hg、As、F、Sbの10成分、このうち1,521試料ではPt成分の分析を行った。

本地区の鉱化作用を最も良く反映している地化学異常帯の成分はAuとAs成分である。Auの地化学異常帯と重複して現れるCuやZn異常帯は、Auの鉱化に伴うCuやZnの鉱化作用を反映した異常帯と推定される。その他の元素の異常帯は当地区の金の鉱化帯を直接反映している可能性は少ない。

主要なAu異常帯は、既知鉱化帯を反映したKongo Mbang, Sefa Nangue, Kokoloukou 鉱化帯の分布域に顕著に認められる。またDéba鉱化帯の北東部の異常帯、Toure 鉱化帯の北部にあるリニアメントに沿った5箇所の異常帯、Tiambi部落東南東の大規模な石英脈転石帯

の一部に現れた異常帯等が有望な鉍化帯を反映したAuの異常帯と推定される。

本調査によって得られた鉍床賦存有望地区は以下のとおりである。

(1) Sefa Nangue 鉍化帯地区：既知鉍化帯の中で最も規模が大きく、鉍床賦存の可能性が高い。

(2) Déba地区：Auの顕著な異常帯が現れており、潜頭鉍床が期待される。

(3) Mbang地区：Kongo Mbang鉍化帯及びこの西方の調査地区以外にはMbang鉍化帯があり、潜頭鉍床も期待される。

(4) Touré 西部地区：リニアメント (No. 2断層) に沿ってAuの地化学異常帯が5箇所分布しており、断層に沿った金の鉍化帯が期待される。

(5) Tiambi地区：石英脈や大規模な石英脈転石帯がある。一部にAuの地化学異常帯があり、金の鉍化帯が期待される。

(6) Libiri地区：Touré 地区の南西方の未調査地域である。6箇所には鉍化帯が知られており、有望な鉍化帯が期待される。

これらの鉍床賦存有望地区に対して、今後、更に精密な調査が実施されることを推奨する。

目 次

はしがき	
調査地域位置図	
要 約	
第 I 部 総 論	1
第 1 章 序 論	1
1-1 調査の経緯及び目的	1
1-2 調査内容及び調査数量	1
1-3 調査団の編成	2
1-4 調査期間	2
第 2 章 調査地域の地理	3
2-1 位置及び交通	3
2-2 地形及び水系	4
2-3 気候及び植生	4
第 3 章 調査地域の既存地質情報	6
3-1 既往調査の概要	6
3-2 調査地域の地質的位置付け	7
3-3 調査地域周辺の地質概要	10
3-4 調査地域の鉱業略史	12
第 4 章 調査結果の総合検討	13
4-1 ランドサット画像解析	13
4-2 地質及び地質構造	15
4-3 鉱 化 帯	21
4-4 土壌試料による地化学探査結果	26
4-5 地化学異常帯と鉱化作用との関係	26
4-6 金銀鉱脈型鉱床賦存のポテンシャル	27
第 5 章 結論及び提言	28
5-1 結 論	28
5-2 将来への提言	29
第 II 部 各 論	33
第 1 章 ランドサット画像解析	33
1-1 概 要	33
1-2 解析方法	33
1-3 解析結果	33

第2章 地質調査	44
2-1 地質	44
2-1-1 Birrimian 層群	44
2-1-2 貫入岩類	47
2-1-3 花崗岩類	50
2-2 地質構造	57
2-2-1 褶曲	57
2-2-2 断層	57
2-3 鉍化帯	58
2-3-1 概要	58
2-3-2 鉍脈型金鉍化帯	58
2-3-3 漂砂鉍床	69
2-4 鉍化作用の特性と鉍化規制	69
2-4-1 鉍化作用の特性	69
2-4-2 鉍化規制	70
第3章 土壤試料による地化学探査(概査)	72
3-1 調査の概要	72
3-2 単一変量解析	74
3-2-1 化学分析結果の検討	74
3-2-2 しきい値の決定	75
3-2-3 地化学異常帯	77
3-3 主成分分析	89
3-3-1 主成分分析の解析結果	89
3-3-2 主成分分析結果の検討	91
3-4 地化学異常帯と鉍化作用の関係	95
3-5 含金鉍脈型鉍床賦存のポテンシャル	95
第Ⅲ部 結論及び将来への提言	97
第1章 結論	97
第2章 将来への提言	99

参 考 文 献

卷 末 資 料

TABLES

Table I-1	Sort des travaux
Table I-2	Température, humidité et précipitation (Niamey)
Table I-3	Comparaison de stratigraphie de la région autour de Liptako
Table I-4	Liste des zones altérées et minéralisées
Table II-1	Base d'analyse d'image de landsat
Table II-2	Résultat l'analyse des roches
Table II-3	Procédé d'analyse
Table II-4	Valeurs remplacées provisoirement des éléments moins de limite détectée
Table II-5	Valeur moyenne et déviation standard
Table II-6	Comparaison de matrice des 11 éléments
Table II-7	Valeur de seuil
Table II-8	Classification des valeurs anormales
Table II-9	La zone anormale géochimique (Le secteur Touré)
Table II-10	La zone anormale géochimique (Le secteur Kakou- Bossey Bangou)
Table II-11	Valeur moyenne et déviation standard de score de facteur estimé
Table II-12	Résultat des analyses de composant principal
Table II-13	Valeur de seuil de score de facteur estimé
Table II-14	Classification de score de facteur
Table II-15	Relation entre la zone de densité haute de P1 (ZDH) et la zone anormale de chaque élément d'analyse uni-variate

TABLE DES PLANCHES

Pl.-1	Carte de situation étudiée
Pl.-2	Carte de situation de première phase
Pl.I-1	Croquis de la géomorphologie générale
Pl.I-2	Carte de situation du climat
Pl.I-3	Esquiss de géologie de Baoulé-Mossi
Pl.I-4	Esquiss de géologie à la région Liptako
Pl.I-5	Profile schématique de stratigraphie
Pl.I-6	Plan et plofile géologique du région de Liptako étudiée
Pl.I-7	Carte de tectonique
Pl.I-8	Minéralisation dans le cadre étudiée
Pl.I-9	Carte d'étude générale de la région Liptako
Pl.II-1	Carte d'index de Landsat Images
Pl.II-2	Carte d'interprétation de Landsat False Color Images
Pl.II-3	Linéaments par photographie aérienne
Pl.II-4	Diagramme de rose
Pl.II-5	Classification fondamentale des roches volcaniques par relation entre SiO_2 et Na_2O+K_2O
Pl.II-6	Diagramme triangulaire de $Na_2O+K_2O-FeO-MgO$
Pl.II-7(I)	La graphe de composition chimique(I)
Pl.II-7(II)	La graphe de composition chimique(II)
Pl.II-8	Diagramme triangulaire de Norme Q-an-(ab+or)
Pl.II-9	Figure du classification détaillé sur la roche plutonique felsique (Bateman et al., 1963)
Pl.II-10	Diagramme triangulaire de Norme Q-an-or
Pl.II-11	Diagramme triangulaire de Norme or-ab-an
Pl.II-12	Couverture de birrimien dans sud-ouest Niger et localités d'or macroscopique
Pl.II-13	Carte de situation des zones altérées et minéralisées à la région étudiée
Pl.II-14	Croquis de filon de quartz de gisement de Kokoloukou
Pl.II-15	Croquis d'affleurement de filon de quartz, environ 500m NNE de gisement de Kokoloukou
Pl.II-16	Carte des anomalies géochimiques dans la région étudiée
Pl.II-17	Distribution de score de facteur 1(P1), facteur 4(P4) et facteur 5(P5)

APENDIX

- Apc.1 Caractère de lame polie sous microscope
- Apc.2 Microphotographie des lames des roches
- Apc.3 Paragenèse des minéraux par method de rayon X diffraction.
- Apc.4 Analyses chimiques des minerais
- Apc.5 Identification microscopique des minerais par lames polies
- Apc.6 Microphotographie des lames polies
- Apc.7 Croquis géologique de gisement de Kongo Mbanga et
Kongo Loudo
- Apc.8 Croquis géologique de gisement de Touré
- Apc.9 Croquis géologique de gisement de Sefa Nangue
- Apc.10 Croquis géologique de gisement de Kokoloukou et Kokoloukou
Sud
- Apc.11 Croquis géologique de gisement de Déba
- Apc.12 Distribution fréquences cumulées de géochemie de sol
- Apc.13 Zone anormale d'or
- Apc.14 Zone anormale de cuivre
- Apc.15 Zone anormale de zinc
- Apc.16 Zone anormale d'arsenic
- Apc.17 Zone anormale de chrome
- Apc.18 Zone anormale de fluor
- Apc.19 Zone anormale de antimoine
- Apc.20 Zone anormale de molybdenum, plomb, argent, mercure et platinum
- Apc.21 Distribution fréquences cumulées de score de facteur
- Apc.22 Résultats d'analyse chimique de sol
- Apc.23 Carte de rayon X diffraction
- Apc.24 Landsat Images (Images de False Color) (1), (2)
- Apc.25 Landsat Images (Images de Ratio) (1), (2)

TABLE DES CARTES

Ct.1	Carte d'interprétation de landsat false color images	1:100 000
Ct.2	Lineaments par photographie aérienne	1:100 000
Ct.3	Plan et profile géologique du région de Liptako étudiée	1:100 000
Ct.4	Plan et profile géologique des secteurs Kakou et Bossey Bangou	1: 50 000
Ct.5	Plan et profile géologique du secteur Touré	1: 50 000
Ct.6	Prélèvement des échantillons étudiées	1:100 000
Ct.7	Prélèvement des échantillons de sol du secteur Touré	1: 50 000
Ct.8	Prélèvement des échantillons de sol des secteurs Kakou et Bossey Bangou	1: 50 000
Ct.9	Carte de situation des zones altérées et minéralisées dans la région étudiée	1:100 000
Ct.10	Croquis géologique de gisement de Kongo Mbanga et Kongo loudo	1:1 000
Ct.11	Croquis géologique de gisement de Touré	1:1 000
Ct.12	Croquis géologique de gisement de Sefa Nangué	1:1 000
Ct.13	Croquis géologique de gisement de Kokoloukou et Kokoloukou Sud	1:1 000
Ct.14	Croquis géologique de gisement de Déba	1:1 000
Ct.15	Zone anormale d'or	1:100 000
Ct.16	Zone anormale de cuivre	1:100 000
Ct.17	Zone anormale de zinc	1:100 000
Ct.18	Zone anormale d'arsenic	1:100 000
Ct.19	Zone anormale de chrome	1:100 000
Ct.20	Zone anormale de fluor	1:100 000
Ct.21	Zone anormale de antimoine	1:100 000
Ct.22	Zone anormale de molybdenum, plomb, argent, mercure et platinum	1:100 000
Ct.23	Carte des anomalies géochimiques dans la région étudiée	1:100 000
Ct.24	Distribution de score de facteur 1(P1), facteur 4(P4) et facteur 5(P5)	1:100 000
Ct.25	Carte d'étude générale de la région Liptako	1:100 000

第 I 部 總 論

第 I 部 総 論

第 1 章 序 論

1-1 調査経緯及び目的

本調査は、金属鉱業事業団がニジェール共和国鉱山エネルギー省 (Ministere des et de l'Engergie; MME) 及び鉱物資源公社 (Office National Ressources Minieres; ONAREM) と 1989年 7月 5日に署名されたScorp of Work に基づいて実施された資源開発協力基礎調査に関する資源開発調査の一環である。本年度の調査は3ヶ年計画のうちの第1年次に当る。

調査地域はニジェール共和国の南西端部に位置する面積3,000km²の範囲である。

本調査は、ニジェール共和国リプタコ地域において、ランドサット画像解析、地質調査及び地化学探査を実施して地質・地質構造を解明し、鉱床賦存状況を把握することを目的とした。その重点課題は地質構造と鉱化作用の関連性、地球化学的特性を総合的に考察して鉱床賦存有望地区を抽出することである。

1-2 調査内容及び調査数量

本調査で実施した調査内容及び調査量はTable I-1 に示すとおりである。

Table I-1 調査内容及び調査数量 (Sort des travaux)

調 査 内 容	調 査 量
調査対象地域	3,000km ²
ランドサット画像解析	3,000km ²
グランドトルース踏査延長	85km
地質調査・地化学探査 (A地区)	1,000km ²
地質調査の踏査延長 (A地区)	275km
地化学探査試料採取 (A地区)	4,031個
地化学探査 (B地区)	500km ²
地化学探査試料採取 (B地区)	2,074個
室内試験	
岩石薄片作成	36枚
鉱石研磨片	8個
地化学探査試料分析	
(Pt, Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Cr, Hg, As, F, Sb)	1,521件(16,731成分)
地化学探査試料分析	
(Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Cr, Hg, As, F, Sb)	4,584件(45,840成分)
鉱石分析	
(Au, Ag, Cu, Pb, Zn)	13件(65成分)
全岩分析	
(SiO ₂ , TiO ₂ , Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ , MnO, MgO, CaO, Na ₂ O, K ₂ O, P ₂ O ₅ , LOI, FeO, H ₂ O ⁻)	16件(208成分)
X線回折粉末法試験	21件

1-3 調査団の編成

調査計画及び事前調査協定折衝団と現地調査団は以下のとおりである。

調査計画及び折衝

日本側		ニジェール共和国側	
小山恭一	金属鉱業事業団海外部計画課長	SADOU	MME
富永純正	外務省中近東アフリカ局アフリカ第一課	OUNAROU Hamadou	MME
矢島淳吉	通商産業省工業技術院地質調査所	Moussa Djibo MAMAR	MME
佐藤直樹	金属鉱業事業団海外部計画課	YOUNFA	MME
		Ousmane GAOURI	ONAREM
		Abdelkarim AKSAR	ONAREM
		Ibrahim ISSAKA	ONAREM
		Amadou BIRY Kouly	ONAREM
		ARI Cherif	ONAREM
		ARIKOURA Mahamadou	ONAREM

※ MME: Ministère des et de l'Énergie

※ ONAREM: Office National des Ressources Minières

現地調査団

日本側		ニジェール共和国側	
中島清治 (団長・統括)	住鉱コンサルタント(株)	ARI Cherif (団長・統括)	ONAREM
薩摩 晃 (地質調査・地化学探査)	住鉱コンサルタント(株)	IDI Tambari (地質調査・地化学探査)	ONAREM
名取二郎 (地質調査・地化学探査)	住鉱コンサルタント(株)	ZAKARI Kimba (地質調査・地化学探査)	ONAREM
鈴木 満 (地質調査・地化学探査)	住鉱コンサルタント(株)	AHMADOU Issa (地質調査・地化学探査)	ONAREM
鈴木英雄 (地質調査・地化学探査)	住鉱コンサルタント(株)	MANOU Sontchi (地質調査・地化学探査)	ONAREM

※1 ONAREM: Office National des Ressources Minières

1-4 調査期間

調査期間は次のとおりである。

調査計画及び折衝団

期間：平成元年 6月25日から平成元年 7月 7日

現地調査団

ランドサット画像解析

期間：平成元年 9月20日から平成元年12月15日

現地調査

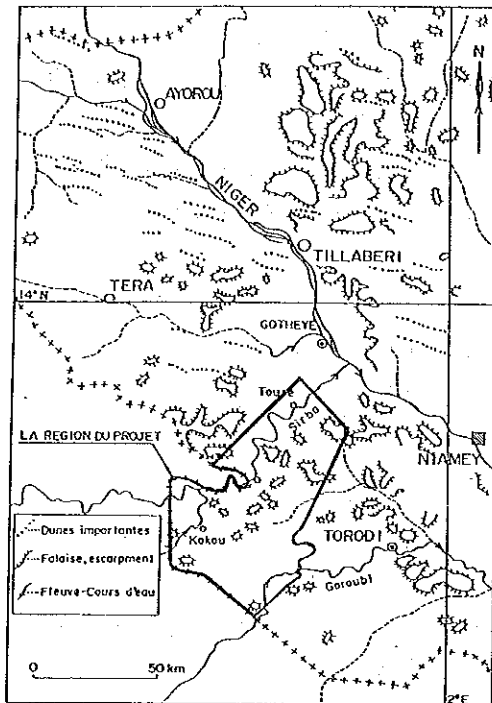
期間：平成元年10月10日から平成元年12月24日

報告書作成

期間：平成元年12月25日から平成2年 2月28日

2-2 地形及び水系

調査地域を含む広域の地形概略図をPl. I-1に示す。調査地域の地形は、南西から北西に向かって僅かに傾斜した準平地帯からなり、南西部は標高 230mから 240m、北西部は標高



PL.I-1 Croquis de la géomorphologie générale
地形概略図

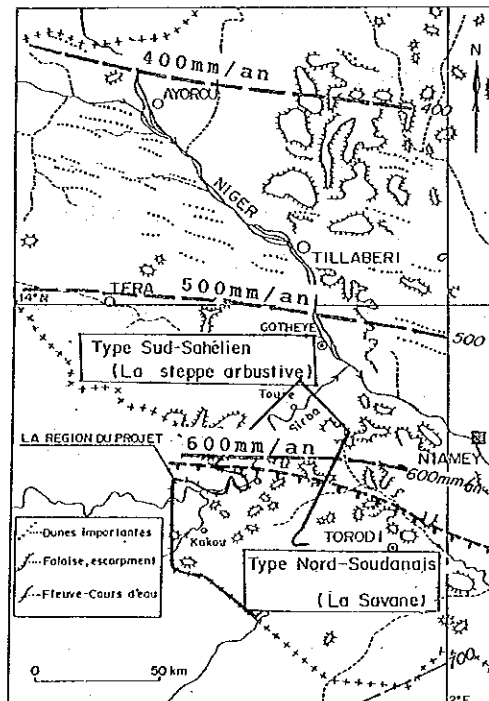
200mから 230mの平坦地が発達し、中央部から北東部にかけて標高 260mから 300mの台地を形成した山地が発達する。主な水系は Sirba川で、調査地域の北西側を蛇行しながら南西から北東に向かって流下し、調査地区外で Niger川に合流する。Sirba川の流域にはその支流が網状に多数発達する。

Sirba川本流は雨季が終わった後、11月下旬頃まで水量が多いが、12月から1月にかけて水量が徐々に減り、2月から3月には流水が無くなり湖沼状の水溜まりができる。支流は雨季が終ると、間もなく涸れ沢になる。

調査地区の南東に発達する涸れ沢は、東方に流下する Goroubi川の支流である。

2-3 気候及び植生

ニジェール共和国の気候は大陸性の乾燥気候で、大きく北から南へ、砂漠地帯、ステップ地帯、サバンナ地帯に区分される。



PL.I-2 Carte de situation du climat
気候及び植生区分図

調査地域を含む周辺の気候及び植生区分の概略は Pl. I-2に示すとおりで、調査地域は北部が灌木ステップ地帯、南部がサバンナ地帯に当る。気候は北部が南サヘル気候、南部が北スーダン性気候に区分される。

ニアメ市における月別の気温、湿度及び降水量をTable I-2に示す。

ニアメ市付近の気候は、5月から10月は雨季、11月から4月が乾季に当る。気温は年平均最高気温36.0℃、同最低気温23.4℃(1985年)である。降水量は年間約 650mmで、この大半が5月から9月までの降水量である。調査地域

の北部はほぼニアメ市と同様の気候であるが、南部ではやや降水量が多い。

現地調査は10月下旬に開始したが、10月末までは日中40℃前後の高温であった。11月に入って徐々に気温も下がり、12月には最高気温が30℃前後の比較的凌ぎやすい気候になる。

植生は、北部の平坦地では比較的灌木の少ない草原地帯が発達する。西部から南部の平坦地では樹木や灌木が比較的多く、一部に草原地帯が見られる。中央部から北東部にかけての山地及び Sirba川本流や支流沿いでは樹木や灌木が密集している。

Table I-2 Température, humidité et précipitation (Niamey)

ニアメ市の気温、温度及び降水量一覽表

項目		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年
気温*1 (1951-1980)	℃	24.5	27.3	30.6	33.6	33.5	31.1	28.4	27.2	28.1	30.3	27.9	24.8	28.9
最高気温*2 (1985)	℃	33.2	33.1	39.0	39.8	41.7	37.7	34.2	32.9	34.4	38.2	37.7	30.5	36.0
最低気温*2 (1985)	℃	19.2	19.8	26.4	26.9	29.7	27.0	24.2	23.4	23.9	24.0	19.6	17.0	23.4
湿度*1 (1961-1967)	%	22	17	18	28	43	55	67	77	73	52	35	26	43
降水量*1 (1952-1976)	mm	0.0	0.0	1.7	4.1	38.9	98.5	154.5	212.4	113.7	25.5	0.0	0.0	649.0

*1 : 理科年表(1987)

*2 : ニジェール共和国の概要(1986, 海外ウラン) による

第3章 調査地域の既存地質情報

3-1 既往調査の概要

地質・鉱床に関する既往調査の概要は次のとおりである。

地質に関する既往調査には、調査地域を含むニジェール共和国西部の縮尺20万分の1地質図 (Machens E, 1967) がBRGMより発行されている。この他、調査地域内の局所的な地質調査が鉱床探査に付随して行なわれている。

鉱床探査は、BRGM, PNUD, ONAREM及びACDI等により実施されている。初期の調査は主として砂金を対象に腕掛け調査が行なわれていたが、その後組織的な探鉱が行なわれている。以下に探鉱実績の概略を示す。

1958 - 1964 E. Machens (BRGM): Liptako 地域…地化学探査

1965 R. Veux (BRGM): Sirba川下流域…ピット, ハンドオーガー, 腕掛けによる探査

1968 - 1975 PNUD: Liptako 地域…広域地化学探査, Sirba 川付近の土壌試料による地化学探査

1981 - 1988 ONAREM, ONAREM and ACIDI による鉱化帯探査

* Turé地区 (本調査のTuré地区)

1981 - 1982 土壌試料による地化学探査 (概査及び精査), 物理探査 (磁気探査, IP法電気探査), ピット及びトレンチ探査

1984 - 1986 ピット及びトレンチ探査

* Bolsi-Bossey Bangou 地区 (本調査のBossey Bongou 地区)

1984 - 1986 ピット及びトレンチ探査

1986 - 1988 地化学探査

* Deba地区 (本調査のKakou 地区)

1981 - 1982 土壌地化学探査 (4070試料)

1984 - 1986 地質調査, 地化学探査, 物理探査

1985 - 1986 Kokoloukou鉱床で試錐探査 (9孔: 合計 946m), 地化学探査による異常地区の調査

1986 - 1987 Kokoloukou鉱床で試錐探査 (8孔: 合計 813m), 地化学探査による異常地区の調査

1987 - 1988 地化学異常に対するピット調査

BRGM: Bureau de Recherches Geologiques et Minieres

PNUD: United Nations Development Programme

ACDI: Agence Canadienne de Developpement International

3-2 調査地域の地質的位置付け

(1) 概要

調査地域を含む西アフリカ剛塊の南東部は下部原生界に属するBirrimien 累層群及びその相当層が広く分布する地域で、地質構造区分上、Baoulé-Mossi地質区と呼ばれる。この地質区はさらに2つの地質亜区、Birrimien 地質亜区とBasin and Mole 地質亜区に細分される。前者はBirrimien 累層群に属する(変成)堆積岩類、(変成)火山岩類が広く分布する地区で、ガーナ南西部、象牙海岸のKomeo 盆地などが含まれる。後者はBirrimien 累層群に対比される地層がNNE-SSW ~NE-SW に伸長した多数の小堆積盆を形成している地域で、Burkina Fasoの全域、調査地域を含むニジェール西部がこの地質亜区に含まれる(Pl. I-3)。

(2) 層序

Baoulé-Mossi地質区の地質は大きく先Birrimien, Birrimien累層群(下部Birrimien 層群, 上部Birrimien 層群, Tarkwaian 層群), 花崗岩類に区分できる。これらの関係はいずれも不整合で、不整合の間には花崗質岩の貫入を伴う構造-熱時相が存在し、本地質区全域を通じ、大局的な対比が確実にできる(Table I-3)。

(a) 先Birrimien

先Birrimien に確実に属する地層は象牙海岸にまとまって分布するほか、Burkina Faso, ガーナ北部などに散点的に見られる。Pl. I-3の地質図のうち未区分とされているものなかにも本階に属する地層が相当含まれている可能性がある。ミグマタイト・片麻岩・花崗質岩などより成り、角閃岩相~グラニュライト相の変成相が認められる。C. 2600Maの放射年代が得られている。この年代値は地層が受けた変成時相(Liberian構造-熱時相)の年代を示すものと通例解釈されている(例えばPapon, 1972)。

(b) Birrimien 累層群

本累層群はいわゆる緑色岩帯を形成し、金の胚胎層準と成っている。Birrimien 地質亜区では主にフリッシュ(砂泥互層)から成る下部と火山岩類を主体とし砕屑性堆積岩類を伴う上部に区分されている(Bard and Lemoine, 1976)。

調査地域を含む Basin and Mole 地質亜区ではこの関係は逆となり、下半部に火山岩類が卓越する。また、本地質区ではBirrimien 地質亜区に認められるEburnian Iに相当する変動時相は確認されていない。

(c) Eburnian II 構造-熱時相

この時相は造山時花崗岩類(Baoulé型)の形成・貫入により特徴づけられる。花崗岩類はクラトン化作用に関連したと考えられる花崗岩類と地向斜性造山時花崗岩類に区別される。前者はBirrimien 累層群の堆積初期から形成したと考えられている。後者は褶曲した地向斜性堆積物の花崗岩化作用により形成した。より早期のKoffisouka型(黒雲母角閃石花崗岩類)とより後期のFerke 型(両雲母花崗岩類)の2型が認められる。2125±40Ma~2137±50Maの放射年代が得られている。この構造-熱時相を受けたBirrimien 累層群はN-S ~NE-SW 走向の褶曲構造で特徴づけられる。変成相は緑色片岩相-アルマンディン角閃岩相が一般的である。

(d) Tarkwaien 累層群

本層群はBirrimien 累層群を不整合に覆う。Birrimien 累層群に比べ、はるかに限られた分布を示す。砂質岩・泥質岩を主体として礫岩を伴なう。通例この堆積相はモラッセと解釈される。

(e) 後造山時花崗岩類

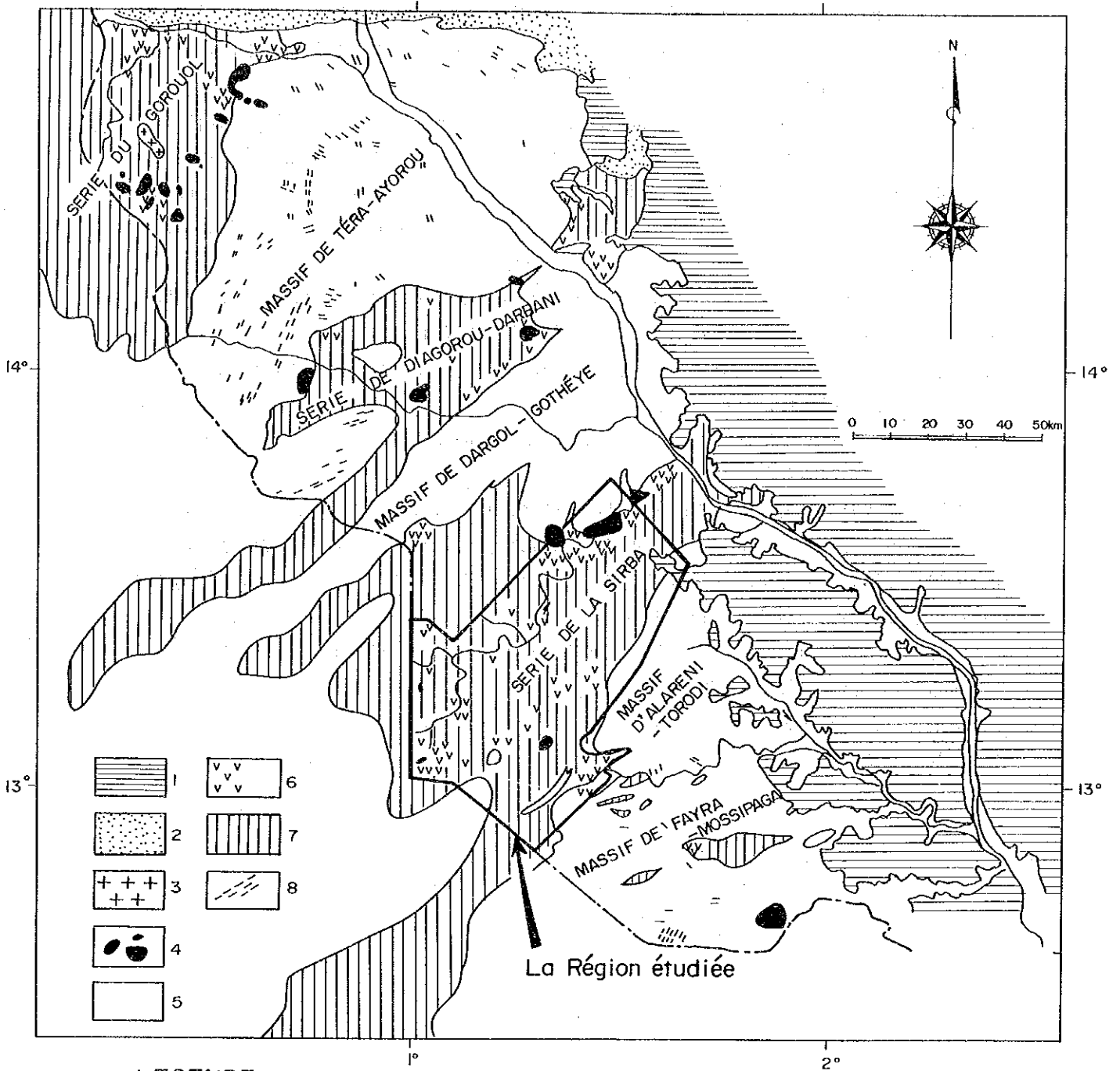
小規模な不調和岩体を成す。Tarkwaien 累層群またはその相当層を貫くWindéné 型 (2047 ± 97Ma) とBondoukou 型 (2037 ± 45Ma) が知られている。このうち後者は先Tarkwaien の可能性がある。

3-3 調査地域周辺の地質概要

Pl. I-4 に調査地域周辺の地質概略図を示す。調査地域周辺には長径 100km程度の大きさでNE-SW に伸長するBirrimien 層群の 3つの堆積盆 (北からGorouol-Diagorou・Darbani-Sirba)が花崗質岩分布域を介して南北に配列し、全体として典型的Basin and Mole構造を成している。層序は大局的にはBaoulé-Mossi地質亜区の他の地域と同様である (3-2 項, Table 1-3)。

基盤は先Birrimien と呼ばれ、ミグマタイト、レプチナイト、塩基性変成岩などからなる。造山時花崗岩類 (後述) 中に散在し、調査地域には分布しない。Birrimien 層群は細粒碎屑性堆積岩類を主体とし、下半部に塩基性～中性火山岩類を伴なう。この火山岩類は大きく見ると下部から上部に塩基性岩から中性岩へと漸移する。全層厚は数千mに達すると考えられる。造山時花崗岩類は Liptako地域の地質ユニットで最も広い分布を示し“mole”構造を成す。弱い片理を持つ花崗岩～花崗閃緑岩を主体とする。Machens(1967) はこれを先Birrimien の再溶融とBirrimien 累層群の花崗岩化作用により形成したと考えた。Brunnschweiler et al (1972) はBirrimien 層群と花崗岩類の間で変成相が漸移しないことからこれに反対し、Birrimien 層群が花崗岩類を不整合に覆うと推定している。後造山時花崗岩類は主にBirrimien 累層群を貫く。Basin 構造の縁辺部に分布する場合が多い。一般に小岩体であるが、Touré 付近の岩体は長径約 5kmを有する。

Tarkwaien 累層群は Pl. I-4 のなかの北端部のみに分布する。砂質岩、礫岩からなる。



LEGENDE

1. TERTIARE (continental terminal) ; 2. TARKWAIEN ; 3~7. BIRRIMIEN
 3. Granite ultimes ; 4. Granites post-tectoniques ; 5. Granites-syntectoniques ; 6. Roches vertes
 7. Séries pelitiques et détriques ; 8. PRÉBIRRIMIEN (Migmaties)

Pl. I-4 Esquiss de géologie à la région Liptako

E. Machens, 1973 (Corrigé en partie)

3-4 調査地域の鉱業略史

調査地域を縦断するSirba 川及びその支流では1950年代後半に河床堆積物やその周辺の移動性堆積物中に砂金の存在することが知られ、その後、砂金を対象とした地化学探査及び腕掛け調査が多く箇所で行なわれ、一部で砂金が採掘された。

1984年末、Sirba 川で初めて含金石英脈が発見され、砂金採取者達が地表部の採掘に取りかかった。その後、探鉱は金鉱床胚胎の可能性が高いBirrimien 系の分布域に拡大された。

調査地域内では、3-1 の既往調査の概要の項で述べたようにDéba地区、Touré地区、Bolsi - Bossey Bangou 地区等で多くの鉱床探査が実施され、10数箇所新しい含金石英脈や含金粘土化変質帯が発見された。

本年度の現地調査地区内では、現在含金石英脈や含金粘土化変質帯を対象にToure 地区で6箇所、Déba地区（Kakou 地区西部）で4箇所探採掘が行なわれている。

砂金を対象とした採掘はTouré 地区のSirba 川河床で2箇所、含金石英脈周辺部の二次堆積物を対象に数箇所採掘が行なわれている。

これらの他、本年度の現地調査地区外にも数箇所金の鉱化帯が知られており、現在採掘されているところがある。

当地区では政府や企業による組織的な鉱山開発は未だ行なわれておらず、現地では原住民達が人力によるピット又はトレンチ方式で小規模に採掘を行なっている。採掘場は深さ10～20mの深さに達しているが、採掘場での安全対策は全く取られておらず、一部の採掘場では崩落による死者が出ていると言われている。

採掘は一般に処理のしやすい含金粘土化変質帯を対象に行われているが、局部的には自然金の見られる石英脈が採掘されている。

採掘場では鉱石を人力で粉砕し、ドライパンニング又は水によるパンニング法によって金粒が回収されている。

第4章 調査結果の総合検討

4-1 ランドサット画像解析

ランドサット画像を用い、調査地域の写真地質学的判読作業を行ない、広域的な地質構造の解析に資した。解析には主にフォルスカラー画像を用いて、先ず、調査地域をいくつかの画像ユニットに区分した。判読基準には、a)色調、b)きめ、c)線構造（片理・層理）の有・無、d)形態、e)広がり、f)河川パターン、を用いた。区分された画像ユニットは16である。また、リニアメント・円形構造の抽出も同時に行なった。次にこの結果を既存地質図と対比し、各画像ユニットの評価を行なった。同時にグランドトールズ観察地点を選んだ。最後に以上の結果を空中写真判読結果、地質調査結果と併せて総合的に解析し、調査地域の地質構造を考察した（4-2項）。

なお、これらの作業には比画像を補助的に用いた。主な画像ユニットの評価及びリニアメントの特徴は、次のとおりである。

(1) 画像ユニットの評価

(a) 画像ユニットL（走向山稜）

調査地域の中央部から北部にかけて広く分布する。特徴的な暗緑色の色調（フォルスカラー画像：以下色調は特に断らないかぎりフォルスカラー画像の色調）を示す。

周囲の平坦部から突出した台地状山体を成す。地域中央部ではこの山体が群を成し、全体として島弧様の分布を示す。調査地域外に見られる褶曲構造との比較から、これらの山体群が、差別的侵食により形成された走向山稜で、複雑な褶曲構造を成していることが読み取れる。

(b) 画像ユニットL-B（走向山稜、第三系？）

調査地域の北部に広く分布する。画像ユニットLに類似した特徴を示すが、色調が弱く淡褐色を帯びること、分布に規則性がなく褶曲構造が明らかでないことなどの違いがある。

全体の特徴から、上述の走向山稜の更に侵食の進んだものと考えられる。Machens, E (1967)の地質図では一部のを第三系（Continental Terminal）としている。

(c) 画像ユニットG（火成岩体）

凹凸のきめを持ち孤立したインゼルベルク（準平原面の削剥から取り成された残丘）を示したり、それらが走向沿いに連なり走向山稜に類似した地形を成したりする。現地踏査により、角閃岩、安山岩～玄武岩溶岩、花崗質岩の小貫入岩体などがこのユニットに相当することが判明した。

(d) 画像ユニットS（片岩）

一定方向に伸びる線状構造で特徴づけられる。線構造の伸びの方向は現地で測定した片理構造（一部で層理）に完全に一致した。

(e) 画像ユニットLBP（花崗岩類）

桃色を帯びる淡褐色の色調と同心円状の河川パターンにより特徴づけられる。Touré 付近と Boulkagou付近の花崗質岩の分布域に一致する。

(f) 画像ユニットP (角閃岩, ホルンフェルス?)

調査地域北部で上述の花崗岩体の周辺を取り巻くように分布するほか, 西部に不規則な円形構造を成し, 孤立した分布を示す。現地調査により, 前者はホルンフェルスの露出域を示す可能性が高く, 後者は角閃岩の分布域に一致した。

(g) その他

その他の画像ユニットは砂地が白色系, 植生が緑色系, ラテライトが褐色系の色調を呈すこと(現地調査結果)から, それらが組み合わさり, それぞれの分布の多少により各種の画像ユニット(W, O, B, Y, GS, LBO, GSB, LB)を形成していると考えられる。

(2) リニアメント

比較的規模の大きなリニアメントは, E-W 系, NE-SW 系, NNE-SSW 系の3方向が卓越する。このうち前2者は共役断層系を成している可能性がある。また, NNE-SSW 系リニアメントの一部は花崗岩類の分布を規制している。

4-2 地質及び地質構造

(1) 地質

Pl. I-5に調査地域の地質模式層序図を、Pl. I-6に地質図及び同断面図を示す。調査地域の地質はBirrimien 層群、造山時花崗岩類、後造山時花崗岩類、貫入岩類、ラテライトから構成される。

Birrimien 層群は調査地域の大半を占め広く分布する。岩相により大きく下部と上部に2分される。下部は塩基性火山岩類を主体とし、泥質岩などの堆積岩類を伴なう。上部は泥質岩を主とし、砂質岩、凝灰岩を伴なう。下部の塩基性火山岩類の岩質は角閃岩、ガプロ（層状貫入岩体）、塩基性安山岩類などで、ソレライト岩系に属するらしい。泥質岩はBirrimien 層群中で最も卓越する岩相で、常に片理構造を伴なう。本層群はあまり強い変成作用は蒙っていないが、Antigoura 北方とBoborgou Saba 周辺では角閃岩相まで達している。

造山時花崗岩類は調査地域の周辺に広く分布する。縞状構造を示す中～粗粒の花崗岩～花崗閃緑岩が主体をなす。後造山時花崗岩類は比較的規模の大きなものにTouré 付近に2岩体、Boukagou 付近とNassilé 付近に1岩体ずつ分布する。この他Kokoloukou付近にも小規模な2岩体が認められる。中～粗粒の花崗閃緑岩～花崗岩からなる。

貫入岩類には玄武岩、ドレライト、デイサイト、流紋岩がある。ドレライトは後造山時花崗岩類まで貫くが他の貫入岩類の貫入上限はBirrimien 層群である。流紋岩は岩体内及び周辺に変質帯や多量の石英脈を伴なうことがある。

ラテライトは主に、走向山稜山頂付近に分布する。

(2) 地質構造

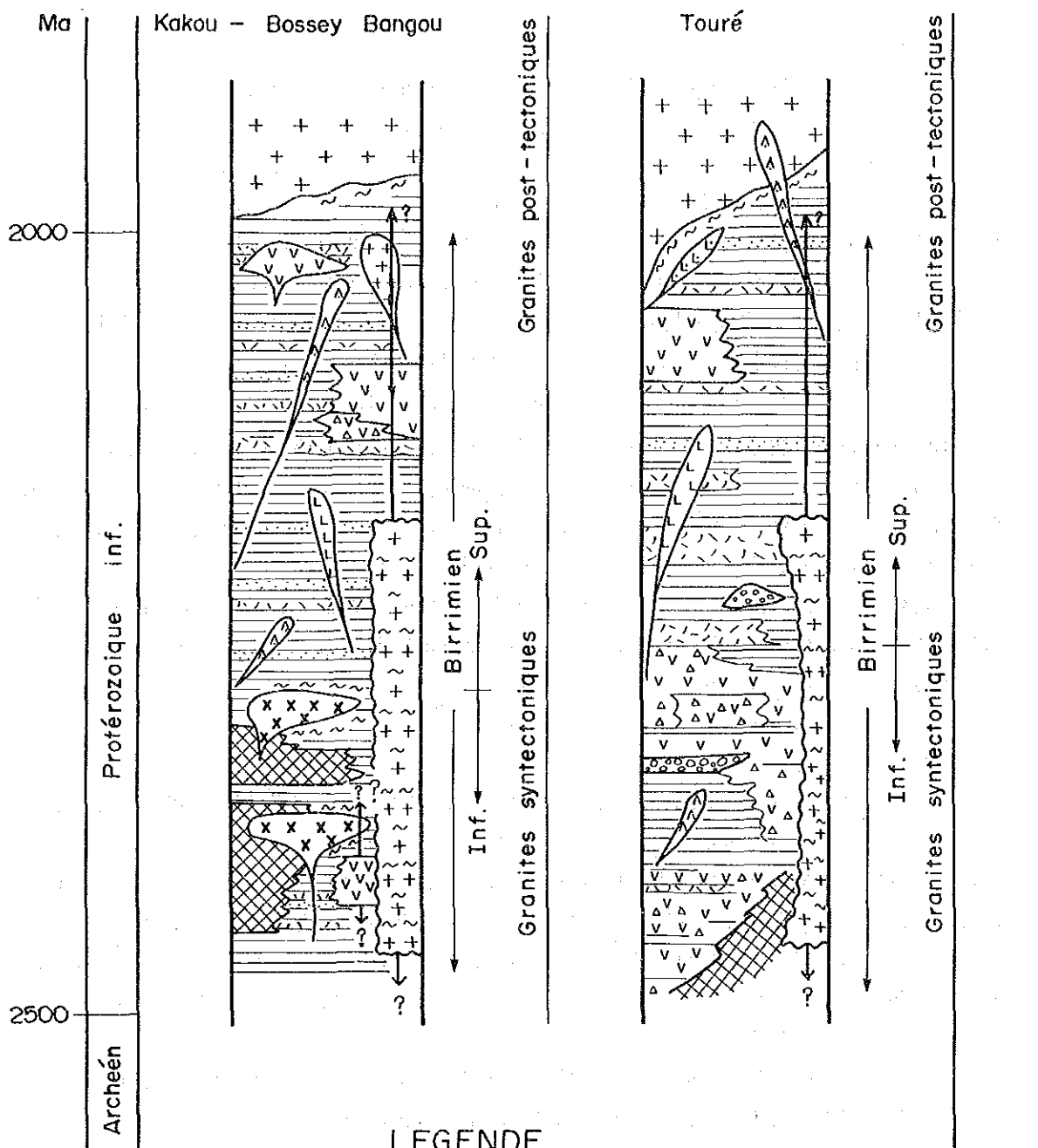
Pl. I-7 図に、地質構造図を示す。同図はランドサット画像解析結果に地質調査結果を加味して作成したものである。調査地域の地質構造は以下の様にまとめられる。

(a) 調査地域の地質構造は基本的には波状・連続的に発達する褶曲構造により特徴づけられる。しかし、その発達様式は地区ごとに異なる。すなわち、調査地域中央部は波長1～2 kmの大規模な褶曲群により特徴づけられる。褶曲軸の走向は調査地域西端部でENE-WSW に走り、中央部付近でNE-SW 方向にやや向きを変える。また中央部付近では一部のものがE-W 走向の軸を持つようになる。

















一方、調査地域の北部の褶曲構造の波長は1 km以下の中規模のものが主体で、南西～西にプランジした形態を成す。調査地域の南部は走向山稜の発達がなく、調査地域の他の部分とは異なる地質系統から成る可能性もある。

(b) 顕著な断層にE-W 系、NE-SW 系、NNE-SSW 系のものがある。このうちE-W 系とNE-SW 系は共役断層系を成している可能性があり、かつ両者とも、金の鉱化作用（石英脈の分布）を規制しているように見える。

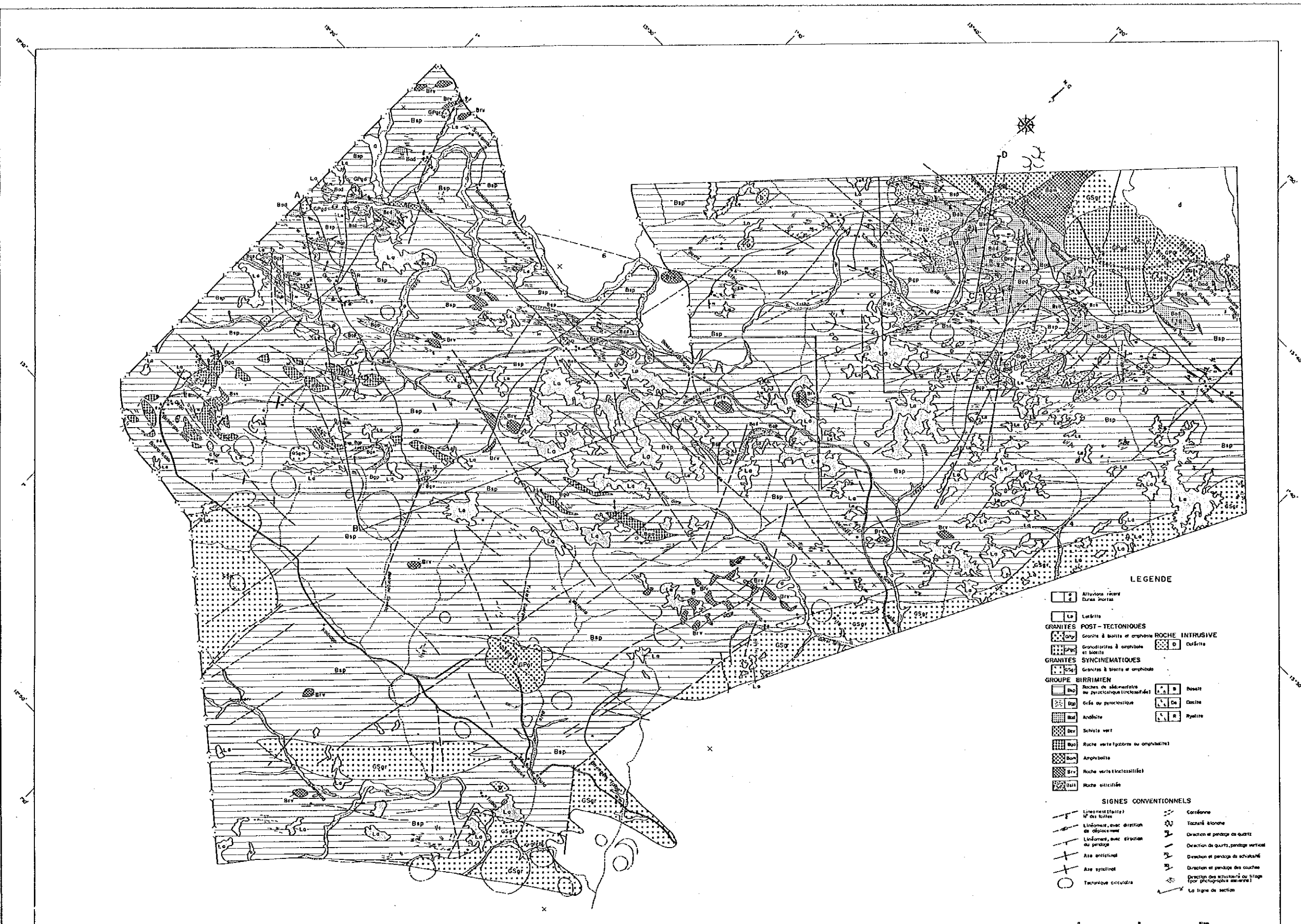
NNE-SSW 系断層は花崗岩類の分布や貫入岩の貫入方向を規制しているものがある。



LEGENDE

- | | | | | | |
|---|--------------|---|-------------------------------|---|---|
|  | Argillites |  | Roche pyroclastique (néogène) |  | Dacite |
|  | Grés |  | Andésite |  | Ryolite |
|  | Tuf |  | Roche siliceux |  | Granite ~ Granodiorite (syntectoniques) |
|  | Amphibolites |  | Basalt |  | Granite ~ Granodiorite (post-tectoniques) |
|  | Gabbros |  | Dolérite |  | Cornéenne |
| | | | |  | Roche silicifiée |

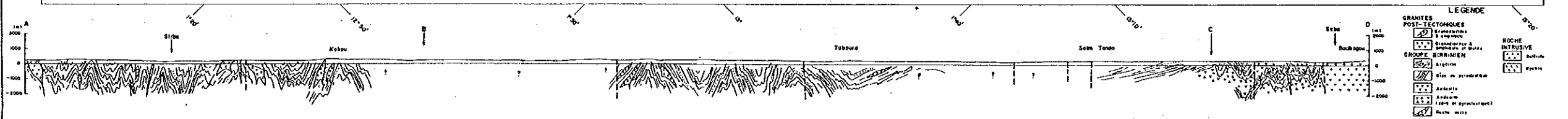
Pl. I-5 Profil schématique de stratigraphie



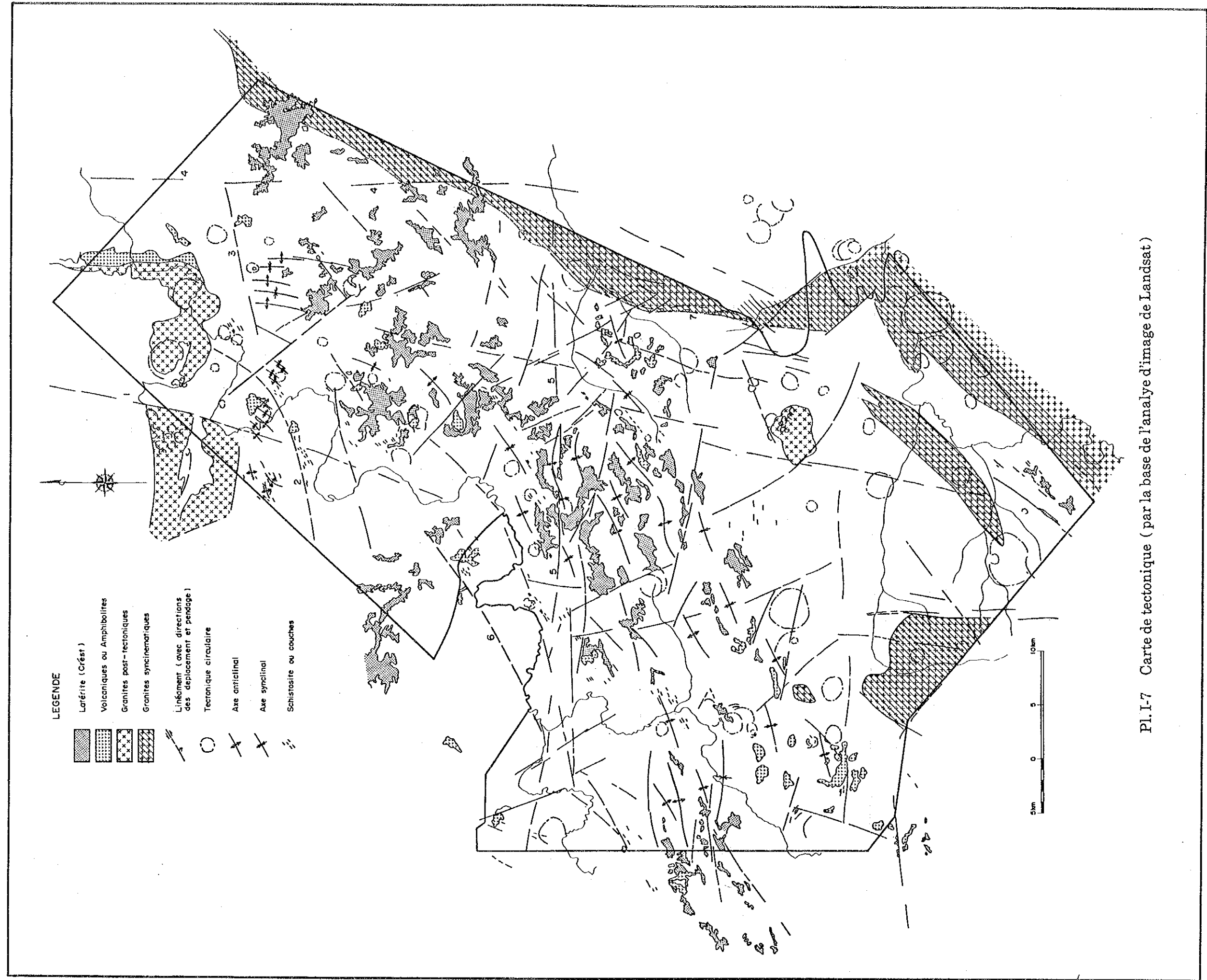
LEGENDE

- Atterres récentes
- Dunes maritimes
- Latérites
- GRANITES POST-TECTONIQUES
 - Granites à biotite et amphibole
 - Granodiorites à amphibole et biotite
- GRANITES SYNCINEMATIQUES
 - Granites à biotite et amphibole
- ROCHE INTRUSIVE
 - Diorite
- GRUPE BIRIMIEN
 - Roches de sédiments ou pyroclastiques fossilifères
 - Graès du permocène
 - Amphibolite
 - Schiste vert
 - Roche verte feldspathique ou amphibolite
 - Amphibolite
 - Roche verte tectonoclastique
 - Roche silicifiée
- ROSEAU
 - Basalt
 - Gabbro
 - Dyallite
- SIGNES CONVENTIONNELS
 - Lineament (faute)
 - N° des failles
 - Lineament, avec direction de glissement
 - Lineament, avec direction de pendage
 - Axe antiforme
 - Axe synforme
 - Tectonique circulaire
 - Corrélation
 - Tectonisme sismique
 - Direction et pendage de quartz
 - Direction de quartz, pendage vertical
 - Direction et pendage de schistifié
 - Direction et pendage des schistes (pour schistifié déformé)
 - La ligne de section

Pl. I-6 Plan et profile géologique du région de Liptako étudiée



- LEGENDE
- GRANITES POST-TECTONIQUES
 - Granites à biotite et amphibole
 - Granodiorites à amphibole et biotite
 - GRUPE BIRIMIEN
 - Schiste vert
 - Amphibolite
 - Roche verte tectonoclastique
 - Roche silicifiée
 - ROCHE INTRUSIVE
 - Diorite
 - Dyallite



Pl. I-7 Carte de tectonique (par la base de l'analyse d'image de Landsat)

4-3 鉍化帯

(1) 鉍化帯の概要

調査地域には含金石英脈を主とする鉍脈型の金鉍化帯及び石英脈や石英脈の転石帯が多数分布しており、その主要な分布範囲は広域的には約12kmの幅で、調査地域の北東端から南西端に断続的に約80kmに渡って分布する。

本年度の調査範囲で稼行実績のある鉍化帯は、北部のToure 地区で4カ所、南部のKakou 地区で4カ所認められた。その他、本調査地域以外では、Toure 地区の南西方で6カ所、北東方で1カ所の鉍化帯が知られている。

鉍化帯はBirrimien 系の堆積岩類や火山岩類を母岩として胚胎した熱水鉍脈型の金鉍化帯が最も顕著である。

現地調査地域内で確認した8カ所の主要な鉍化帯(Pl. I-8)は、北部のToure 地区では(1) Kala, (2) Kongo Mbanda, (3) Kongo Loude, (4) Toure 鉍化帯、南部のKakou 地区では(5) Sefa Nangue, (6) Kokoloukou, (7) Kokoloukou Sud, (8) Deba 鉍化帯等である。各鉍化帯の概略はTable I-4 に示した。これらの鉍化帯の内、比較的規模の大きな鉍化帯はToure 地区のToure 鉍化帯及びKakou 地区のSefa Nangue 鉍化帯である。

Toure 鉍化帯はDingabon部落の南南東約3km 付近に位置し、暗緑灰色の変質安山岩の分布域に胚胎する。鉍化帯は連続性の悪い多数の石英脈及び網状石英脈を伴った粘土化変質帯からなり、その分布範囲は約850m×500mである。鉍化帯の中で最も連続性の良い石英脈は、北部の幅1.25m 以下の板状石英脈で、その走向・傾斜はN10W・90を示し、走向方向に約90m 連続する。その他、本鉍化帯には幅1.0m以下のレンズ状石英脈や幅0.2m以下の連続性の悪い石英脈が多数認められ、その方向性はNE-NW 系、N-E 系、N-W 系及びNNW-SSE 系等がある。

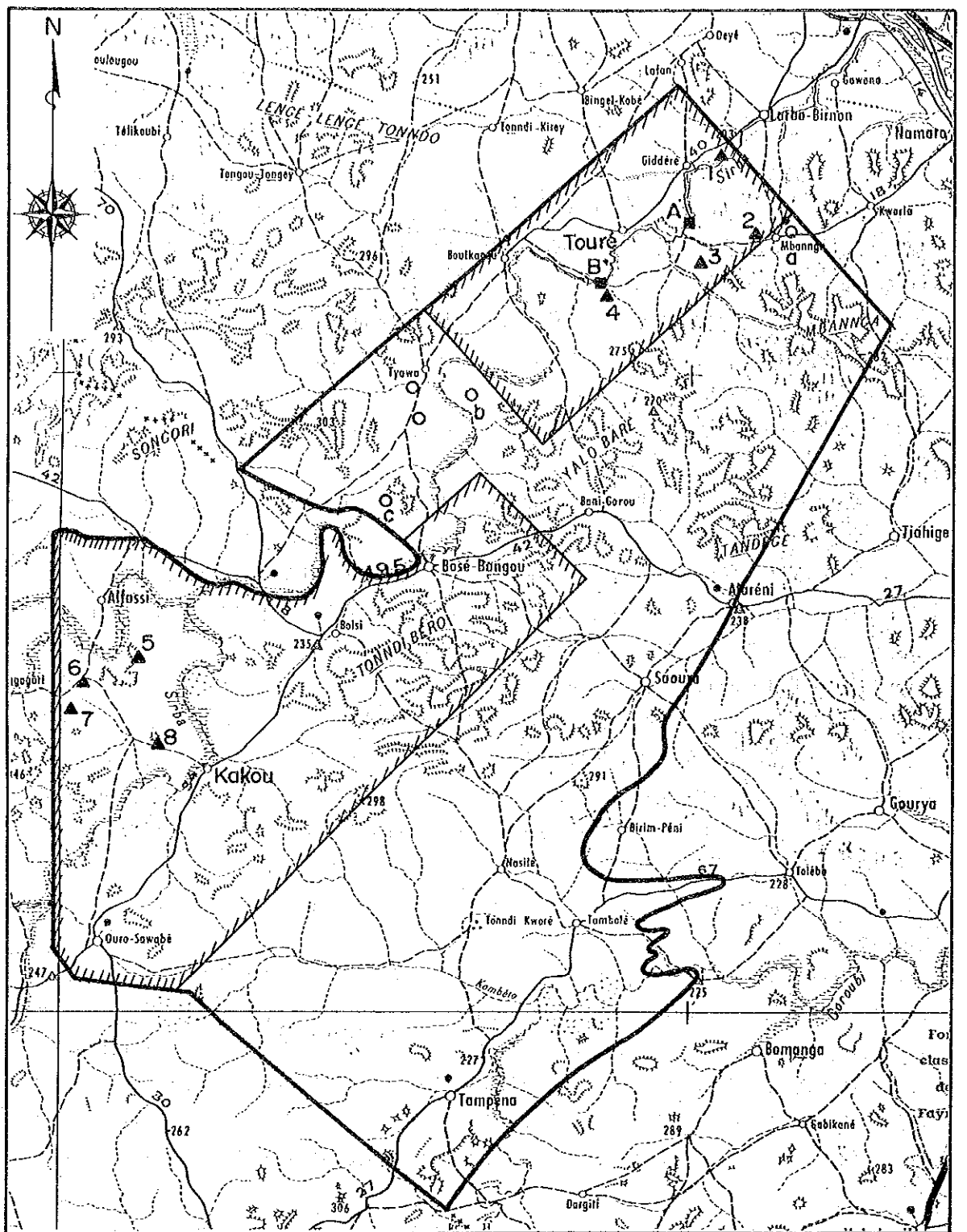
分析結果は0.48g/t Auの低品位であったが、現在も一部で採掘されており、鉍化帯には高品位部があると推定される。

Sefa Nangue 鉍化帯は、Singue部落の南方約2kmに位置し、堆積岩類及び火山砕屑岩類源の片岩類中に胚胎する。鉍化帯はNo.1からNo.5脈からなり、その分布範囲は950m×450mである。鉍脈の一般走向はE-Wで垂直または北へ急傾斜する。最も規模の大きい石英脈はNo.1脈で、最大脈幅1.2m、平均脈幅0.95m、走向延長約550mである。No.2からNo.5脈の石英脈は走向延長が100mから260mである。No.1とNo.2脈の石英脈では肉眼で自然金が認められる。No.1脈の石英脈の分析結果は平均脈幅1.8mで5.14g/t Au、No.2脈の鉍石では43.50g/t Au の高品位を示した。

これらの他、Kongo Mbanda No.1, Kokoloukou, Kokoloukou Sud, Deba 鉍化帯等は鉍化帯の延長が約400mに及んでおり、興味深い鉍化帯である。

漂砂鉍床はSirba 川の河床堆積物及び一部の鉍化帯周辺部の表層堆積物を対象に砂金が採掘されているが、いずれも小規模である。

本調査では詳細な調査を実施していないが、Toure 鉍化帯の南西方に分布する石英脈の転石帯、Bolsi 部落北方山地に分布する石英脈の転石帯、Deba鉍化帯の南西山地斜面に分布する石英脈及び石英脈の転石帯等は比較的規模が大きい。



Légende

- ▲ Gisements découverts par l'exploration 1989
 - Gisement d'or du placier
 - Gisement inexploré
 - ▨ Cadre étudié
- 1 : Kala, 2 : Kongo Mbanga, 3 : Kongo Londe
 4 : Touré, 5 : Sefa Nangue, 6 : Kokoloukou
 7 : Kokoloukou sud, 8 : Déba
 A : Kouloumé Bigaré, B : Touré
 a : Mbanga, b : Tchalkan, c : Libiri

Pl. I-8 Minéralisation dans le cadre étudié

Table I-4 Liste des Zones Altérées et Minéralisées

Secteur	N°	Nom de gisement	Localité (kilomètre approximatif)	Terrain minéralisé	Forme	Zone minéralisée			Résultat d'analyse		Roche mère	Altération	
						Direction	Inclinaison	Longueur	Épaisseur	Largeur prélevée			Au g/t Ag g/t
Touré	1	Kala	1 km SE de Kala	200mx10m	Le filon de quartz	N65°W	80°S	200m	0,5 m	-	-	gabbro	Zone d'argile brune
	2	Kongo Mbanga N° 1	1,5 km NNW de Mbanga	400mx50m	Le filon et filonnette de quartz	N75°E	80°NW	230m	max. 1,0 m moy. 0,3 m	-	-	Schiste	Zone d'argile brune en général et d'argile blanche en partie
	N° 2	0,5 km SSW de gisement N° 1	40mx10m	Le filon réticulaire de quartz	N65°W	-	40m	-	spot	3,83	<0,5	Schiste	Zone d'argile blanche
	N° 2	0,2 km S de gisement N° 2	20mx5m	Le filon de quartz rubané	E-W	70°N	20m	0,1 m	-	-	-	Schiste	Zone d'argile brune
Kakou	3	Kongo Loudo	3,7 km S de Koutoumé Bisaré	60mx10m	Le filon lentriculaire de quartz	N40°W	70°NE	60m	max. 0,3 m	0,03	<0,5	Andésite	Zone d'argile brun clair et blanche
	4	Touté	3,0 km SSE de Dingabon	850mx500m	Le filon lentriculaire de quartz et la filonnette de quartz	NE-SW	-	filon de quartz max. 100 m	max. 1,25m	1,0 m 0,25m spot	0,48 0,48 0,17	<0,5 2,0 <0,5	Andésite
Kakou	5	Sefa Nangue	2 km S de Singue	(950mx450m)									
	Filon N°1	2 km S de Singue	550mx5m	Le filon de quartz blanc et gris	E-W	90°	550m	max. 1,2m moy. 1,4m	1,2m 1,8m	0,58 5,14	<0,5 <0,5	Schiste	Zone d'argile brune en général et d'argile brun rougeâtre en partie
	Filon N°2	200 m NW du filon 1°	260mx5m	Le filon de quartz blanc et gris	N80°W	90°	260m	max. 5,2m moy. 1,4m	spot	43,50	6,8	Schiste	Zone d'argile brune en général et d'argile brun rougeâtre en partie
	Filon N°3	130 m NE du filon 2°	120mx5m	Le filon de quartz blanc	N75°W	85°NE	120m	max. 4,0m moy. 2,2m	-	-	-	Schiste	Zone d'argile brune - brun clair

(suite)

(2)

Secteur	N° gisement	Localité (kilomètre approximatif)	Terrain minéralisé	Forme	Zone minéralisée			Résultat d'analyse		Roche mère	Altération	
					Direction	Inclination	Longueur	Epaisseur	Largeur prélevée			Au g/t Ag g/t
Kakou	Filon N°4	110 m SW du filon 1°	120mx5m	Le filon de quartz blanc et gris	E-W	85°N	120m	max. 1,0m moy. 0,7m	1,8m	1,95	<0,5	Zone d'argile brune en général et d'argile brun jaunâtre en partie
	Filon N°5	30 m EES du filon N° 4	100mx5m	Le filon de quartz blanc et gris	E-W	90°	100m	max. 2,5m moy. 0,4m	-	-	-	Zone d'argile brune
	6 Kokoloukou	6,7 km NW de Déba	430mx100m	Le filon de quartz blanc et la filonette zone altérée	N35°E	50°-85°NW	430m	max. 1,2m moy. 0,4m	0,7m	3,22	<0,5	Zone d'argile brune en général et d'argile blanc et brun jaunâtre en partie
Kakou	7 Kokoloukou Sud	3,3 km SSW de la zone minéralisée Kokoloukou	400mx100m	Zone altérée	N25°E	-	400m	-	-	-	-	Zone d'argile brun rougeâtre - brune
	8 Déba	1,5 km SE de Déba	360mx20m	Le filon lentille-culaire de quartz et la filonette	N65°E	irregular	360m	moins de 0,5m	0,4m	0,34	<0,5	Zone d'argile brune, altérée en général et d'argile blanche et brun jaunâtre en partie

(2) 鉍化作用の特性

鉍化帯は本地域の裂罅系に沿って胚胎した熱水鉍脈型の鉍化帯で、石英脈とその周辺部の粘土化変質帯からなる。

石英脈は白色または灰白色の塊状、板状、網状石英脈からなり、一部に灰色石英脈を伴う。一般に膨縮が著しく、脈幅は最大5.2mに及ぶ所もあるが、一般的に脈幅は1m以下である。

Sefa Nangue No. 1, No. 2及びKokoloukou鉍化帯に見られ自然金の産状は、石英脈中の晶洞に付着した褐色または淡緑褐色の粘土中、晶洞に近い半透明石英中、晶洞中の網状石英中、灰色塊状石英脈中等である。

石英脈中の鉍石鉍物は、自然金（微量の銀を含む？）、黄鉄鉍、硫砒鉄鉍、閃亜鉛鉍、方鉛鉍、黄銅鉍、赤鉄鉍、針鉄鉍等である。自然金は白色石英中に単独または硫砒鉄鉍に包有されている。石英脈の転石では、自然金、テトラディマイト、ヘッサイト、磁硫鉄鉍、四面銅鉍-砒四面銅鉍系鉍物等が観察された。

石英脈周辺部の変質帯は、褐色～淡褐色、黄白色、白色等の粘土化変質帯からなり、珪化帯は認められない。粘土化帯の変質鉍物の組み合わせは、石英-カオリナイト、石英-カオリナイト-セリサイト（2M₁）、石英-モンモリロナイト-カオリナイトが認められ、前者は堆積岩類、後者は安山岩を母岩とする変質帯に顕著に現れる。

粘土化変質帯中の自然金は粘土化帯の網状石英細脈や変質母岩の微細な粘土脈に含まれていると推定される。

当地域の鉍化作用は、鉍石鉍物に硫砒鉄鉍、テトラディマイト、磁硫鉄鉍等が含まれることから、一部には中熱水鉍脈型の鉍化作用があったものと推定される。

漂砂鉍床はSirba川の河床堆積物及び表層堆積物の一部に砂金が濃集したもので、砂金は当地域に分布する鉍化帯から流出したものと推定される。

(3) 鉍化規制

熱水鉍脈型の鉍化帯にみられる優勢な石英脈は、NNE-SSW系、ENE-WSW系、E-W系の方向性を示し、ランドサット画像で判読される優勢なリニアメントの方向性と良く一致する。石英脈の方向性は母岩の片理面の走向方向とは斜交しており、鉍化作用は母岩の片理面ではなく当地区の裂罅系に規制されて胚胎したものと推定される。

鉍化作用をもたらした関係火成岩として、一部の鉍化帯、鉍化帯の近房または石英脈の分布域に貫入した斑れい岩や石英閃緑岩の岩株または流紋岩岩脈等が考えられる。これらの貫入岩類では流紋岩の岩脈が鉍化作用に最も関係していると思われるが、本調査結果からでは断定できない。

熱水鉍脈型の主要な鉍化帯や石英脈の転石帯は調査地区の北東端部から南西端部にかけてほぼN50Eの方向にほぼ配列して分布する。この配列の方向性はブルキナファソからニジェールにかけて分布するBirrimien系の分布の伸長方向にほぼ一致しており、当地区の鉍化作用がさらに大規模な構造に支配されている可能性もある。

4-4. 土地化学探査による地化学探査結果

地化学探査地域は北部のTouré 地区の500 km² 及び南部のKakou-Bossey Bangou 地区の1,000 km² である。

本調査では土壌試料を対象に試料採取を行った。既存資料によれば蟻塚の試料が地化学探査に有効であることが報告されており (C. F. Gleeson and R. Pourin 1989), 本調査でも蟻塚のある所では蟻塚の土壌を試料として採取した。採取試料数はTouré 地区では2,009 試料, Kakou-Bangou地区で4,096 試料の合計6,105 試料である。単一変量解析及び主成分分析を行って, 地化学異常帯の抽出を行った。

Auの異常帯は既知鉍化帯を良く反映しており、Déba鉍化帯のB級異常を除けば、すべての既知鉍化帯でA級の異常が認められた。

Auの異常帯は、Touré 地区ではKongo Mbangua鉍化帯を含む異常帯 (最高分析値6,230ppb Au) が比較的大規模である。Touré 鉍化帯の北部を通る ENE-WSW系のリニアメント (No.2 断層) に沿ってTouré 及びKongo Loudo 鉍化帯を反映した異常帯を含む5箇所のAu異常帯が配列して分布する。その他、Tiambi部落の東南東に分布する大規模な石英脈転石帯の一部に現われたAu異常帯 (最高分析値664ppb Au)がある。

Kakou-Bossey Bangou 地区では、Sefa Nangue 鉍化帯に重複する異常帯 (最高分析値7,970ppb Au)、Kokoloukou鉍化帯に重複する異常帯 (最高分析値3,150ppb Au) 等が比較的大規模である。主要な鉍化帯以外の場所に現われたAu異常帯は、Déba鉍化帯の北東方の異常帯 (最高分析値 1,465ppb Au) が大規模 (1 km × 3 km) である。その他の鉍化帯に重複するAu異常帯は小規模である。

Asの異常帯は既知鉍化帯を反映してAuの異常帯と重複して現われる。その他、Dingabon 部落東南東約7.5 km付近に比較的大規模なAs異常帯が認められる。

Cu, Zn, Cr, Sb, F の各異常帯は一部のAu異常帯に重複して認められるが、大半はAu以外の成分と重複するかまたは単独の異常帯として分布する。これらの異常帯の中では、Cu異常帯が単独でPampoudi部落東南東付近、Zn異常帯が単独で Kakou部落北東方付近にややまとまって分布する。Cr, Sb, F の異常帯はtouré 地区の南東部一帯に分かれて多数分布する。

Ag, Pt, Pb, Hg 等の異常帯では注目に値する異常帯は認められない。

4-5. 地化学異常帯と鉍化作用の関係

地化学探査による地化学異常帯は既知鉍化帯を反映し、AuとAsの異常帯が顕著に現われている。従って、これらと同様の地化学異常帯は、本地区に胚胎した熱水鉍脈型のAuの鉍化作用を反映した異常帯と推定される。

Au異常帯と重複して現われたCu, Zn の異常帯はAuに伴ったCu, Zn の鉍化作用を反映した異常帯と推定される。しかし、単独またはAu以外の成分と重複する異常帯と鉍化作用との関係は不明である。

Cr異常帯はAu異常帯と一部で重複して現われているが、Auの鉍化作用とは直接関係せず、

分布する岩石（安山岩質岩？）に由来した異常帯と推定される。

Sb及びFの異常帯はTouré地区の南東部に多数分布するが、これらと鉍化作用の関係は不明である。

4-6. 含金鉍脈型鉍床賦存のポテンシャル

Touré地区ではKala, Kongo Mbang, Kongo Loude, Touréの各鉍化帯, Kakou-Bossey Bangou地区ではSefa Nangue, Kokoloukou, Kokoloukou Sud, Débaの各鉍化帯等が主要な鉍化帯である。その他の鉍化帯の状況は不明であるが、多数の石英脈や石英脈転石帯を確認している。

既知鉍化帯ではKokoloukou鉍化帯に対して過去にボーリング探査が実施されているが、鉍化帯下部の鉍況や両鍾先の連続性等は明らかにされていない。その他の鉍化帯ではボーリング調査は実施されておらず、ほとんど未探鉍の状況である。従って既知鉍化帯はその下部や両鍾先、また平行脈等の探査によって鉍化帯の規模が拡大される可能性が高い。既知鉍化帯の中ではSefa Nangue 鉍化帯が石英脈の規模、鉍石の分析品位（43.50g/t Au）石英脈の分布範囲等から最も規模が大きくかつ有望な鉍化帯と判断される。この鉍化帯にはAuのA級異常帯が顕著に現われている。

Déba異常帯の北東に顕著なAuの地化学異常帯（最高分析値 1,465ppb Au）が分布する。この地区には小規模な鉍化帯が認められるが、A級の地化学異常帯この鉍化帯の北東や南西部に現われており、有望な鉍化帯の賦存する可能性が高い地域である。

Kongo Mbang鉍化帯は小規模であるが、顕著なAuの地化学異常帯が現われており、さらにその西方のMbang鉍化帯（本調査地域外）が分布することを考慮すると、大規模な鉍化帯に発展する可能性がある。

Toure 鉍化帯は比較的規模が大きいかれども鉍化帯中にある石英脈は連続性が悪く、また鉍石の分析品位も低品位（0.48g/t Au）であった。しかし、この鉍化帯の北部から東北東に連なるENE-WSW系の断層（No.2断層）に沿ってAuの地化学異常帯が5箇所分布しており、この断層に沿った金の鉍化帯が期待される。

Tiambi部落の東南東には石英脈や石英脈の転石帯が広範囲に分布しており、一部でAuの地化学異常帯が認められることから、有望な鉍化帯の賦存する可能性がある。

以上、比較的大規模な鉍化帯が賦存する可能性の高い地区を述べたが、これらのほかにも既知鉍化帯周辺部の平行脈や鍾先に有望な鉍化帯が予想されるほか、A級Au地化学異常の現われた1点異常帯も認められ、有望な鉍化帯が潜在する可能性もある。

本年度の調査地域外では、Toure地区の南西方に6箇所、北東方に1箇所の鉍化帯が知られている。従って、これらの地域に対して地質調査及び地化学探査を実施して、鉍化帯の賦存状況を明らかにする必要がある。

第5章 結論及び提言

5-1 結論

本調査はランドサット画像解析，地質調査及び地化学探査からなる。これらの調査は地質構造を解明し，鉱床賦存状況を把握することを目的とし，その重点課題は，地質構造と鉱化作用の関連性，地化学的特性を総合的に考察して，鉱床賦存有望地区を抽出することであった。

(1) 地質・地質構造

調査地域の地質はBirrimien 層群（下部：主に塩基性堆積岩類，上部：主に泥質岩），造山時花崗岩類（片状花崗岩～花崗閃緑岩），後造山時花崗岩類（塊状花崗岩～花崗閃緑岩），貫入岩類（玄武岩，ドレライト，デイサイト，流紋岩），ラテライトから構成される。

ランドサット画像解析・地質調査結果により，調査地域の地質構造は波状に連続的に発達する褶曲構造により特徴づけられることが判明した。顕著な断層にE-W系，NE-SW系，NNE-SSW系がある。このうち前2者は共役断層系を成している可能性がある。

(2) 鉱化帯

主要な鉱化帯は，Touré地区のKala，Kongo Mbanga，Kongo Loudo，Touré鉱化帯，Kakou-Bossey Bango地区のSefa Nangue，Kokoloukou，Kokoloukou Sud，Débaの鉱化帯である。

鉱化帯はBirrimien系の堆積岩類や火山岩類を母岩として胚胎した熱水鉱脈型の金鉱化帯から成る。

本地区で最も規模の大きな鉱化帯はSefa Nangue 鉱化帯で，その規模は950m×450mの範囲に及ぶ。鉱化帯には5本の優勢な石英脈があり，その一般走向はE-Wで，垂直または北へ急傾斜する。最も大規模なNo.1脈の石英脈は平均幅0.95m，走向延長約500mである。鉱石の分析品位は43.50g/t Auの高品位である。

Touré 鉱化帯は約850m×500mの範囲に鉱化変質帯が認められるが，鉱化帯中の石英脈は小規模で分析結果も低品位であった。

これらの他，Kongo Mbanga，Kokoloukou，Kokoloukou Sud，Déba鉱化帯等は鉱化帯の延長が約400mに及んでおり，興味深い鉱化帯である。鉱化帯は石英脈とその周辺部の粘土化変質帯からなる。

石英脈中の鉱石鉱物は，自然金（微量の銀を含む？），黄鉄鉱，硫砒鉄鉱，閃亜鉛鉱，方鉛鉱，黄銅鉱，赤鉄鉱，針鉄鉱等である。自然金は白色石英脈中に単独または，硫砒鉄鉱に包有されている。石英脈の転石では，自然金のほか，テトラディマイト，ヘッサイト，磁硫鉄鉱，四面銅鉱—砒四面銅鉱系鉱物等が観察された。

粘土化変質帯中の自然金は粘土化帯の網状石英細脈や変質母岩の微細な粘土脈に含まれていると推定される。

当地域の鉱化作用は，鉱石鉱物に硫砒鉄鉱，テトラディマイト，磁硫鉄鉱などが含まれることから，一部には中熱水鉱脈型の鉱化作用があったものと推定される。優勢な石英脈はNNE-SSW系，ENE-WSW系，E-W系の方向性が卓越し，優勢なリニアメントの方向性と良く一

致する。石英脈の方向性は母岩の片理面の走向方向とは斜交しており、鉍化帯は母岩の片理面ではなく、当地区の裂隙系に支配されて胚胎したものと推定される。鉍化作用との関係火成岩は流紋岩岩脈と推定されるが、本調査からでは断定できない。

(3) 地化学探査結果

本地区の鉍化作用を最も良く反映している元素はAuとAs元素で、Au異常帯と重複して現れたCu、Znの異常帯は、Auの鉍化に伴ったCu、Znの鉍化作用を反映した異常帯と推定される。その他の元素の地化学異常が当地区の鉍化帯を直接反映している可能性は少ないと推定される。

地化学異常帯の内、Auに伴なって現われたAsの異常帯は既知鉍化帯を良く反映して、全ての鉍化帯と重複して現われる。

既知鉍化帯を反映して現われた特に顕著なAu異常帯はKongo Mbango、Sefa Nangue、Kokoloukou鉍化帯の分布域に認められる（最高分析値は Sefa Nangueの7970ppb Au）。

主要な鉍化帯以外に現われた顕著なAu異常帯は Déba 鉍化帯の北東に分布し、その規模は約 1km× 3kmの範囲を占める大規模な異常帯である。

異常値は余り高くないが、興味深いAuの異常帯には、Touré 鉍化帯の北部にあるENE-WSW系のリニアメント(No.2 断層)に沿って分布する 5箇所の異常帯及びTiambi部落の東南東に分布する大規模な石英脈の一部に現われた異常帯等がある。

(4) 鉍化帯賦存有望地区(Pl. I-9)

本調査によって得られた鉍床賦存有望地区は以下のとおりである。

(1) Sefa Nangue 鉍化帯地区：既知鉍化帯の中で最も規模が大きく、鉍床賦存の可能性が高い。

(2) Déba地区：Auの顕著な異常帯が現われており、潜頭鉍床が期待される。

(3) Mbanga地区：Kongo Mbanga鉍化帯及びこの西方の調査地区外にはMbanga鉍化帯があり、潜頭鉍床も期待される

(4) Touré 西部地区：リニアメント(No.2 断層)に沿ってAuの地化学異常帯が 5箇所に分布しており、断層に沿った金の鉍化帯が期待される。

(5) Tiambi地区：石英脈や大規模な石英脈転石帯がある。一部にAuの地化学異常帯があり、金の鉍化作用が期待される。

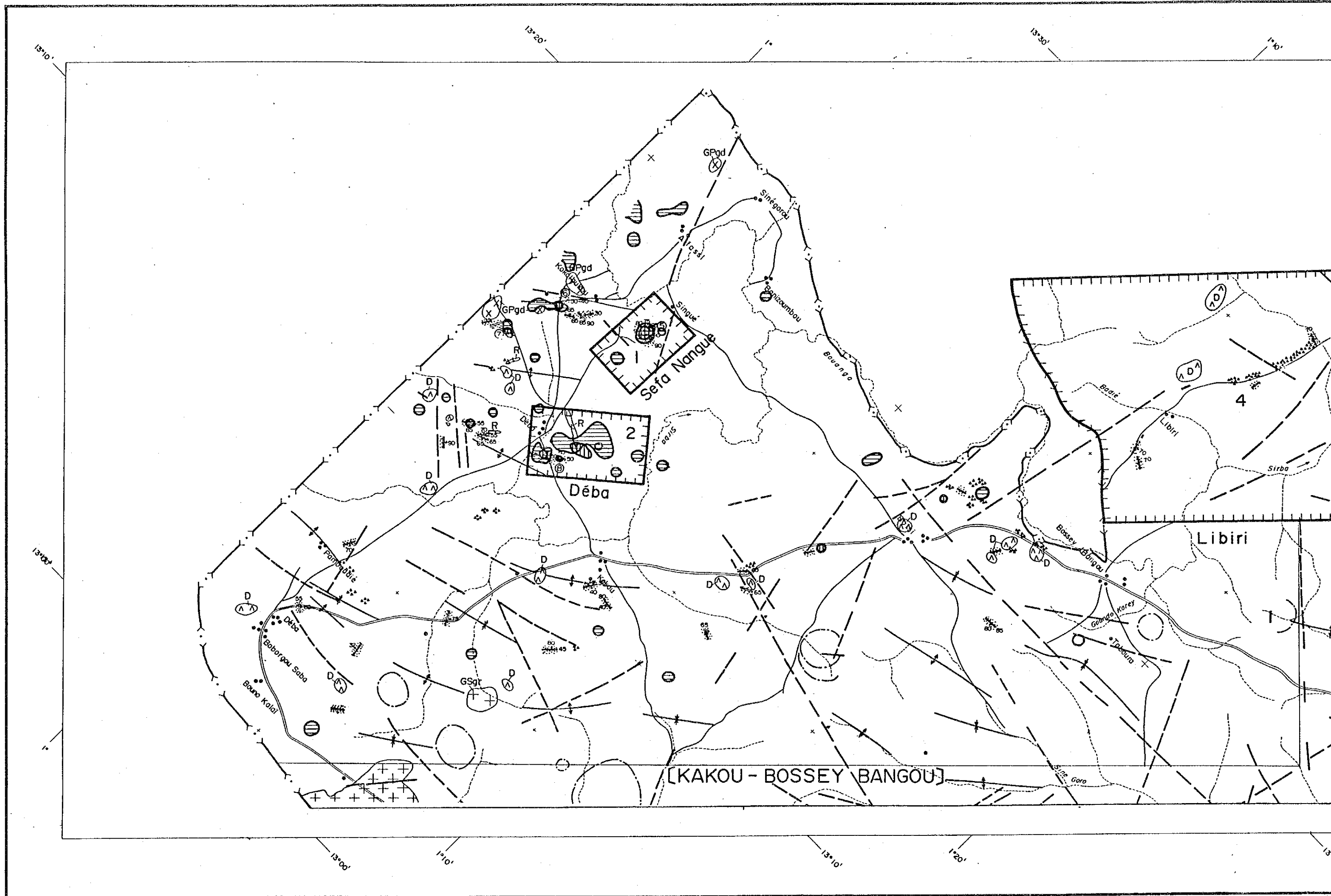
(6) Libiri地区：Touré 地区の南西方の未調査地域である。6箇所に鉍化帯が知られており、有望な鉍化帯が期待される。

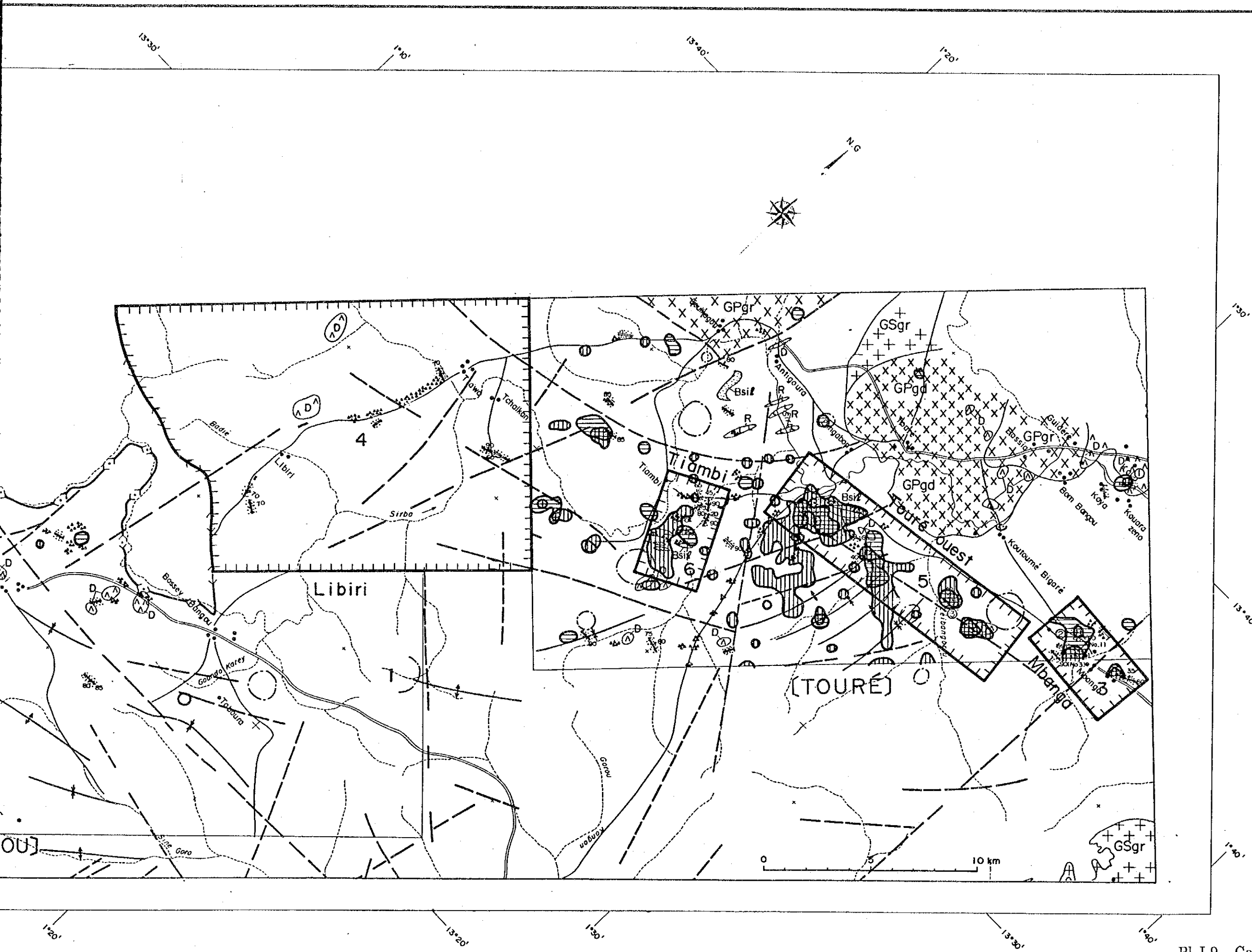
5-2 将来への提言

調査結果に基づいて抽出した鉍床賦存有望地区に対して、今後、更に精密な調査が実施されることを推奨する。

今後実施すべき調査地区名を優先順に揚げ、各地区での調査方法と調査目的を次表に示した。

優先順位	地区名	調査方法	調査目的
1	Sefa Nangue 地区	地質・鉱床調査（精査） ボーリング調査	鉱床規模及び鉱況調査
2	Déba地区	地化学探査（精査） 物理探査	Au地化学異常帯に期待される金の鉱化帯調査
3	Mbanga地区	地化学探査（精査） 物理探査	鉱化帯の鍾先及び平行 鉱脈探査
4	Libiri地区	地質調査（準精査） 地化学探査	鉱床賦存有望地区の抽出
5	Touré 西部地区	地質調査（精査） 地化学探査（準精査）	断裂系に沿ったAu地化学 異常帯に期待される金の 鉱化帯調査
6	Tiambi地区	地質調査（精査） 地化学探査（精査）	石英脈転石帯及びAu地化学 異常帯に期待される金の 鉱化帯調査





LEGENDE

- Ryolite
 - Dolérite
 - Granodiorites à amphibole et biotite
 - Granites à biotite et amphibole
 - Granites syncinématiques
 - Groupe Birrimien (Roche pelitique, Amphibolite, Andésite)
 - Linéament (falte)
 - Structure de circulaire
 - Axe anticlinal
 - Axe synclinal
 - Filon de quartz et zones altérées
 - Blocs de filon de quartz
 - Roche siliceuses
 - Or du placér
- Gisement
- ① Kala
 - ② Kongo Mbanjo
 - ③ Kongo Loudo
 - ④ Touré
 - ⑤ Sefa Nangue
 - ⑥ Kokoloukou
 - ⑦ Kokoloukou Sud
 - ⑧ Déba
- Anomalie géochimique
- Au ≥ 42 ppb
- La zone de densité haute de composant principal premier (P1)
- P1 ≥ 4.33 (score de facteurstime)
- Secteurs plus favorables pour gisement d'or
- 1 : Sefa Nangue
 - 2 : Déba
 - 3 : Mbanjo
 - 4 : Libiri
 - 5 : Touré ouest
 - 6 : Tianbi

Pl. I-9 Carte d'étude générale de la région Liptako

第Ⅱ部 各論

第Ⅱ部 各論

第1章 ランドサット画像解析

1-1 概要

Pl. II-1に示す範囲のランドサット画像を用い、調査地域の写真地質学的判読作業を行ない、広域的な地質構造の解析に資した。解析結果は現地調査の指針と鉱床賦存状況考察の基礎資料として用いた。

1-2 解析方法

解析に使用した画像は、次のとおりである。

- a) Path-row : 193-051
- b) 縮尺 : 1:100,000
- c) 撮影時期 : 1988年 2月 3日

カラー合成はフォルスカラー画像で、標準的な赤・緑・青=7・5・4 バンドを、比画像で赤・緑・青=7/6・5/4・6/4 を割り当てた。

解析は次の手順で行なった。

- (1) まず、フォルスカラー画像を用いて、調査地域をいくつかの画像ユニットに区分した。判読基準には、a)色調、b)きめ、c)線構造(片理・層理)の有・無、d)形態、e)広がり、f)河川パターン、を用いた。区分された画像ユニットは16である。また、リニアメント・円形構造の抽出も同時に行なった。なお、これらの作業には比画像を補助的に用いた。
- (2) 次にこの結果をMachens, E (1967)の地質図と対比し、各画像ユニットの評価を行ない、同時にグランドトルス観察地点を選んだ。
- (3) 以上の結果を、空中写真判読結果、地質調査結果と併せて総合的に解析し、調査地域の地質構造を考察した(2-2項)。

1-3 解析結果

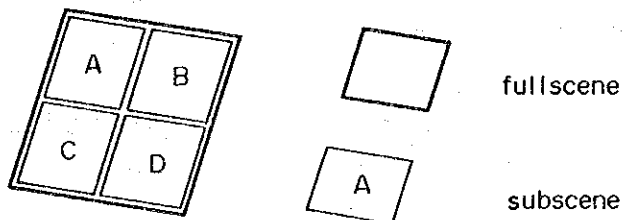
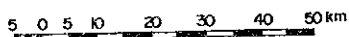
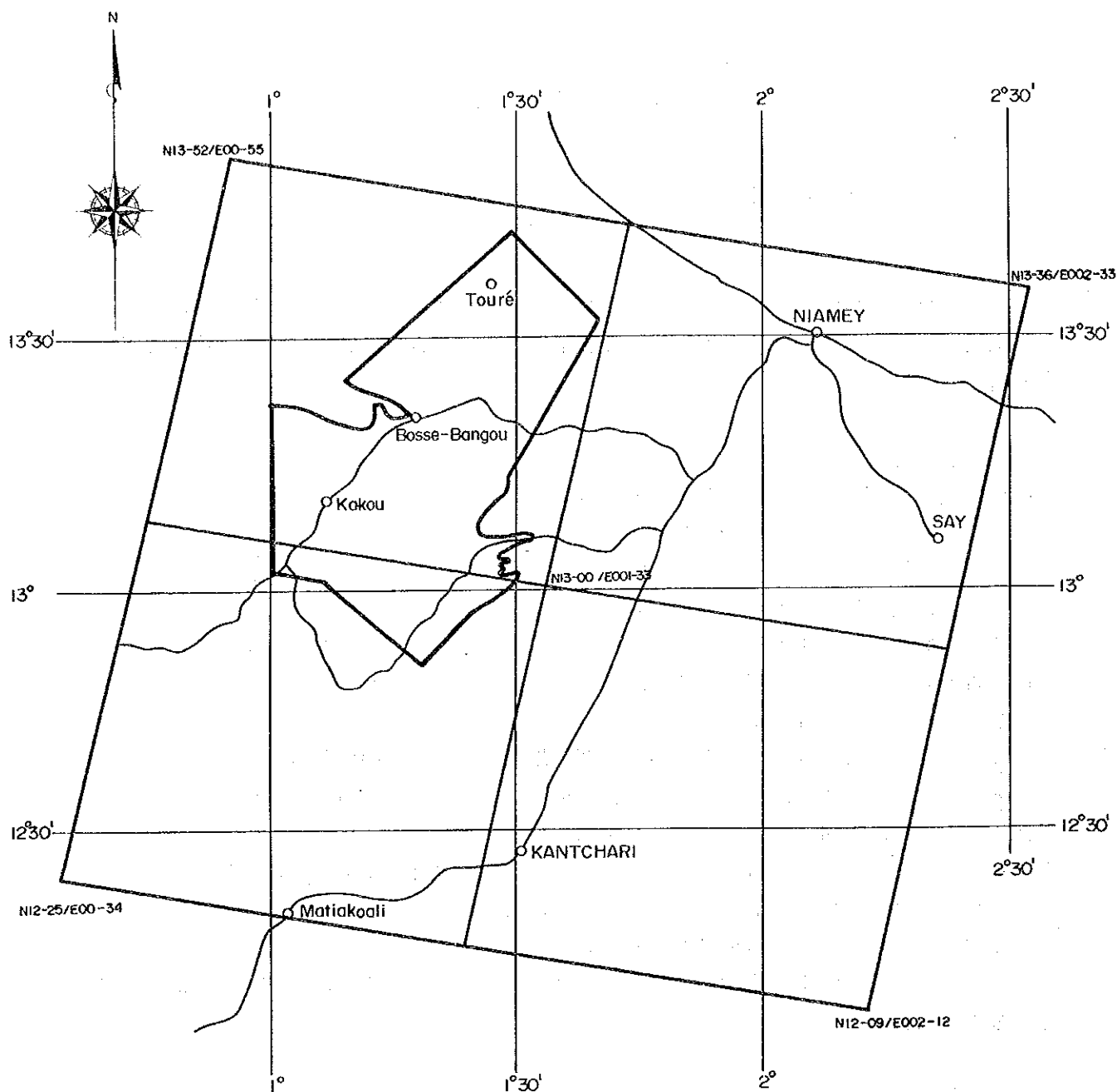
(1) 画像ユニットの評価

Table II-1に画像判読基準とその評価を、Pl. II-2, Ct. 1に画像判読図を示す。各画像ユニットの特徴と評価は次のとおりである。

(a) 画像ユニットL (走向山陵)

調査地域の中央部から北部にかけて広く分布する。特徴的な暗緑色の色調(フォルスカラー画像:以下色調は特に断らないかぎりフォルスカラー画像の色調を示す)を示し、他のユニットとの区別は容易である。

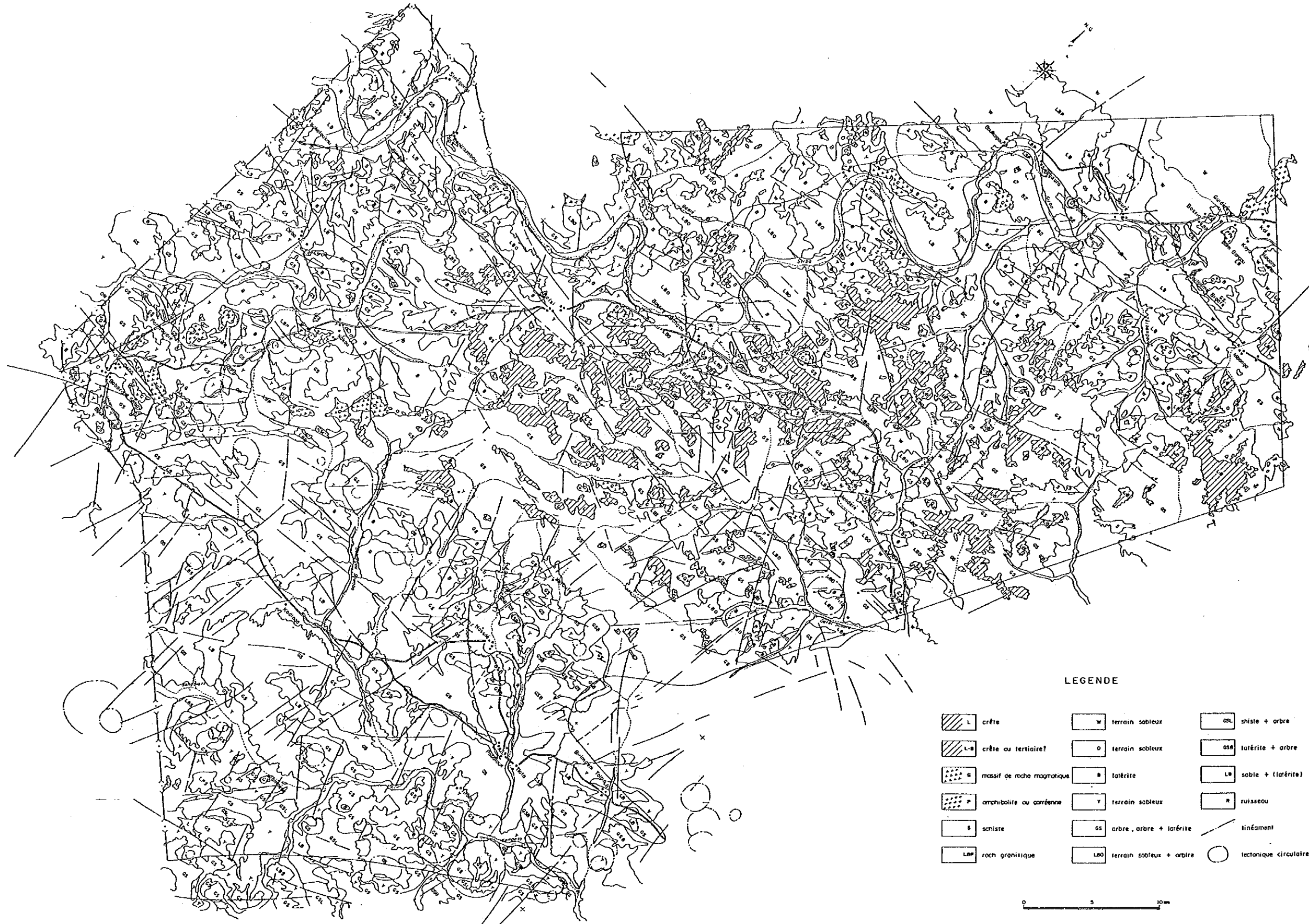
周囲の平坦部から突出した台地状山体を成す。地域中央部ではこの山体が群を成し、全体として島弧様の分布を示す。サブシーン A画像左端中央部と下端(いずれも調査地域外)に見られる褶曲構造との比較から、これらの山体群が、差別的侵食により形成された走向山稜



Pl.-II-1 Carte d'index de Landsat Images

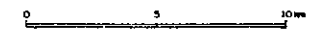
Table II-1 Base d'analyse d'image de Landsat

Abréviation	Tonalité	Finesse	Lindéament	Apparence		Système fluvial	Tonalité d'image du ratio	Estimation	Note
				Figure	Dimension				
L	Vert foncé	Granulaire (fine)	#	Zonal - arc	Grand - Petit		Bleu	Chaîne de direction	
L-B	Vert clair - brun clair verdâtre	Granulaire (fine un peu)	-	Zonal - arc Irrégulier	Grand - Petit		Orange bleuâtre	Chaîne de direction Tertiaire?	
G	Brun foncé verdâtre - vert foncé	Rugueux	#	Isolé Zonal	Petit		Bleu clair	Massif de roche magmatique	Tectonique circulaire ±
S	Vert foncé - brun verdâtre	Linéaire	+	Zonal	Petit		Bleu clair - bleu	Schizé	
LBP	Brun clair orangéâtre	Taché	-		Grand	Concentrique	Orange	Roche granitique	Tectonique circulaire ±
P	Violet	Granulaire	-	Zonal - arc	Petit	Méandre - dendritique	Rouge voilé	Amphibolite cornéenne	Tectonique circulaire ±
W	Blanc	Lisse - taché	-	Zonal	Grand - Petit	Dendritique	Orange foncé	Terrain sableux	
O	Orange clair	Lisse	-	Isolé	Petit		Orange	Terrain sableux	Roche basique ou lacéritisée
B	Brun verdâtre	Taché	-		Grand - Petit	Dendritique	Bleu clair orange	Lacérite	
Y	Blanc jaunâtre	Lisse - taché	-		Grand - Petit	Dendritique	Orange	Terrain sableux	Tectonique circulaire ±
GS	Vert brunâtre	Granulaire	-		Grand	Dendritique	Bleu clair, brun	Arbre, arbre + lacérite	
L30	Brun clair orangéâtre	Lisse - taché	-		Grand - Petit	Dendritique	Orange	Terrain sableux + arbre	
GSL	Vert brunâtre	Granulaire + linéaire	+		Grand - Petit	Parallèle	Bleu foncé orange	Schizé + arbre	
GSB	Brun verdâtre	Granulaire	+		Grand	Dendritique	Brun bleuâtre - Orange bleuâtre	Lacérite + arbre	
LB	Brun clair	Lisse	-		Grand - Petit	Dendritique	Jaune clair	Sable + (lacérite)	
R	Bleu - Bleu foncé	-	-				Violet foncé	Ruisseau	

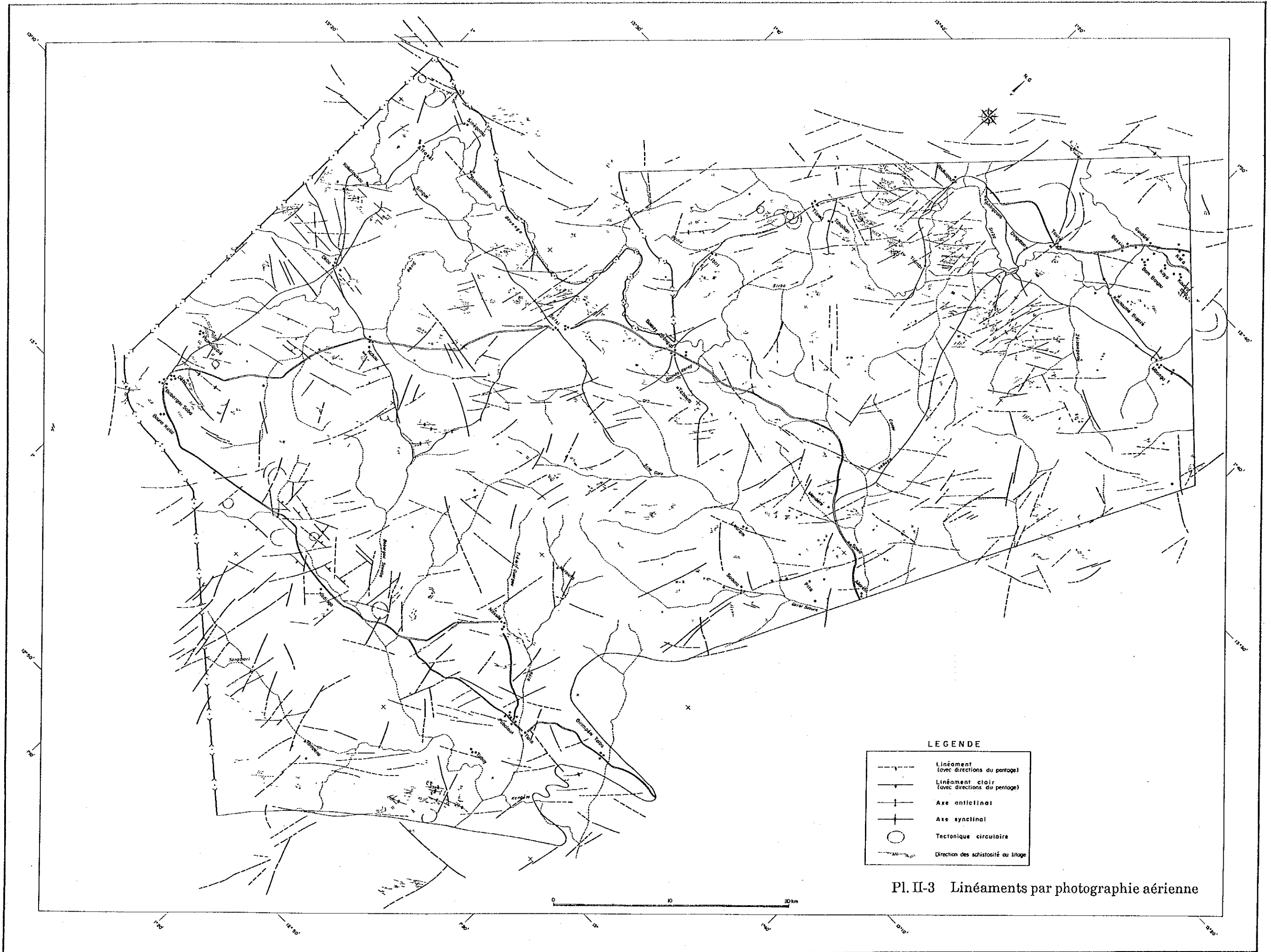


LEGENDE

L	crête	w	terrasin sableux	osl	shiste + arbre
Lw	crête ou tertiaire?	o	terrain sableux	osb	latérite + arbre
a	massif de roche magnétique	b	latérite	ls	sable + (latérite)
p	amphibolite ou corréenne	y	terrain sableux	r	ruisseau
s	schiste	as	arbre, arbre + latérite		linéament
Lsp	roch granitique	Lso	terrain sableux + arbre		tectonique circulaire



Pl. II-2 Carte d'interprétation de Landsat False Color Images



LEGENDE

- Linéament (avec directions du pentage)
- Linéament clair (avec directions du pentage)
- + Axe anticlinal
- + Axe synclinal
- Tectonique circulaire
- Direction des schistosité au litage

Pl. II-3 Linéaments par photographie aérienne

で、複雑な褶曲構造を成していることが読み取れる。

(b) 画像ユニットL-B (走向山陵, 第三系?)

調査地域の北部に広く分布する。画像ユニットLに類似した特徴を示すが、色調が弱く淡褐色を帯びること、分布に規則性がなく褶曲構造が明らかでないことなどの違いがある。

全体の特徵から、上述の走向山稜の更に侵食の進んだものと考えられる。Machens, E (1967)の地質図では一部のものを第三系 (Continental Terminal) としている。

なお、現地調査により、画像ユニットLとL-Bはラテライト化した平坦な山頂のほぼ全体が比較的密度の高い植生で覆われた台地状山体であることを確認している。

(c) 画像ユニットG (火成岩体)

凹凸のきめを持ち孤立したインゼルベルク (準平原面の削剝から取り成された残丘) を示したり、それらが走向沿いに連なり走向山稜に類似した地形を成したりする。後者の場合、走向山稜(L)の分布から推定される褶曲軸の両翼に分布することがある。また、円形構造の中心部付近に認められることもある。現地踏査により、角閃岩、安山岩～玄武岩溶岩、花崗質岩の小貫入岩体などがこのユニットに相当することが判明したが、ランドサット画像だけでは、そのうちのどれに相当するのか判断できない。

(d) 画像ユニットS (片岩)

一定方向に伸びる線状構造で特徴づけられる。線構造の伸びの方向は現地で測定した片理構造 (一部で層理) に完全に一致した。

(e) 画像ユニットLBP (花崗岩類)

桃色を帯びる淡褐色の色調と同心円状の河川パターンにより特徴づけられる。Touré 付近と Boulkagou付近の花崗質岩の分布域に一致する。

(f) 画像ユニットP (角閃岩, ホルンフェルス?)

調査地域北部で上述の花崗岩体の周辺を取り巻くように分布するほか、西部に不規則な円形構造を成し、孤立した分布を示す。現地調査により、前者はホルンフェルスの露出域を示す可能性が高く、後者は角閃岩の分布域に一致した。

(g) その他

その他の画像ユニットは砂地が白色系、植生が緑色系、ラテライトが褐色系の色調を呈すこと (現地調査結果) から、それらが組み合わせり、それぞれの分布の多少により各種の画像ユニット(W, O, B, Y, GS, LB0, GSB, LB)を形成していると考えられる。大部分が地質との対応を明らかにしえないが、画像ユニットOは後背地に塩基性岩体が存在する場合がある。また、画像ユニットYのうち、径1km程度の円形構造の集合域は花崗岩の分布域を表している (グランドツルース結果)。

(2) リニアメント

P1. II-2, 3にそれぞれランドサット画像、空中写真により判読したリニアメントを、P1. II-4にそれらを方位(10°)毎に分類したローズダイアグラムを示す。ローズダイアグラムでは、北半球に傾度、南半球に総延長(km)を表示してある。これらのことから以下のことが読み取れる。

(a) リニアメントは地域全体にほぼ一様に分布しており、分布密度は岩相（地層）による規制は受けていない。

(b) ランドサット画像によるリニアメントの方向はNNE-SSW系NE-SW系、E-W系が卓越し、次いでNNW-SSE系で、NW-SE系はほとんど見られない。

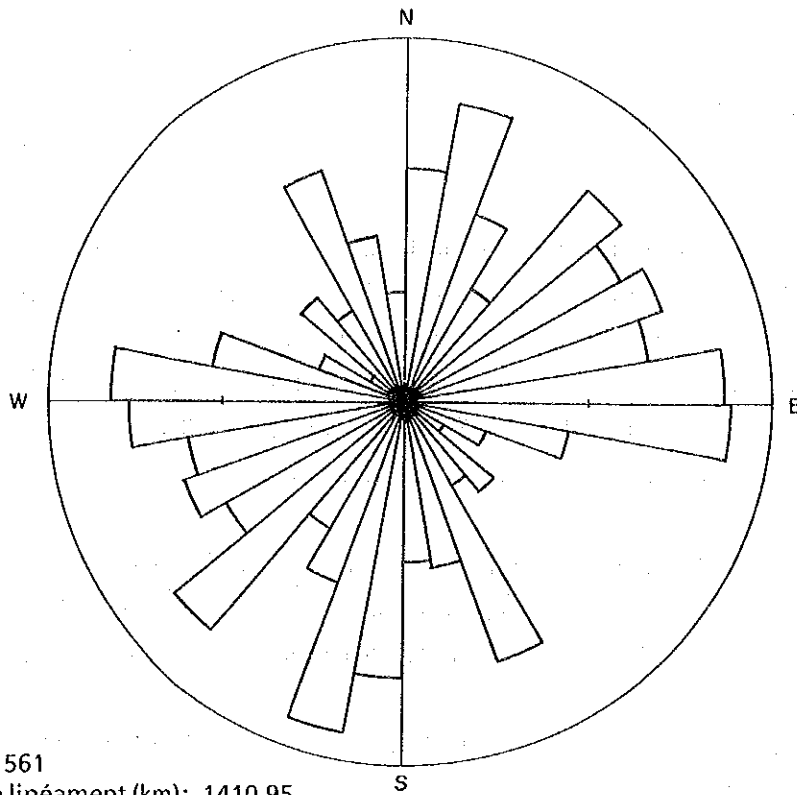
(c) これに対し、空中写真ではNNE-SSW系の発達が著しく、ランドサット画像に比べ頻度・延長とも劣るが、次いでNE-SE系で、ランドサット画像に卓越するE-S系、NNW-SSE系はほとんど見られない。

空中写真に比べランドサット画像では相対的に長大なリニアメント（大構造）を抽出し易いと考えられるので、ランドサット画像で卓越するE-S系、NNW-SSE系及びNE-SW系の一部は比較的規模の大きな断層を示している可能性がある。

(d) 上述のE-W系リニアメントのなかに左横ずれのセンスを持つことが読み取れるものがある（Pl. I-7のNo.5が走向山稜を切っているところから）。このことから、E-W系（左横ずれ）とNE-SW系（右横ずれ？）は圧縮主応力軸がENE-SSW方向の広域応力場で形成された同系の断層を示す可能性がある。

(e) NNE-SSW系リニアメントのなかに基盤の花崗質岩の分布を規制しているものがあり、比較的規模の大きい断層を示している可能性がある。

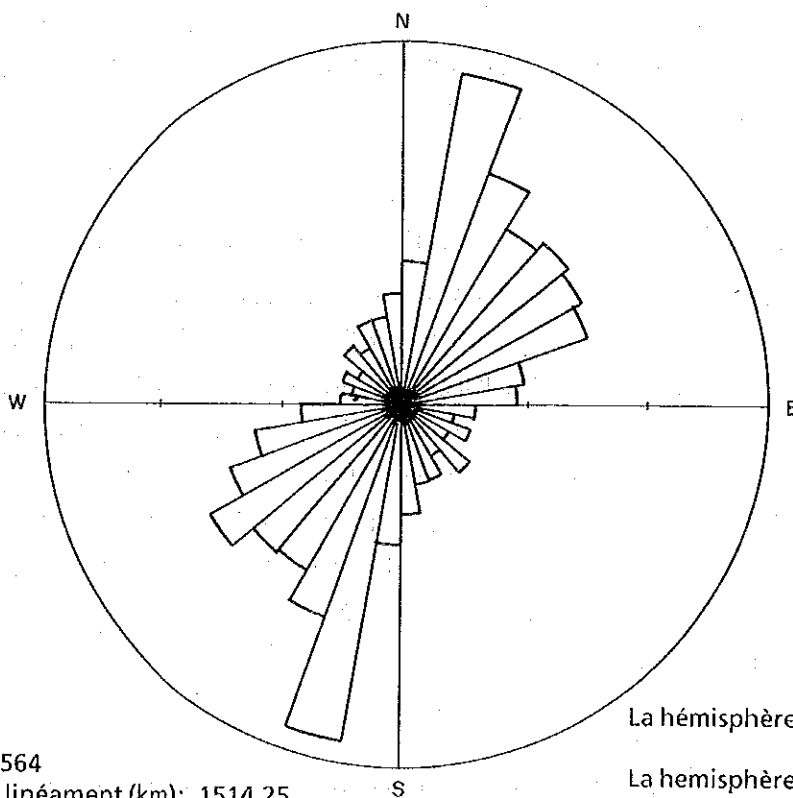
Image de Landsat



Nombre de data: 561

Longueur total de linéament (km): 1410.95

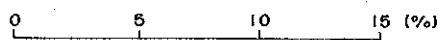
Photographie aérienne



Nombre de data: 564

Longueur total de linéament (km): 1514.25

La hémisphère nord: fréquence de linéament (%)
La hémisphère sud: longueur de linéament (%)



Pl. II-4 Diagramme de rose

第2章 地質調査

2-1 地質

調査地域の地質図及び同断面図を Pl. I-6, Ct. 3に, Kakou 地区及びBossey Bangou 地区の地質図及び同断面図をCt. 4に, Touré 地区の地質図及び同断面図をCt. 5にそれぞれ示した。また, 調査地域の模式地質柱状図は Pl. I-5に示した。

調査地域の地質は原生代初期のBirimien 層群とこれを貫く貫入岩類, 原生代初期の造山時花崗岩類, 原生代初期～中期の後造山時花崗岩類, 第三紀?～現世のラテライト及び現世の沖積層から構成される。各地層の特徴は次のとおりである。

2-1-1 Birimien 層群

Birimien 層群の模式地はGhana 北西部, Birrim谷で, 本調査地域のはるか南西方に位置するが, 原生代前期に Baoulé-Mossi 地質区全域に起こった 2つの構造-熱時相(Liberian, Eburnian時相)を時間面として使うことにより, 本地域のBasin 構造を成す堆積物は模式地のBirimien 層群に確実に対比できる。

調査地域の本層群は基本的に泥質岩を主体とし, 下半部に塩基性～中性の火成岩を伴うことで特徴づけられるが, 地区ごとでやや岩相・地質構造が異なる。以下に地区ごとに本層群の特徴について記述する。

1. 岩相

Kakou 地区及びBossey Bangou 地区

下半部で角閃岩, ガプロなどの中～塩基性火成岩類が上半部で泥質岩などの碎屑性堆積岩類が卓越する。この他, 全層準に安山岩溶岩が認められる。

(a) 角閃岩及びガプロ

角閃岩は南部のBoborgou Saba からKakou を通りkarolokia Tonda にかけて, ENE-WSW 方向で幅 7～8 kmの範囲に帯状に分布する。その延長はBossey-Bangou 地区南端部を通り, Saoura付近にまで達する可能性がある(ランドサット画像判読による)。本岩は一般に堅固で, しばしば浸食から取り残され, インゼルベルグを成す。細～中粒で, 暗褐色～灰黒色を呈す。塊状のものが多いが, 時に白色の基質中に普通角閃石が帯状に配列し, 縞状構造を示す。ガプロは角閃岩に密接に伴ない分布する(角閃岩の大部分はガプロが変成したものの可能性がある)。層状調和貫入岩体を成し, 被貫入岩は接触変成作用を受け, 紅柱石, 白色点紋が生じている場合がある。岩質は灰黒色, 細～中粒の角閃石ガプロで, 肉眼的に上述の角閃岩によく似た岩質を呈し, しばしば両者の判別が困難となる(このため, 今回地質図で両者を区別しなかった)。代表的ガプロの鏡下での特徴は次のとおりである。

岩石名 : 普通角閃石ガプロ

試料番号 : RC87

採取位置 : Kakou 南東方 6km

岩石の特徴 : 肉眼的に暗緑色を呈する塊状岩である。鏡下で構成鉱物として普通角閃石>斜長石>>不透明鉱物>スフェーンを含む。普通角閃石は大きさ0.2～1.5 mmで, 半自

形～他形，板状結晶である。淡褐色～緑／緑灰色の多色性を示す。不透明鉱物，スフェーンを包有する。比較的強く変質を受け緑泥石を生じている。斜長石は大きさ0.1～10mm，半自形～他形で，アルバイト双晶を示す。ほとんどがソーシュライト，緑レン石化している。副成分鉱物は大きさ0.4 mm以下で，主に普通角閃石に包有されている。

(b) 堆積岩類

本地区全域に広く分布する。露出が断片的で，かつ一般に著しく風化しているため岩相・構造などを詳細に把握できないが，岩質は泥質岩を主体とし砂質岩を伴っていることは確実である。泥質岩は通例紫色，褐色，淡褐色，淡黄色などを呈し，片状組織が良く発達している。また，細かい平行葉理が認められることもある。砂質岩薄層と互層をなし，全体としてフリッシュに似た岩相を呈することがある。

砂質岩は一般に泥質岩と互層をなす。片状組織は常に発達するが，それが弱い場合級化構造が認められることがある。また，泥質岩中に比較的まとまって挟有されることもある（ただし，このような場合，凝灰岩との区別が著しく困難で，地質図上では両者を一括した）。

(c) 火砕岩

安山岩（後述）に伴ない分布することが多いが，泥質岩中に挟有される場合もある。新鮮岩は灰緑色を示すが，一般に著しく風化しており，淡褐色，赤褐色などを呈す場合が多い。多少とも片状組織が発達する。肉眼で砂質岩との区別が困難な場合が多いが，しばしば火山礫が確認でき，そのような場合は火砕岩と容易に判断できる。全体的に凝灰岩～火山礫凝灰岩が卓越し，凝灰角礫岩等の粗粒岩は少ない。代表岩の鏡下での特徴は次のとおりである。

岩石名 : (本質) 安山岩質火山礫凝灰岩 (緑色片岩)

資料番号 : RC135

採取位置 : Sefa Nangue 鉍化帯南西方500 m河床

岩石の特徴 : 肉眼的に灰緑色を呈する緑色片岩である。鏡下で岩片として安山岩片>軽石?片，珪質岩片，鉱物片として斜長石>マフィック鉱物を含む。マトリックスは緑泥石>斜長石>方解石>スフェーンから構成される。安山岩片は最大径約2cm，細粒で斑晶は含まれていない。石基長石は流状を示す。軽石?は安山岩片と同程度の大きさで，マイクロ結晶質のシリカ鉱物からなる。斜長石は大きさ0.1～3mmで二次鉱物として方解石，プレーナイト，緑泥石を含む。マフィック鉱物は緑泥石，方解石，スフェーン等に完全に置換され同定できない。

(d) 安山岩

安山岩は本地区全域に長径1～3kmの小岩体をなし，散点的に分布する。灰緑色，暗緑色などを呈する。細粒・緻密質岩を主体とする。本質火砕岩を伴う場合が多く，大部分が溶岩と推定される。代表岩の鏡下での特徴は次のとおりである。

岩石名 : 安山岩 (緑色岩)

試料番号 : RA63

採取位置 : Sefa Nangue 鉍化帯南西方500m河床 (RC135に同じ)

岩石の特徴 : 肉眼的に灰緑色の細粒・緻密質岩で，杏仁状組織が認められる。斑晶は含

まない。鏡下で、構成鉱物として緑泥石>斜長石>方解石>ルチルを含む。緑泥石は長さ0.01~0.05mmで、他形~半自形を示す。強い多色性を示し、Z軸色は淡緑色。斜長石は大きさ0.01~0.02mmで弱い粒状組織を示す。方解石は大きさ0.01~0.05mmで、他形を示す。ルチルは、大きさ0.001 mm以下でしばしば0.1~0.3 mmの集合体をつくる。

Touré 地区

本地区のBirrimien 層群は岩相により下部と上部に分けられる。下部は塩基性火山岩類(角閃岩相~未変成)を主体とし堆積岩類を伴う。大きく見ると下部層準に行くほど高度の変成相を示すように見える。上部は泥質岩を主体とし、少なくとも3層準にまとまった火砕岩を挟有する。

[下部]

(a) 塩基性火山岩類

本岩類には比較的強く変成作用を受け角閃岩となっている岩相とほとんど変成作用を蒙っていない岩相(塩基性安山岩類)の2タイプが認められる。

角閃岩はAntigoura とDingabonを結ぶ線の北側に分布する。暗緑色~帯緑灰黒色などを呈し、一般に強く片状組織が発達する。肉眼で径1cmほどの角閃石が形成しているのが認められることがある。しばしば色調が異なる角閃岩が数10cmオーダの互層状を呈することがあり、原岩は火砕岩を主体とするらしい。代表岩の鏡下での特徴は次のとおりである。

岩石名 : 角閃岩

試料番号 : RC239

採取位置 : Antigoura 北方 5km

岩石の特徴 : 肉眼で帯緑灰黒色を呈する角閃岩で強く片理構造を示す。鏡下で斑状変晶として普通角閃石>>石英>>黒雲母>不透明鉱物を含む。普通角閃石は大きさ0.5~1.2 mmで、多色性が強い。淡緑色~緑色のZ軸色を示し、不透明鉱物を包有する。石英は大きさ0.02~0.05mmで他形を示す。普通角閃石の粒間または包有物としてある。黒雲母は長さ0.02~0.03mmで他形を示す。強い多色性を示しZ軸色は褐色。基質は構成鉱物として普通角閃石>斜長石>>石英>不透明鉱物>ルチル>緑レン石を含む。普通角閃石は大きさ0.01~0.02mmで柱状、自形~半自形を示す。斜長石は大きさ0.005~0.01mmで粒状、累帯構造・双晶は認められない。An%は50~70。ルチルは大きさ0.001 mmほどで粒状を示す。緑レン石は大きさ0.01mm以下で不規則形を示す。常にルチルに囲まれる。

塩基性安山岩類(緑色片岩相~未変成)は角閃岩の南側に帯状に分布するほかKoutoume BigaréからKoyaにかけての地区にもまとまって分布する。灰緑色~暗緑色を呈する。溶岩流と火砕岩をほぼ同量づつ含む。溶岩は肉眼で基質中に5 mm以下の輝石が散点するものが多く、しばしば自破碎構造を示す。Tiambi北方やBoulkagou 南西方では拳大から人頭大の球状岩片が集積した産状を呈することがある。これは枕状溶岩の可能性がある。火砕岩は溶岩よりやや明るい色を呈する場合が多い。凝灰角礫岩や火山角礫岩は溶岩と同色を呈する安山岩礫を基質が強く凝結したもので、礫と基質が同程度の硬度を持つ。基質量が少ないと、自破碎溶岩との区別が困難になる。これらの岩体は一般に塊状を示すが、Touré 鉱化帯からTiambi北

方にかけての地区では、しばしば片状構造を示す。また、Toure 鉍化帯の東方 1km 付近ではやや変成度が高く、緑色片岩がまとまって分布する。溶岩の代表岩の鏡下での特徴は次のとおりである。

岩石名 : 角閃石両輝石安山岩 (自破碎溶岩)

試料番号 : RC261

採取位置 : Antigoura 南方 3km

岩石の特徴 : 肉眼的に暗褐色の輝石安山岩片を同質の基質が凝結している安山岩自破碎溶岩である。斑晶として斜長石 > 普通輝石 = 紫蘇輝石 >> マグネタイトを含む。斜長石は大きさ 0.3 ~ 1.0 mm で自形 ~ 半自形。時にソーシュライト化が認められる。普通輝石、紫蘇輝石は大きさ 0.3 ~ 2.0 mm で自形 ~ 半自形。一部方解石、緑レン石、陰微晶質粘土鉍物に交代されている。石基は斜長石 > メソスタシス > マフィック鉍物からなる。石基組織は填間状を示す。

(b) 堆積岩類

上述の塩基性安山岩類に挟まれ、Boulkogou 南方から Koutoure Bigare まで帯状に分布する。灰黒色、暗灰色、紫褐色、灰褐色などを呈す泥質岩を主体とする。泥質岩は多少とも片状構造が発達する。時に平行葉理が発達し、地層の走向傾斜が判明することがある。

Boulkagou 南西方では珉質泥岩を挟有する。

[上部]

上部は泥質岩を主体とし、3層準にまとまった凝灰岩を挟有する。泥質岩、凝灰岩の岩相は下部や Kakou-Bossey Bangou 地区のものと同様である。

2. 火山岩類の化学組成

Table II-2 に全岩化学組成を、全岩化学組成から作成した $\text{SiO}_2 - (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ 図を Pl. II-5 に、 $\text{MgO} : \text{FeO}^* : (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ 図を Pl. II-6 に示す。前項で述べたように本地域の火山岩類は多少とも変質や変成を蒙っている。変成・変質作用時に元素の移動があることは明白であるが、原岩の化学組成を知る方法がないため、以下の記述はそれがなかったものと仮定している (II-1-3(3) 項も同様)。

(1) $\text{SiO}_2 - (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ 図

全岩化学組成から火山岩を簡単に分類する方法 (特にアルカリ岩と非アルカリ岩の区分) に E. A. K. Middlemost による方法がある。同図によれば今回分析した火山岩類のうち、1 つ (Touré 鉍化帯母岩) が弱アルカリ玄武岩に、他はまとまったところにプロットされ、非アルカリ玄武岩 ~ 安山岩に分類される。

(2) $\text{MgO} : \text{FeO}^* : (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ 図

この図によると、本地域の火山岩類は分化に伴ない FeO^* の角に向かって進むように見え、ソレイト系列 (分化が進むに連れて FeO^* が増加する系列) に属する可能性が高い。

2-1-2 貫入岩類

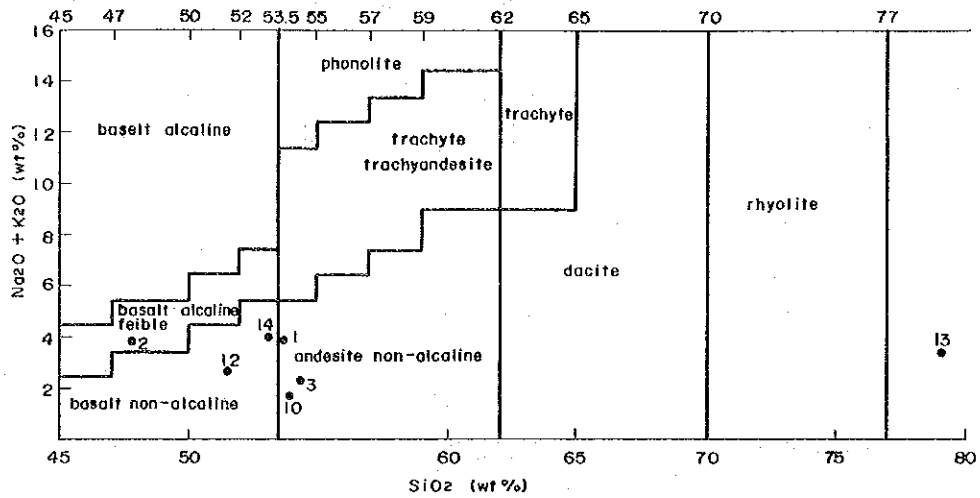
貫入岩類には玄武岩、ドレライト、デイサイト、流紋岩がある。

(a) 玄武岩

Table II-2 Résultat d'analyse des Roches

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Numéro d'échantillon	RA 63	RA 106	RB 49	RC 87	RC 91	RC 97	RC 104	RC 120	RC 222	RC 231	RC 238	RC 239	RC 258	RC 261	RC 283	RF 363
Nomenclature	Andésite	Andésite à augite	Andésite à augite et hypersthène	Cabbro à hornblende	Granodiorite à hornblende et biotite	Granite à hornblende et biotite	Cabbro à hornblende	Dolérite à hypersthène et augite	Granodiorite à biotite et hornblende	Andésite à pyroxène	Granodiorite à hornblende et biotite	Amphibolite	Rhyolite	Andésite à augite et hypersthène	Granite à biotite et hornblende	Dolérite à hornblende et augite
SiO ₂	53.81	47.77	54.37	47.85	65.19	69.56	51.23	50.67	70.04	54.16	66.75	51.64	79.63	53.30	71.52	52.89
Al ₂ O ₃	14.42	14.44	14.83	12.33	14.96	13.83	13.96	14.08	15.15	11.14	14.54	13.41	12.25	14.95	14.27	15.85
Fe ₂ O ₃	13.53	13.53	13.07	9.95	13.98	5.50	4.16	10.84	10.52	2.84	11.33	4.59	12.06	0.73	10.25	8.73
MgO	3.22	6.20	4.27	7.77	1.86	0.82	8.23	8.43	1.02	8.02	2.02	7.15	0.20	5.07	0.81	6.10
CaO	4.44	6.93	8.76	10.40	3.95	3.28	9.60	9.95	2.86	9.48	4.19	9.17	0.13	7.09	3.04	8.68
Na ₂ O	3.54	2.27	2.08	2.25	4.19	4.24	1.97	1.92	5.07	1.45	3.78	1.69	0.14	3.75	4.07	2.44
K ₂ O	0.28	1.68	0.49	0.51	2.18	3.57	0.79	0.67	1.58	0.54	1.71	1.12	3.35	0.25	1.73	1.09
TiO ₂	1.33	1.51	0.64	1.45	0.62	0.48	0.80	0.72	0.30	0.51	0.46	0.62	0.08	0.68	0.25	0.69
P ₂ O ₅	0.20	0.33	0.15	0.08	0.23	0.18	0.15	0.14	0.20	0.10	0.17	0.20	0.07	0.20	0.15	0.18
MnO	0.19	0.19	0.15	0.22	0.08	0.07	0.16	0.16	0.04	0.21	0.07	0.23	<0.01	0.15	0.05	0.13
BaO	0.01	0.16	0.04	0.02	0.09	0.13	0.02	0.02	0.05	0.03	0.06	0.03	0.08	0.01	0.06	0.04
LOI	4.53	4.23	3.40	0.17	0.35	0.24	0.80	1.43	0.79	1.36	1.54	1.51	2.97	3.21	1.25	1.47
Total	99.49	98.77	99.15	98.54	99.21	99.55	98.55	98.71	99.93	98.32	99.05	98.84	99.63	98.83	99.91	98.28
FeO	10.35	7.42	7.75	9.86	3.33	1.65	7.44	6.48	1.20	6.42	3.00	6.25	0.26	6.88	2.18	4.05
-H ₂ O	0.10	0.18	0.07	0.17	0.04	0.05	0.11	0.10	0.05	0.14	0.09	0.09	0.24	0.17	0.05	0.13
quartz	18.73	6.63	18.65	4.87	22.01	25.14	8.41	7.72	28.35	16.43	27.00	0.00	66.84	10.59	33.88	9.86
corindon	0.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.49	0.00	0.53	0.00
orthoclase	1.68	9.82	2.93	2.97	12.64	20.54	4.57	3.87	9.36	3.11	10.02	6.18	20.19	1.48	10.21	6.30
albite	30.49	19.01	17.80	18.76	34.78	34.93	16.32	15.88	43.02	11.95	31.55	35.20	1.21	31.79	34.39	20.20
anorthite	21.09	24.00	30.01	21.72	15.28	7.95	26.35	27.20	8.43	21.71	17.60	11.42	0.19	23.16	14.08	28.45
wo-di	0.00	3.30	5.40	11.95	1.03	0.80	8.07	8.42	1.88	9.79	0.80	12.46	0.00	4.46	0.00	5.23
en-di	0.00	2.85	4.67	10.33	0.89	0.58	6.97	7.28	1.51	8.46	0.89	10.70	0.00	3.85	0.00	4.51
fs-di	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.02
en-hy	8.16	12.44	6.09	8.75	3.65	1.41	13.10	13.25	1.04	10.99	4.30	0.00	0.51	8.76	2.01	10.36
fs-hy	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.05
fo-ol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.13	0.00	0.00	0.00	0.00
fe-ol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
magnétite	7.47	14.31	5.79	9.67	5.37	5.87	8.99	11.23	4.12	15.31	4.00	16.30	1.08	9.41	1.27	12.36
hématite	8.62	3.06	6.06	7.11	1.69	0.00	4.41	2.53	0.00	0.46	1.79	0.00	0.00	3.74	1.85	0.00
ilménite	2.57	2.84	1.23	2.71	1.15	0.89	1.49	1.33	0.57	0.87	0.86	1.10	0.15	1.29	0.43	1.28
apatite	0.47	0.76	0.35	0.18	0.52	0.41	0.34	0.32	0.46	0.23	0.39	0.43	0.17	0.46	0.35	0.41
Total	100.00	99.01	98.99	99.01	99.02	99.02	99.02	99.02	99.00	99.03	99.01	99.07	98.98	99.00	99.00	99.02
D. I.	50.90	35.46	39.38	26.60	69.43	80.62	29.31	27.47	80.73	31.49	68.57	42.39	88.24	43.86	78.47	36.36

wo: wollastonite, di: diopside, en: enstatite, fs: ferrosilite, by: hypersthène, ol: olivine

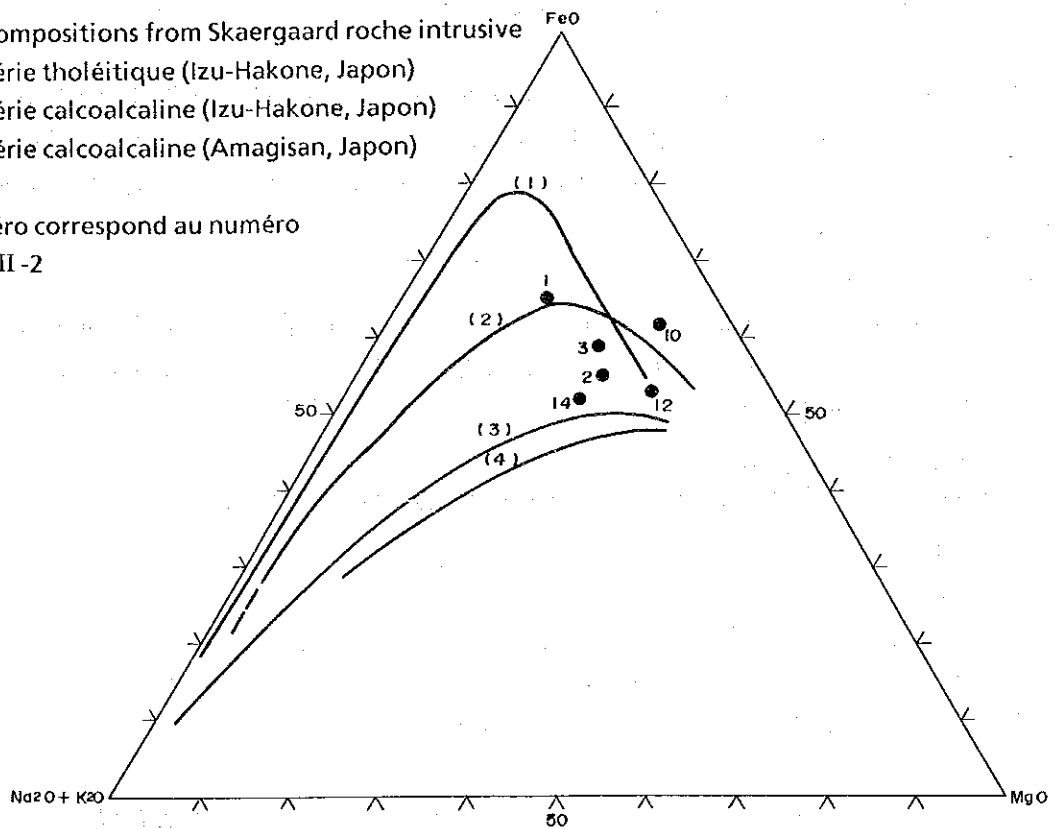


Pl. II-5 Classification fondamentale des roches volcaniques par relation entre SiO_2 et $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ (E.K.A Middlemost, 1972) La numéro correspond au numéro à Table II-2

LEGENDE

- (1) Compositions from Skaergaard roche intrusive
- (2) Série tholéitique (Izu-Hakone, Japon)
- (3) Série calcoalcaline (Izu-Hakone, Japon)
- (4) Série calcoalcaline (Amagisan, Japon)

La numéro correspond au numéro à Table II-2



Pl. II-6 Diagramme triangulaire de $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} - \text{FeO}^* - \text{MgO}$