

RAPPORT DE LA PROSPECTION MINIERE
DANS LA REGION LIPTAKO
REPUBLIQUE DU NIGER
PREMIERE ANNEE

FEVRIER 1990

LE MINISTRE NIGERAISE POUR LA COOPERATION INTERNATIONALE
L'AGENCE NIGERAISE MINIERE DES METAUX

MPN
CRS
90-31

20805

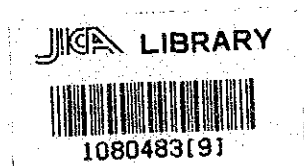
マイクロ
フィルム作成

The first part of the report deals with the general conditions of the country and the progress of the work during the year. It is followed by a detailed account of the various expeditions and the results obtained. The second part of the report is devoted to a description of the various plants and animals discovered during the year. The third part of the report is devoted to a description of the various minerals and fossils discovered during the year. The fourth part of the report is devoted to a description of the various geological features discovered during the year. The fifth part of the report is devoted to a description of the various meteorological observations made during the year. The sixth part of the report is devoted to a description of the various ethnological observations made during the year. The seventh part of the report is devoted to a description of the various historical observations made during the year. The eighth part of the report is devoted to a description of the various geographical observations made during the year. The ninth part of the report is devoted to a description of the various astronomical observations made during the year. The tenth part of the report is devoted to a description of the various physical observations made during the year.

The first part of the report deals with the general conditions of the country and the progress of the work during the year. It is followed by a detailed account of the various expeditions and the results obtained. The second part of the report is devoted to a description of the various plants and animals discovered during the year. The third part of the report is devoted to a description of the various minerals and fossils discovered during the year. The fourth part of the report is devoted to a description of the various geological features discovered during the year. The fifth part of the report is devoted to a description of the various meteorological observations made during the year. The sixth part of the report is devoted to a description of the various ethnological observations made during the year. The seventh part of the report is devoted to a description of the various historical observations made during the year. The eighth part of the report is devoted to a description of the various geographical observations made during the year. The ninth part of the report is devoted to a description of the various astronomical observations made during the year. The tenth part of the report is devoted to a description of the various physical observations made during the year.

**RAPPORT DE LA PROSPECTION MINIERE
DANS LA REGION LIPTAKO,
REPUBLIQUE DU NIGER**

PREMIERE ANNEE



20805

FEVRIER 1990

**L'AGENCE JAPONAISE POUR LA COOPERATION INTERNATIONALE
L'AGENCE JAPONAISE MINIERE DES METAUX**



Préface

A la demande du gouvernement du Niger, le gouvernement du Japon a confié à "l'agence japonaise pour la coopération internationale (JICA)", l'exécution des études sur l'exploration au moyen de la géologie et de la géochimie pour confirmer les potentialités des ressources minérales dans la région Liptako, sud-ouest du Niger. JICA a confié ces études, comptant dans le domaine de la géologie et de l'exploration, à "l'agence japonaise minière des métaux (MMAJ).

Pour la première année, MMAJ a organisé et envoyé une mission, composée de cinq géologues du 10 octobre au 24 décembre 1989.

Avec le concours de la Direction des Recherches Géologique et Minières, Ministère des Mines et de l'Energie (DRGM) et l'Office National des Ressources Minières (ONAREM), la mission a exécuté les études comme prévue.

Le rapport comprend les résultats des études exécutées et fait partie du rapport final à venir.

Nous témoignons notre reconnaissance sincère au gouvernement du Niger, et particulièrement à la DRGM et l'ONAREM pour la coopération.

Février 1990



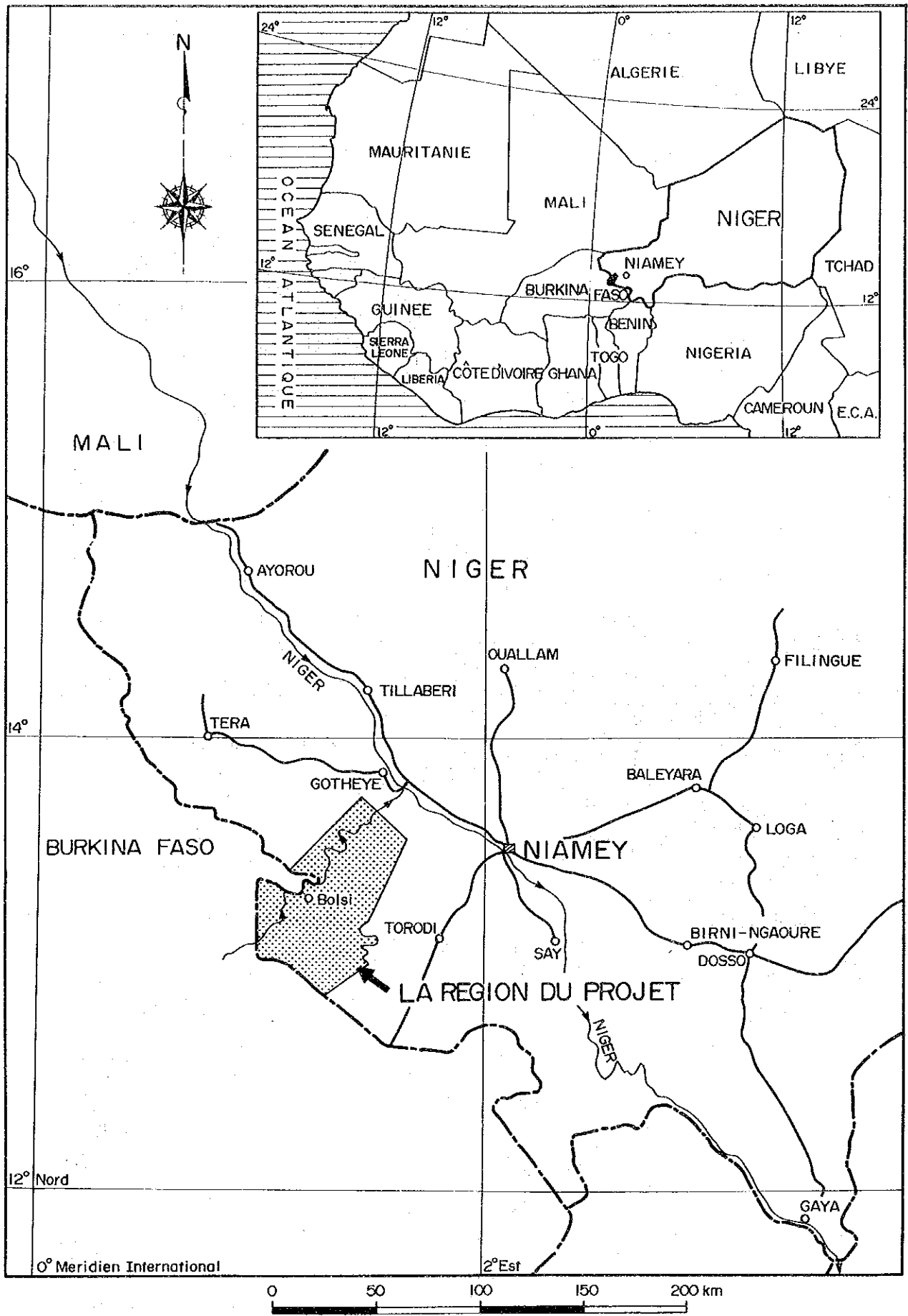
Kensuke Yanagiya

Le Président de l'Agence Japonaise pour
la Coopération Internationale

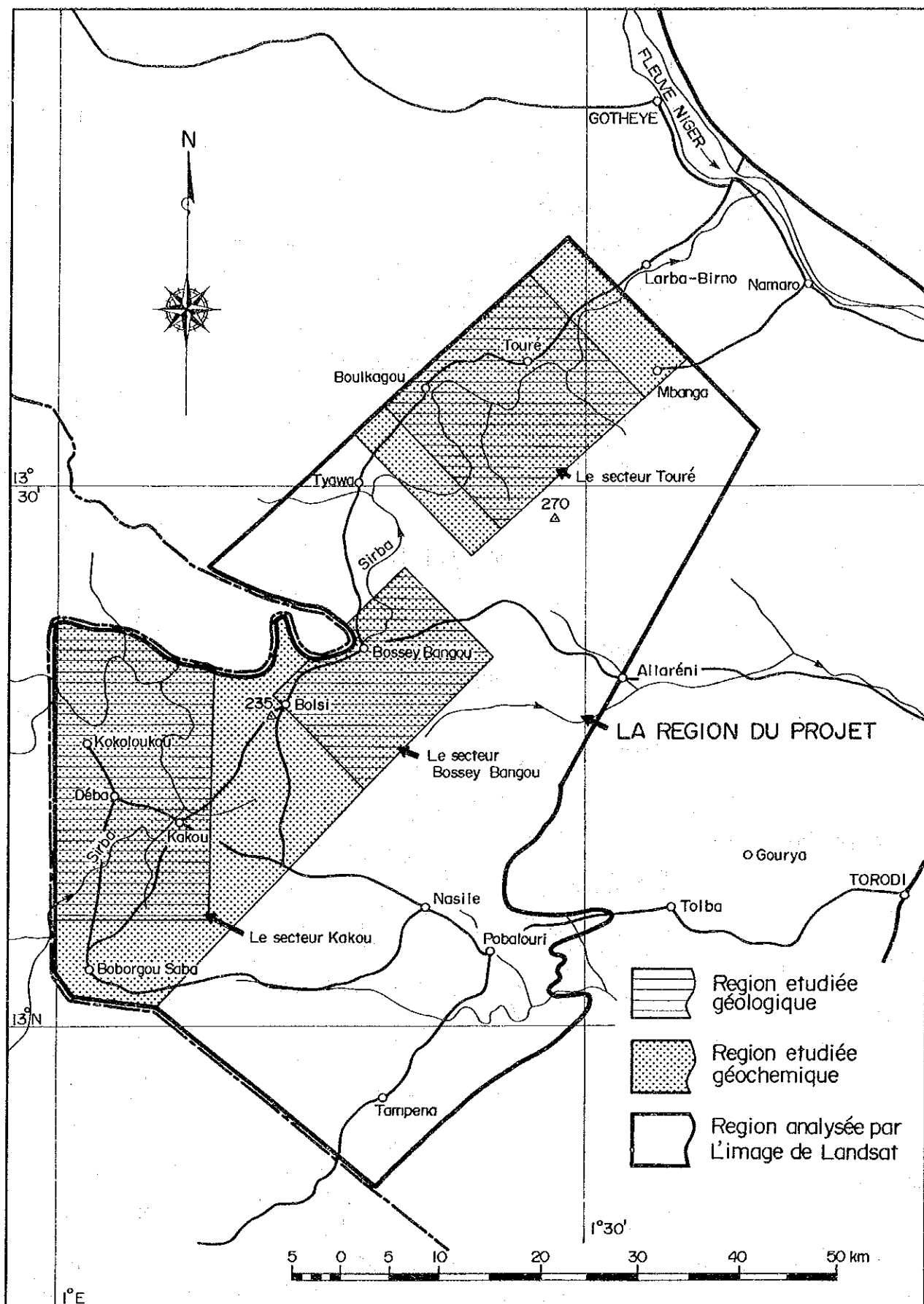


Gen-ichi Fukuhara

Le Président de l'Agence Japonaise
Minière des Métaux



Pl.-1 Carte de situation étudiée



Pl.-2 Carte de situation de première phase

Résumé

L'étude a été exécutée, comme première étape d'exploration fondamentale de la coopération pour les ressources minières dans la région Liptako, la partie occidentale de la République du Niger, par l'analyse d'image de Landsat, l'étude géologique et géochimique.

L'objectif final est la découverte des secteurs hauts à potentiels pour gisement d'or dans la région, par l'étude générale de géologie, la relation entre tectonique et minéralisation, les caractéristique géochimique etc.

Le domaine est divisé en trois catégories comme le secteur d'analyse d'image de Landsat couvrant toute la région (3.000 km²), deux secteurs d'étude géochimique (1.500 km²) et trois secteurs d'étude géologique (contenus dans les secteurs d'étude géochimique, 1.000 km²).

La géologie de la région est constituée par les roches suivant: le groupe birrimien (en principe, la roche magmatique basique à la base et la roche argileuse au sommet), les roches granitiques syntectoniques (la granite schisteuse - la diorite granitique), les roches grantiques post-tectoniques (la granite - la diorite granitique), les roches intrusives (le basalte, la dolérite, la dacite et la rhyolite) et la latérite.

Par l'analyse d'images Landsat et l'étude géologique, la caractère tectonique de la région est à considérer comme une structure de plissement ondulant. Cette structure est hâchée par des failles orientées E-W, NE-SW, et NNE-SSW, les deux premières séries de failles apparaissent comme des failles conjuguées.

La zone de la minéralisation est contrôlée par système des fissures développant dans la roche birrimien. La minéralisation est le type hydrothermal composé par des filons de quartz à or et un peu de cuivre et de zinc.

On trouve quatre zones minéralisées dans chacun des secteurs de Touré et de Kakou-Bossey Bangou, on trouve aussi de nombreux filons de quartz et les zones à blocs de filon.

La zone mineralisée de Sefa Nangué est la plus grande, montrant un filon de 0,95 m de largeur moyenne, environ 550 m de longueur. Par ailleurs, quatre zones comparativement grandes se situent à dans région.

La minéraux métalifères sont l'or natif, la pyrite, l'arsénopyrite, la

sphalérite, la galène et la goethite, et partiellement la tétradymite, l'hessite, la pyrrhotine et la tétraédrite - la tennantite dans le filon de quartz.

Les résultats d'analyse chimique montrent, dans la zone de Sefa Nangué, 43,5 g/t d'or et 6,8 g/t d'argent, et 14 g/t d'or et < 0,5 g/t d'argent. On peut dire que le teneur d'argent est moins élevée que celui d'or.

On a exécuté les analyses chimiques de Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Cr, Hg, As, F et Sb pour les échantillons géochimiques de 6.096 et le Pt pour 1.519 des 6.096.

L'or et l'arsenic caractérisent mieux la minéralisation à la région. La zone anormale de cuivre et de zinc est probablement accompagnée par celle d'or. Les autres éléments ont peu de relation avec la minéralisation d'or.

On trouve les zones anormales d'or aux zones de Kongo Mbanga, Sefa Nangué et Kokolokou. On peut considérer la zone anormale nord-est de Déba, cinq zones anormales le long du linéament nord de Touré et la zone anormale dans la zone grande des blocs de quartz est-sud-est de Tiambi comme la zone haute potentialité d'or.

Les secteurs qu'on peut considérer comme les terrains les plus favorables à l'or sont comme suivant:

- (1) La zone minéralisée de Sefa Nangué; la zone la plus grande dans la région est considérée avoir une haute potentialité et une probabilité d'existence de gisement.
- (2) Le secteur de Déba; on a trouvé la zone anormale forte d'or et on peut espérer quelques gisements blindés (gisements cachés).
- (3) Le secteur Mbanga; on trouve la zone minéralisée de Kongo Mbanga et la zone minéralisée de Mbanga, ouest de celle-là, en dehors de la région d'étude. D'ailleurs, on espère aussi des gisements blindés (gisement cachés).
- (4) Le secteur ouest de Touré; les cinq anomalies géochimiques d'or se situent le long du linéament (la faille N° 2), et on peut espérer des zones minéralisées d'or le long de la faille.

- (5) Le secteur Tiambi; les filons de quartz et les zones des blocs de quartz, ayant certaines anomalies d'or, ont été trouvées.
- (6) Le secteur Libiri; c'est la région inexplorée sud-ouest de Touré où six zones minéralisée se situent.

Il est recommandé que l'exploration dans ces secteurs doit avancer désormais par une exploration tactique.

CONTENTS

	Page
Préface	
Résumé	
Partie I Généralités	1
Chapitre 1 Introduction	1
1-1 Histoire et objectifs	1
1-2 Organisation d'étude	1
1-3 Personnel	2
1-4 Délai	3
Chapitre 2 Géographie	4
2-1 Location et accès	4
2-2 Configuration et hydrographie (Pl. 1-1)	5
2-3 Climat et flore	5
Chapitre 3 Recherches antérieures	8
3-1 Géologie	8
3-2 Générale géologie de la région Liptako	9
3-3 Caractère géologique de la région Liptaka (Pl. I-4)	13
3-4 Histoire minière	15
Chapitre 4 Etudes Générales	17
4-1 Analyse d'image de Landsat	17
4-2 Géologie et géotectonique	19
4-3 La zone de la minéralisation	27
4-4 Le résultat d'exploration géochimique de sol	33
4-5 Relation entre anomalies géochimiques et minéralisation	34
4-6 Potentialité d'existence des gisements filoniens de Au et de Ag	34

Chapitre 5 Conclusion et Commentaire	36
5-1 Conclusion	36
5-2 Commentaire pour la deuxième année	39
Partie II Détails	43
Chapitre 1 L'analyse de l'image de Landsat	43
1-1 Introduction	43
1-2 Méthode d'analyse	44
1-3 Résultat d'analyse	54
Chapitre 2 Etude Géologique	54
2-1 Géologie	54
2-1-1 Le groupe birrimien	54
2-1-2 La roche intrusive	61
2-1-3 Roche granitique	64
2-2 La tectonique	72
2-2-1 Le plissement	72
2-2-2 La faille (voir 1-3)	73
2-3 Zone minéralisée	74
2-3-1 Introduction	74
2-3-2 Zone minéralisée par filons de Au et de Ag	79
2-3-3 Gisement alluvionnaire	89
2-4 Caractère et contrôle de la minéralisation	89
2-4-1 Caractère de la minéralisation	89
2-4-2 Contrôle de la minéralisation	91
Chapitre 3 Etude Géochimique de Sol	93
3-1 Introduction	93
3-2 Analyse uni-variate	96
3-2-1 Etude des résultats	96

3-2-2	Decision de la valeur du seuil	98
3-2-3	Anomalie géochimique (Apc. 13 - 20, Pl. II-16)	100
3-3	Analyse des composants principaux	115
3-3-1	Le résultat d'analyse	115
3-3-2	L'étude d'analyse de composant principal	116
3-4	Relation entre anomalies géochimiques et minéralisation	121
3-5	Potentialité d'existence des gisements filoniens de Au et de Ag	122
Partie III	Conclusion et Proposition	125
Chapitre 1	Conclusion	125
Chapitre 2	Proposition	128

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	Esquisse de géologie de Baoulé-Mossi
Pl.I-4	Esquisse de géologie à la région Liptako
Pl.I-5	Profil schématique de stratigraphie
Pl.I-6	Plan et profil 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 détaillée 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 géochimie 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

Partie I Généralités

Partie I Généralités

Chapitre 1 Introduction

1-1 Histoire et objectifs

Cette étude était exécutée une étape de l'exploration fondamentale de, la coopération pour la ressource minière sous le cadre de travail signé, 5 juillet 1989, entre la ministère des mines et de l'énergie, l'office national ressources minières et l'agence japonaise minière des métaux.

L'étude de cette année est la phase première pour trois ans.

Le cadre géographique de l'étude est situé dans la partie le Sud-ouest de la République du Niger, ayant la superficier de 3000 km².

L'objectifs d'étude sont comme suivant: Exécuter l'analyse d'image de Landsat, l'étude géologique et géochimique afin de comprendre la géologie, la géotectonique et la condition de la minéralisation d'or dans la région Liptako, en particulier, afin de extraire la potentialité de gisement reliée à la géotectonique et à la caractère géochimique.

1-2 Organisation d'étude

L'organisation d'étude est présentée à la table I-1.

Table I-1

Superficie	3.000 Km ²
Analyse d'image de Landsat	3.000 Km ²
Confirmation d'analyse d'image par route	85 Km
Etude géologique et géochimique (Secteur A)	1.000 Km ²
Etude géologique, distance (Secteur A)	275 Km
Prélèvement des échantillons géochimiques (Secteur A)	4.031
Etude géochimique (Secteur B)	500 Km ²
Prélèvement des échantillons	2.074
Travaux à laboratoire	
Lame mince des roches	36
Lame poli des minerais	8

Analyse chimique des échantillons géochimiques	
(Pt, Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Cr, Hg, As, F, Sb)	1.521 (Total 16.731)
Analyse chimique des échantillons géochimiques	
(Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Cr, Hg, As, F, Sb)	4.584 (Total 45.840)
Analyse des minerais	
(Au, Ag, Cu, Pb, Zn)	13 (Total 65)
Analyse complète des roches	
(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 , PAF, FeO, H ₂ O ⁻)	16 (Total 208)
Analyse par rayon X diffraction	21

1-3 Personnel

(1) Membre de la consultation préalable pour l'étude

Niger		Japon
Mr. Sadou Mamadou	MME	Mr. Kyoichi Koyama (1)
Mr. Oumarou Hamadou	MME	Mr. Sumimasa Tominaga (2)
Mr. Moussa Djibo Mamar	MME	Mr. Junkichi Yajima (3)
Mr. Younfa	MME	Mr. Naoki Sato (4)
Mr. Ousmane Gaouri	ONAREM	
Mr. Abderkarim Aksar	ONAREM	
Mr. Ibrahim Issaka	ONAREM	
Mr. Amadou Biry Kouly	ONAREM	
Mr. Ari Cherif	ONAREM	
Mr. Arikoula Mahamadou	ONAREM	

- (1) Agence japonaise minière des métaux, la direction d'outre-mer, chef du service du plan.
- (2) Ministère des affaires étrangères, la direction de l'Afrique et du Orient moyen, le service première.
- (3) Ministère du commerce et de l'industrie, agence de l'industrie et de la technologie, l'institut de géologie.
- (4) Agence japonaise minière des métaux, la direction d'outre-mer, le service du plan.

(2) Mission d'étude

Niger		Japon	
Mr. Ari Cherif	ONAREM	Mr. Kiyoharu Nakashima	: Chief, (SUMICON) administ.
Mr. Idi Tambari	ONAREM	Mr. Akira Satsuma	: Géologue, (SUMICON) géochim.
Mr. Zakari Kimba	ONAREM	Mr. Jiro Natori	: Géologue, (SUMICON) géochim.
Mr. Ahmadou Issa	ONAREM	Mr. Mitsuru Suzuki	: Géologue, (SUMICON) géochim.
Mr. Manou Sontchi	ONAREM	Mr. Hideo Suzuki	: Géologue, (SUMICON) géochim.

SUMICON: SUMITOMO CONSULTANTS Co., Ltd.

1-4 Délai

La mission de discussion et élaboration du programme.
le 25 juin - le 7 juillet 1989.

La mission d'étude

L'analyse d'image de Landcast
le 20 septembre - le 15 décembre 1989

L'étude d'exploration
le 10 octobre - le 24 décembre 1989

L'élaboration de rapport
le 25 décembre 1989 - le 28 février 1990

Chapitre 2 Géographie

2-1 Location et accès

(1) Cadre de géographie

La région d'étude est située dans la partie du Sud-ouest de la République du Niger, entre environ 60 km ouest et 120 km sud-ouest de Niamey, la ville capitale, ayant la superficie de 3000 km² couverte par l'image de Landsat. Dedans, la région est la partie du Nord-ouest où l'on a exécutée, cette année, l'étude géologique et géochimique (1000 km²) et celle géochimique (500 km²). Total superficie étudiée est 1.500 km². (Pl. 1 et 2)

(2) Accès

L'accès de Niamey pour le secteur nord de la région Touré, et le secteur sud de la région, Kakou-Bossey Bangou où l'on a établi deux campements est comme suivant:

le secteur Touré

	Vehicule		Vehicule	
Niamey	----->	Koyria Tegui	----->	Touré (Campement à Dingabon)
	62 km		30 km	
	(traverse le Niger par ferry)			temps nécessaire: 2,5 hs

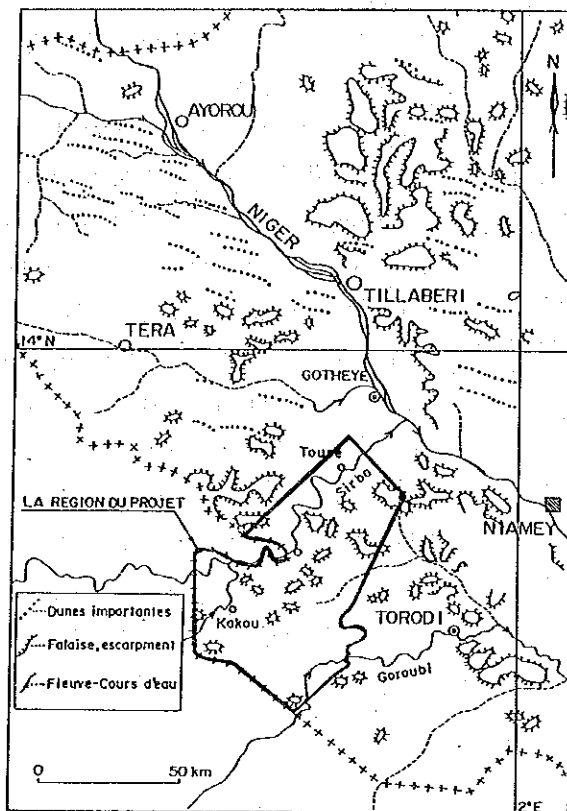
le secteur Kakou-Bossey Bangou

	Vehicule		Vehicule		Vehicule	
Niamey	----->	Torodi	----->	Tolba	----->	Pobalouri
	60 km		27 km		20 km	
	Vehicule		Vehicule			
	----->	Nassilé	----->	Kakou (Campement à Kakou)		
	10 km		30 km		temps nécessaire: 5 hr	

La route entre Niamey et Koyria Tegui et entre Niamey et Torodi est pavée, mais les autres sont recouvertes seulement de gravier. Dans la région étudiée, on ne peut aboutir qu'au village grand par véhicule, car presque tout les routes sont le piste, passable seulement à piet.

2-2 Configuration et hydrographie (Pl. 1-1)

Le relief dans la région est composé en général par une pénéplaine avec une légère inclination vers le Nord-ouest, accusant une hauteur de 230 m à 240 m dans le Sud-ouest et de 200 m à 230 m dans le nord-ouest. A la partie centrale de la région, un plateau s'étend avec une hauteur de



PL.I-1 Croquis de la géomorphologie générale

2-3 Climat et flore

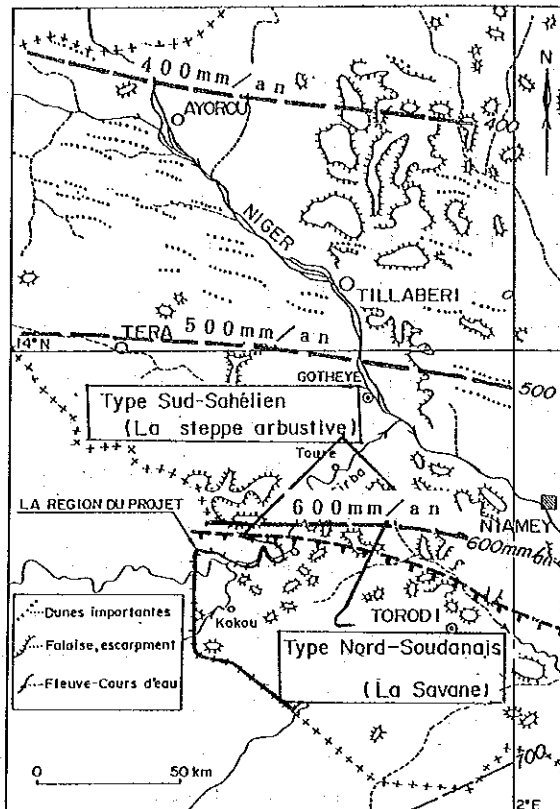
Le climat de Niger est sec continental, étant divisé en trois zones du nord au Sud: Saharien, sahelien et tropical.

Le climat et la flore de la région d'étude, présentés à Pl. 1-2, sont caractérisés par le type sahelien nord au Nord et sahelien sud au Sud.

260 m à 300m.

Sur la hydrographie, la rivière Sirba court vers le nord-est dans la partie nord-ouest de la région et conflue avec le Niger dehors la région. Quelques affluents développent du Sirba. Après la saison des pluies, le débit est abondant jusqu'à la fin de novembre et diminue peu à peu entre décembre et janvier. Le cours d'eau arrête complètement et reste des marais février et mars.

L'oued, situé au Sud-est de la région, est un affluent du Goroubi qui court vers l'Est.



PL.I-2 Carte de situation du climat

du climat était encore sévère par chaud environ 40°C pendant la journée. La température descendait de plus en plus novembre et elle était agréable décembre (environ 30°C max.).

Sur la flore, la prairie avec peu d'arbuste développe sur la plaine nord. Des arbres et des arbustes poussent plus un peu à la plaine ouest et sud avec herbes moins. Les broussailles épaisses développent le long du Sirba et ses affluents ainsi que sur les dunes centrales et nord-est.

La température, l'humidité et la précipitation sont montrées à la table I-2.

Le climat de Niamey est divisé en deux saisons; la saison des pluies entre mars et octobre et saison sèche entre novembre et avril. La température annuelle moyenne est 36.0°C (maximum) et 23.4°C (minimum) (1985). La précipitation est environ 650 mm par an. Le climat de la région nord est presque même de celui de Niamey et il est un peu plus pluvieux à la région sud.

Les travaux étaient commencés, cette année, à la fin d'octobre, mais la condition

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

		Jan	Févb	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aoû	Sep	Oct	Nov	Dé	An
Température *1 (1951 - 1980)	°C	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
Temp. Max. *2 (1985)	°C	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
Temp. Min. *2 (1985)	°C	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
Humidité *1 (1961 - 1967)	%	22	17	18	28	43	55	67	77	73	52	35	26	43
Précipitation *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: Table de chronologie scientifique

*2: Guide de la République du Niger (après OURD, 1986)

Chapitre 3 Recherches antérieures

3-1 Géologie

BRGM publia "La carte géologique de la partie occidentale de la République du Niger" à l'échelle 1/200000 (Machens E, 1967), couvrant la région l'étude.

L'exploration était exécutée par BRGM, PNUD, ONAREM et ACDI. L'étude de la première période était pour l'or du placer par la battée, après on développe l'exploration systématique.

- 1958 - 1964 E. Machens (BRGM) : La région Liptako ... l'étude géochimique.
- 1965 R. Veux (BRGM) : L'aval de Sirba ... par puits, tarière et battée.
- 1968 - 1975 PNUD : La région Liptako ... l'étude stratégique et l'étude géochimique le long du Sirba par prélèvement du sol.
- 1981 - 1988 ONAREM, ONAREM et ACDI.

Le secteur Touré

- 1981 - 1982 L'exploration géochimique par prélèvement du sol (stratégique et tactique), l'exploration géophysique (magnétique et électrique de IP), puits et tranchée.
- 1982 - 1986 Puits et tranchée.

Le secteur Bolsi-Bossey Bangou

- 1984 - 1986 Puits et tranchée.
- 1986 - 1988 L'exploration géochimique.

Le secteur Déba

- 1981 - 1982 L'exploration géochimique du sol.

- 1984 - 1986 L'étude géologique et l'exploration géochimique et géophysique.
- 1985 - 1986 Sondages au gisement de Kokolokou (9 trous, 946 m) et l'étude d'anomalie par l'exploration géochimique.
- 1986 - 1987 Sondages au gisement de Kokolokou (8 trous, 813 m) et l'étude d'anomalie par l'exploration géochimique.
- 1987 - 1988 Puits pour anomalie géochimique.

BRGM: Bureau de Recherches Géologiques et Minières

PNUD: United Nations Development Programme

ACDI: Agence Canadienne de Développement International

3-2 Générale géologie de la région Liptako

(1) Introduction

On appelle, la partie sud-est du bouclier de l'Afrique occidentale, le domaine Baoule-Mossi où le groupe birrimien, appartenant au proterozoïque inférieur et son correspondant, se développe. Ce domaine est divisé en deux parties, le sous-domaine Birrimien et le sous-domaine "Basin et Mole" (L. Cohen et al. 1984). Celui-là est couvert par la roche sédimentaire (méta) et volcanique (méta) appartenants le groupe birrimien comme la partie sud-ouest de Ghana et le bassin Komeo de la Côte d'Ivoire, par contre, celui-ci est couvert par la roche sédimentaire correspondante au groupe birrimien dans nombreux bassins petits orientés NNE-SSW ou NE-SW, comme la Burkina-Faso entière et la Niger occidentale, contenant la région d'étude (Pl. I-3).

(2) Stratigraphie

La géologie stratigraphique du domaine Baoule-Mossi peut être divisée globalement en trois parties, le prébirrimien, le groupe birrimien

(inférieur, supérieur et le sub-groupe Tarkwaïan) et la roche granitique. La relation entre trois est toujours discordante et on peut exactement distinguer les trois dans la région entière, car on trouve le facies tectonique et thermique accompagné par les intrusions granitiques le long de chaque discordance. (Table I-3)

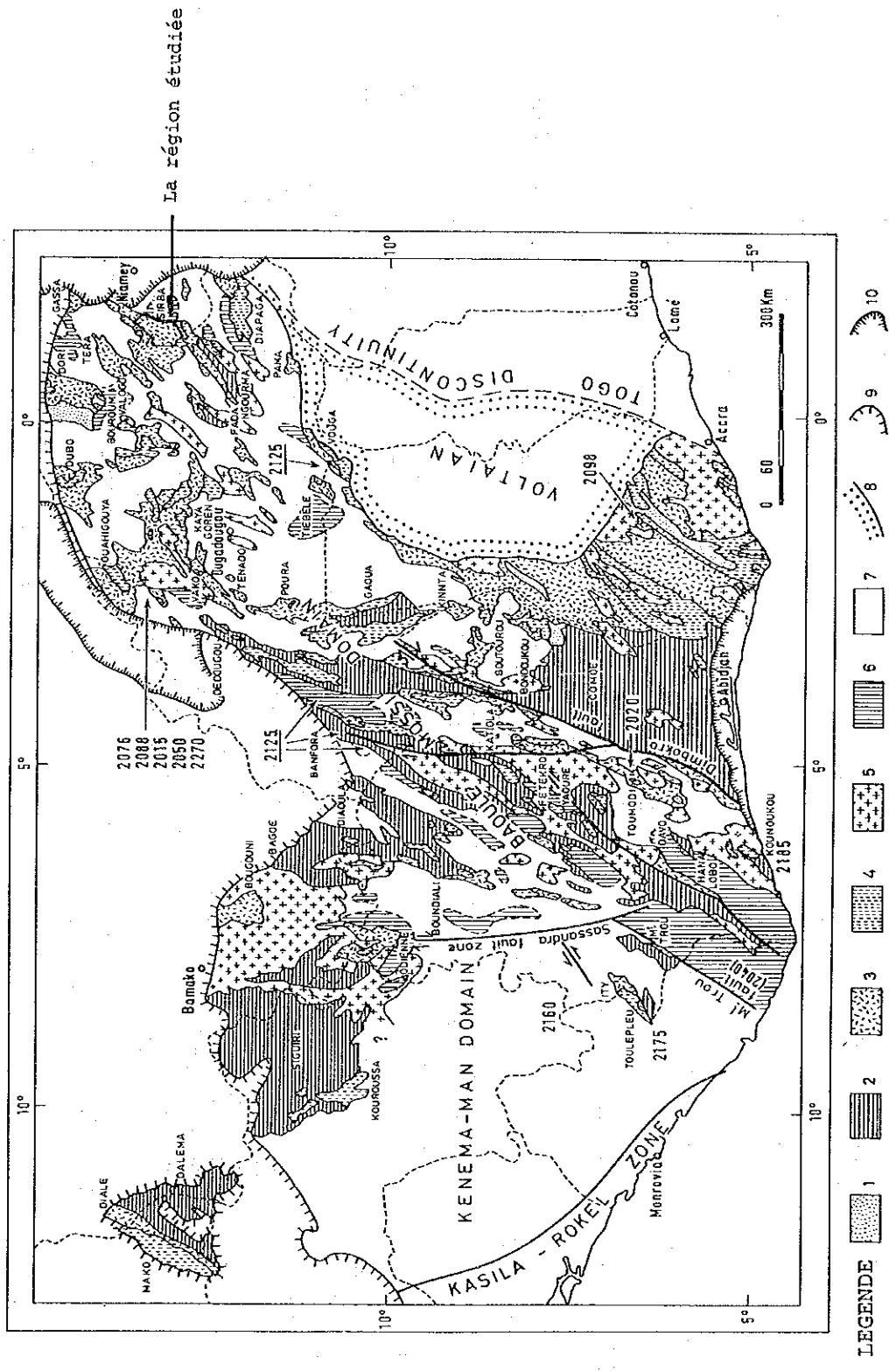
(a) Prébirrimien

La roche, appartenante au Prébirrimien sans aucune doute, est située largement à la Côte d'Ivoire, à la Burkina-Faso et aux plusieurs terrains petits au nord du Ghana. Certaines roches sur la carte géologique de Pl. I-3 classifiées comme roches indifférenciées peut appartenir au Prébirrimien. Le Prébirrimien consiste la migmatite, le gneiss et la granite auquel on distingue la phase métamorphique de amphibolite-granulite. On a décidé l'âge 2600 Ma par radio-activité et cette âge, on considère généralement (Papaon, 1972), montre l'étage de métamorphisme (La facies tectonique Leberien-thermique).

(b) Birrimien

Le groupe birrimien se développe comme la zone de roche verte et celle de roche mère de minéralisation d'or. Au sous-domaine birrimien, il est divisé en deux parties, l'inférieur composé par flysh (l'alternance de sable et d'argile) et l supérieur composé par volcanique en général avec pyroclastique (Bard et Lemoine, 1976).

Au sous-domaine "Basin et Mole", contenant la région d'étude, par contre, la roche volcanique prédomine à l'inférieur. Le facies tectonique, correspondante à Eburnien I, n'est pas encore observée.



1. Facies Tarkwaïen de Birrimien; 2. Facies de flich sédimentaire de Birrimien; 3. Facies volcano-clastique de Birrimien; 4. Facies de roche verte de Birrimien; 5. Granitoïd Eburnien 6. Prébirrimien; 7. Roche base indifférentielle à la région Baoulé-Mossi; 8. Supragroupe voltaïen; 9. Limité de couverture phanérozoïque; 10. Récent; 2076. Râge et localité de roche dans la région Baoulé-Mossi

P1.I - 3 Esquisse géologique de Baoulé-Mossi

Table I-3 Comparaison de stratigraphie de la région autour de Liptako

Ghana Cahen L. et al (1984)	Côte d'Ivoire Cahen L. et al (1984)	Burkina Faso (Zone de roche verte Boromo et Houande) Daniel H et al (1987)	Niger occidental L'étude présent
<p>Tarkwaïen</p> <p>Formation Huni (quartzite et phyllite) Formation Tarkwa (phyllite) Formation Banket (quartzite et conglomérat) Formation Kewese (conglomérat)</p> <p>(C. 2030 Ma)</p>	<p>Granites Windéné et Granites Boudoukou</p> <p>Série de Kinkéné</p>	<p>Tarkwaïen</p> <p>Eburnian (1800 ~ 2000 Ma)</p> <p>Roches de sédimentaire clastique</p> <p>Discordance (~ ± 2100 Ma)</p> <p>Tonalites, Granites (2100 Ma ~ 2200 Ma)</p> <p>Formation volcano-sédimentaire</p>	<p><Kakou-Basseï Bongou></p> <p>Granites (Post-tectoniques)</p> <p>Dolérite Ryolite Dacite</p> <p>Granites (Post-tectoniques)</p> <p>Dolérite</p>
<p>Brittinen sup.</p> <p>Discordance</p> <p>Eburnian I</p> <p>(C. 2130 Ma)</p> <p>Granites syntectoniques et intrusive</p> <p>Formation de basique volcanique</p> <p>Formation de acide volcanique</p> <p>Formation de volcano-psammite</p>	<p>Eburnian II</p> <p>Granites Baoulé</p> <p>Formation volcano-clastique de Louga = Série de Inahiri</p>	<p>Brittinen sup.</p> <p>Roches de Volcano - Sédimentaire (Roche pelitique, Grés et Tuf)</p>	<p><Touré></p> <p>Granites (Post-tectoniques)</p> <p>Dolérite</p> <p>Ryolite</p> <p>Dacite</p> <p>Roches de Volcano - Sédimentaire (Roche pelitique, Grés et Tuf)</p>
<p>Brittinen inf.</p> <p>Formation supérieure et sableux (Flysh psammitique)</p> <p>Formation supérieure et argilitieux (Flysh argilitieux)</p> <p>Formation moyenne et sableux (Flysh psammitique-argilitieux)</p> <p>Formation inférieure et argilitieux</p> <p>Formation inférieure et sableux</p>	<p>Granites orthogneiss</p> <p>Formation Flysh de Kounoukou et Doulayeko paragneiss</p> <p>volcanique acide (calco-alcaline)</p> <p>volcanique neutre-mafique</p> <p>volcanique mafique (tholéite)</p> <p>volcanique ultrabasique</p> <p>Liberian</p>	<p>Brittinen inf.</p> <p>Gabbro (Synchronématiques)</p> <p>Amphibolites</p> <p>Andésite</p> <p>Andésite</p> <p>Andésite</p> <p>Basalte</p> <p>Volcanique neutre ~ mafique (tholéite)</p> <p>Roche pelitique</p> <p>Amphibolites</p>	<p>Andésite</p> <p>Andésite</p> <p>Andésite</p> <p>Basalte</p> <p>Volcanique neutre ~ mafique (tholéite)</p> <p>Roche pelitique</p> <p>Amphibolites</p>
	<p>Granite gneissoux de Niéga-Pauli Plage paragneiss Monogaga</p> <p>(± 2700 Ma)</p> <p>Granites, Migmatite, Roche ultrabasique, Gramulite</p>		

(c) Facies tectonique Eburnien II-thermique

Le facies est caracterisé par l'intrusion de granite syntectonique (le type Baouk). La granite est classifiée en deux étages, l'une reliée à la formation du bouclier et l'autre reliée à l'orogénie synclinale. Celui-là fit sans doute l'intrusion depuis la sédimentation du groupe birrimien (Arnould, 1961), celui-ci fut formé par granitisation des sédiments synclinaux plissés, appartenant au type de Koffisauke antérieur (granite à biotite et hornblende) et le type de la Ferke postérieure (granite à deux micas).

Le groupe birrimien, est caractérisé par la tectonique du plissement orienté NS - NE-SW. La roche verte-l'amphibolite à l'almandine est en general le facies metamorphique.

(d) Le groupe tarkwaïan

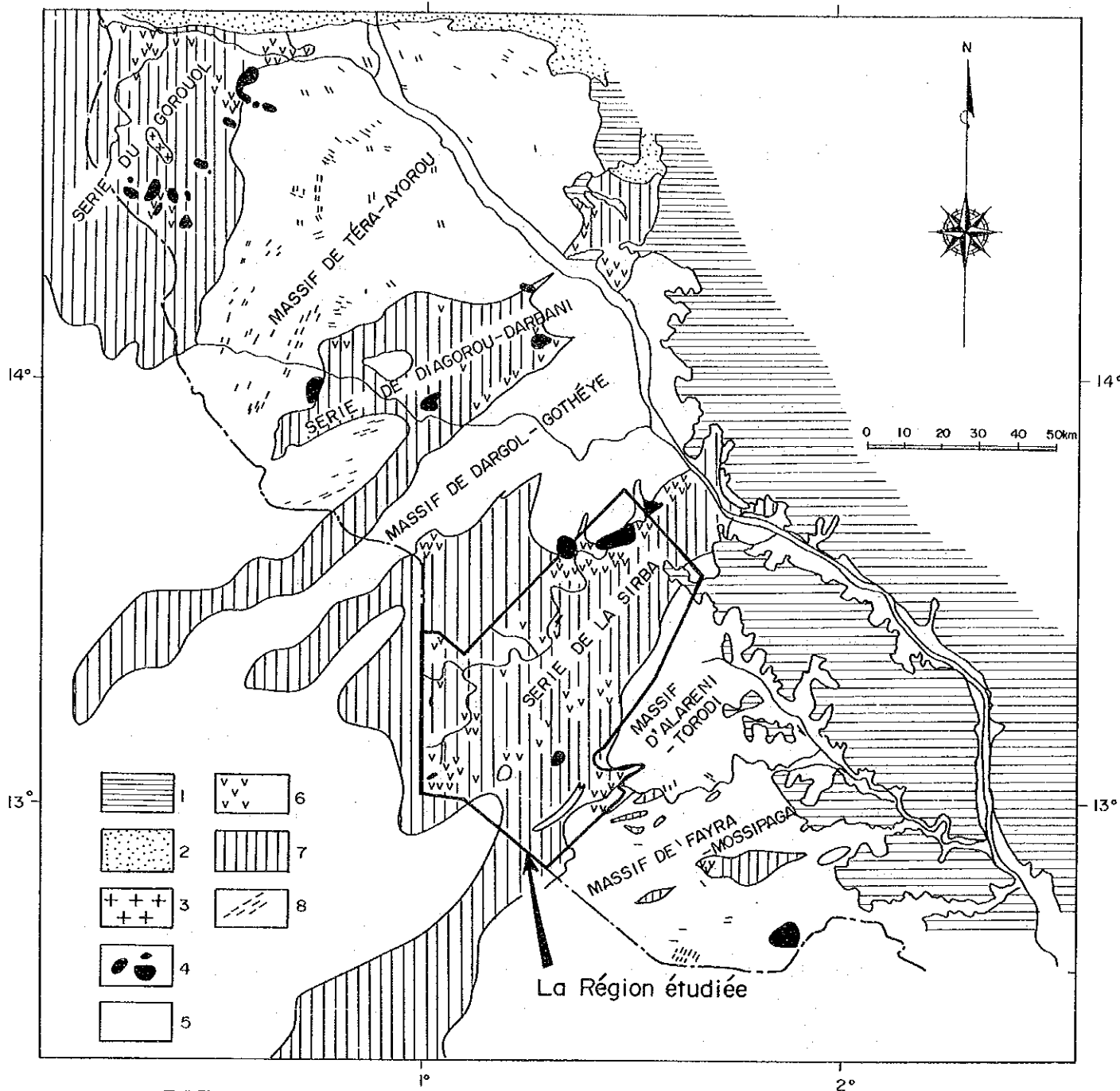
Ce groupe couvert discordamment sur le groupe birrimien, et se situe à très petit terrain comparativement à celui de Birrimien. Il se compose en général la roche sableuse et argileuse avec quelque brèche. La caractere est interpretée comme molasse.

(e) Granite post-tectonique

Ce granite apparait généralement comme massif discordant, dans lequel le type Windene (2047 ± 97 Ma) et le type de Bondoukon (2037 ± 45 Ma), traversant le group tarkwaïan et le correspondant, sont observés.

3-3 Caractère géologique de la région Liptaka (Pl. I-4)

Trois bassins du sub-groupe birrimien (du nord au sud, Gorowol, Diagorou-Darbani, Surba), ayant environ 100 km de longueur, arangent du nord au sud, séparés par typicale Basin et Mole. La stratigraphie de la région est même de celle des autres de Baoulé-Mossi.



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)

La base est le Pfebirimien composée de la mignatite, de la léptinite et de la roche basique et métamorphique, se dispersant dans granite syntectonique (il sera question suivant), mais on ne trouve pas dans la région d'étude. Le sub-groupe birrimien consiste généralement à la roche sédimentaire clastique et accompagne à moitié inférieure la roche volcanique basique et neutre. La roche volcanique change graduellement de basique à neutre de inférieur à supérieur. Total puissance peut atteindre certains milliers de mètres. La granite syntectonique est étendue plus largement entre les unités géologique à région Riptako, montrant la forme de "mole". La granite et la granodiorite schisteuse faible est général. Machens (1967) considère que elle pouvait formée par refusion du Prébirrimien et par granitisation du groupe birrimien.

Brunnschweikr (1972) ne consent pas car on ne peut pas observer la zone graduelle entre le sub-groupe birrimien et la granite, et il propose par contre que le sub-groupe birrimien couvert la granite discordamment. La granite post-tectonique souvent transverse le groupe birrimien, et souvent se située au bordure de bassin. Elle est en général massive petite mais atteint environ 5 km de longueur près Touré.

Le groupe Tarkwaïen se situé à limite-nord comme Pl. II, et consiste à la roche sableuse et à la brèche.

3-4 Histoire minière

Le long de Sirba et ses affluents, traversant la région d'étude présent, l'or du placer dans le sédiment du lit et dans l'alluvion, était connu déjà à la seconde moitié de 1950 pour lequel on exécuta l'exploration géochimique et celle de battée au plusieurs points, suivant petite l'exploitation.

A la fin de 1984, on trouva des filons de quartz aurifère et des mineurs locaux ont commencé l'extraction superficielle. L'exploration était développée dans la région birrimien où l'potentialité était haute pour gisement d'or.

Dans la région d'étude, comme mentionné à 3-1, on a exécuté l'exploration aux secteurs Déba, Touré et Bolsi-Bossey Bangou, et trouvé encore plus

des filons de quartz aurifère et des zones argillisées, altérées et aurifères.

A cette année dans la région aussi, on extrait pratiquement aux six et quatre chantiers dans les secteurs Touré et Déba (ouest de Kakou) respectivement, des filons de quartz et des zones aurifères.

L'extraction d'or du placer est exécutée aux deux chantiers au lit du Sirba au secteur Touré et aussi l'extraction d'or dans sédiments autour des filons de quartz aurifère est exécutée aux certains chantiers.

En outre, dehors de la région, certaine minéralisation d'or est connue et on l'extrait.

Dans la région, l'exploitation systematique n'est pas encore exécutée et tout les travaux sont petits par puits et tranchées par habitants locaux. La profondeur des puits et des tranchées atteint parfois 10 - 20 m. On dit qu'il y avait quelque morts par l'éboulement de mur, mais on ne prend aucune mesure pour sécurité des travaux.

Les travaux sont faits en général aux zones argillisées, altérées aurifères où l'on peut extraire facilement et aux certains filons de quartz contenant d'or macroscopique.

Aux chantiers, on extrait d'or par broyage de minerais et par battée sèche ou battée par d'eau.

Chapitre 4 Etudes Générales

4-1 Analyse d'image de Landsat

On a exécuté l'analyse d'image de Landsat à la région pour l'analyse de la géotectonique. En employant "le false color", on divise la région d'étude en plusieurs unités. Les bases d'analyse sont a) tonalité, b) finess, c) schistosité et strata, d) figure, e) étendu et f) système fluviale. Total unités sont 16. En même temps, le linéament et la structure circulaire sont tirés. Le résultat obtenu est comparé à la carte géologique de E. Machens (1967), chaque unité d'image est estimée et les points pour "grand-trace" sont décidés. Le résultat ci-dessus est analysé globalement avec le résultat d'analyse de la photographie aérienne et le résultat d'étude au terrain pour établir l'image la tectonique géologique de la région. Pour les travaux, l'image du ratio est employée supplémentairement.

(1) Estimation des unités d'image

(a) L'unité d'image L (La chaîne de direction)

La chaîne de direction se prolonge du centre au nord à la région. Il montre une tonalité caractéristique, vert foncé (l'image de "false color"), distinguée facilement.

Elle forme la colline comme plateau levé. Au centre de la région, elle s'assemble et montre la distribution comme l'iles. Le groupe des collines est la chaîne de direction formé par l'érosion différencielle et il est composé par plissement complexe, par comparaison à la tectonique de plissement au centre et à l'extrémité sud.

(b) L'unité d'image L-B (La chaîne de direction, tertiaire?)

Elle se développe au nord de la région abondamment. Bien qu'elle ait la caractère presque même de l'image L, elle peut être distinguée par tonalité faible et brun clair, par distribution irrégulière et par tectonique peu claire.

On peut considérer, par caractère globale, qu'elle est la chaîne de direction plus érodée. E. Machens (1967) l'a classifié en partie au Continental terminal.

D'ailleurs, nous avons confirmé que l'unité d'image L et L-B sont le sommet plan lateritisé, couvert par flore comparativement dense.

(c) L'unité d'image G (Roche magmatique)

La finesse rugueuse de l'unité montre l'inserberg isolé (la reste du plateau érodé), parfois l'inserberg continue le long de direction et forme la figure semblable à la chaîne de direction. Dans ce cas, l'unité d'image G arrange, de chaque côté d'axe de plissement déduit de la chaîne, et elle est aussi distinguée au centre de la tectonique circulaire par l'étude sur le terrain, l'unité d'image G correspond à l'amphibolite, la lave andésitique - basaltique, et l'intrusion petite de la granite, mais il est difficile à distinguer la roche exactement entre trois par seule d'image de Landsat.

(d) L'unité d'image S (Le schiste)

Elle est caractérisée par linéament. Le linéament à l'image est complètement correspondant au résultat étudié sur le terrain.

(e) L'unité d'image LBP (Le groupe granitique).

Elle est caractérisée par tonalité brun clair roseâtre et par système cirque fluviale, correspondante la granite près de Touré et de Boulkagou.

(f) L'unité d'image P (L'amphibolite, la cornéenne)

Elle se situe entourant la bordure de granite (e) au nord de la région et montre tectoniques circulaires au ouest. Par l'étude sur terrain, celle-là est l'affleurement de la cornéenne, et celle-ci correspond à l'amphibolite.

(g) Les autres

Par les unités autres d'image, le terrain sableux a la tonalité blanche, la flore a la tonalité verte et la latérite a la tonalité brune comme confirmée par l'étude sur terrain. La combinaison des unités différentes peut parfois être observée (W, O, B, Y, GS, LBO, GSB, LB). Il est difficile à correspondre à la géologie sur terrain, mais l'unité O montre parfois l'existence de la roche basique. Le groupe de tectonique circulaire, ayant le diamètre environ 1 km dans l'unité Y montre la distribution de granite.

(2) Linéament

Les linéaments, comparativement large, ont les systèmes E-W, NE-SW et NNE-SSW. Les premières deux apparaissent comme les failles conjuguées. Le système NNE-SSW contrôle en partie la distribution de la roche granitique.

4-2 Géologie et géotectonique

(1) Géologie

La géologie est constituée, à la région, par groupe birrimien, roche granitique syntectonique, roche granitique post-tectonique, roche intrusive et latérite.

Le groupe birrimien se développe largement à la région, étant divisé en deux parties, l'inférieur et le supérieur. L'inférieur est composé généralement par roche volcanique basique, accompagnant le groupe sédimentaire comme la roche argileuse. Par contre, le supérieur est composée en général par roche argileuse avec roche sableuse et tufacée. La roche inférieure volcanique est l'amphibolite; le gabbro (l'intrusion stratifiée) et l'andésite basique qui appartient probablement au type tholéitique. La roche argileuse est prédominante au groupe birrimien, toujours montrant la structure schisteuse. Ce groupe atteint la facies d'amphibolite au nord de Antigoura et près de

Boborgou Saba bien qu'il ne soit pas, en général, métamorphosé fortement.

La roche granitique syntectonique se situe largement autour de la région qui est composée généralement par roche granitique schisteuse en grain moyen - gros. La roche post-tectonique se présente comme deux massifs près de Touré, l'un près de Bouloukagou et l'autre près de Nassilé. Par ailleurs, on trouve deux petits massifs près de Kokoloukou. Elles sont la diorite granitique - la granite en grain moyen - gros.

La roche intrusive est le basalte, la dolérite, la dacite et la rhyolite. La dolérite coupe jusqu'à la granite post-tectonique mais les autres coupent seulement jusqu'au groupe birrimien. La rhyolite accompagne quelquefois les zones altérées ou nombreux filons de quartz, dans et autour de elle-même.

La latérite se développe en général sur les chaînes de direction.

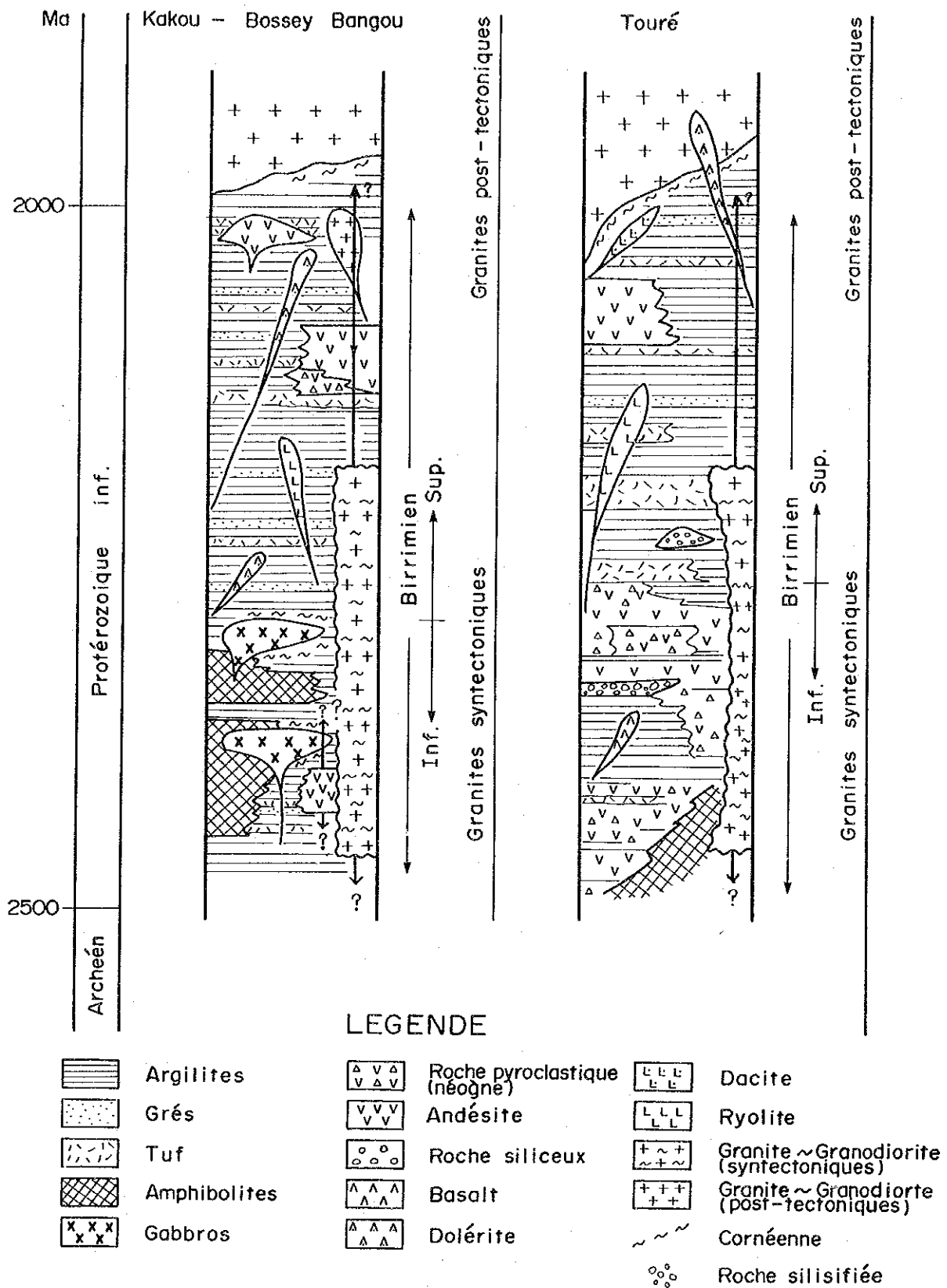
(2) Géotectonique

L'analyse d'image de Landsat est montrée à Pl.I-7, ajoutée le résultat de "ground-trace".

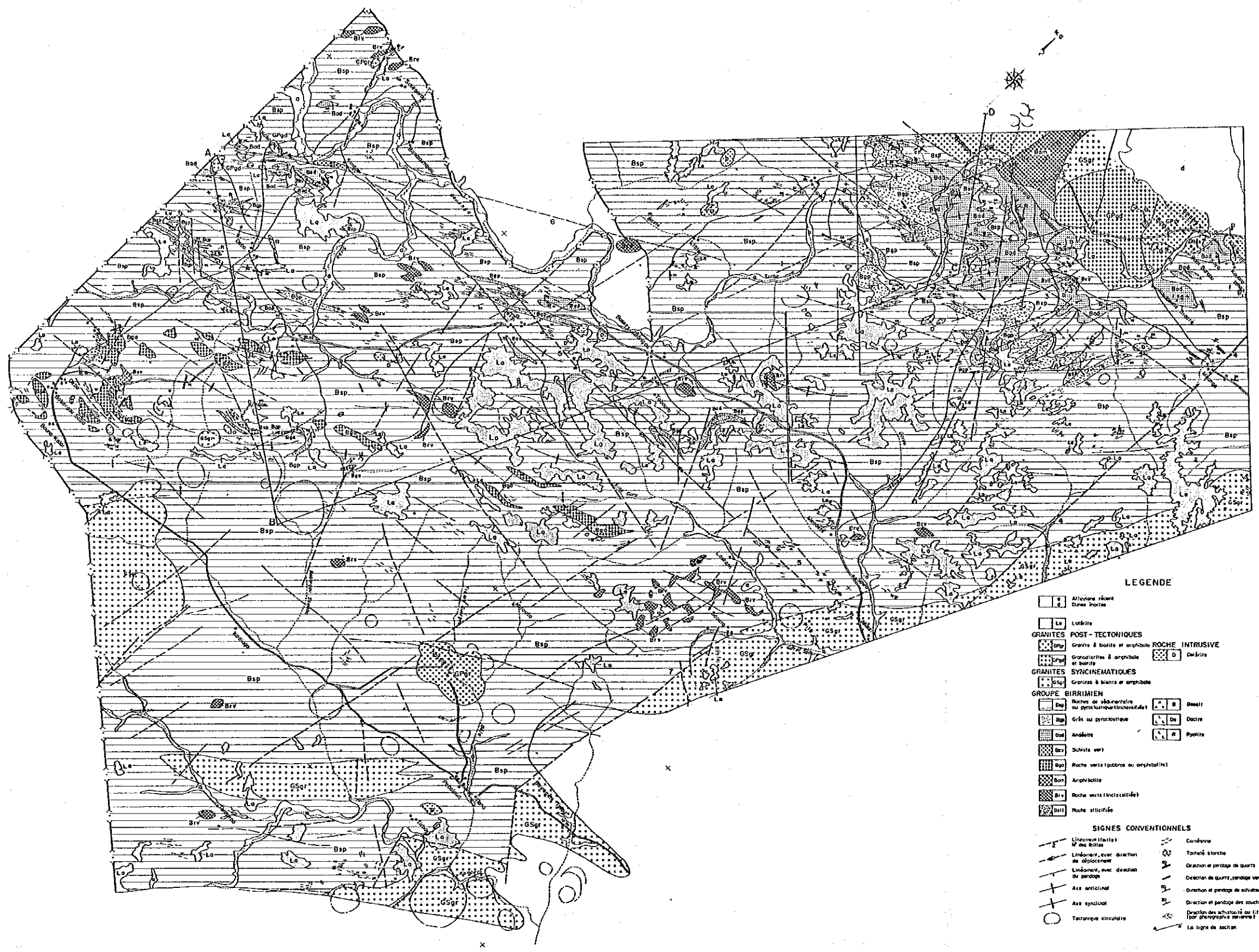
(a) La tectonique régionale est caractérisée par la structure du plissement onduleur. Le mode du plissement, cependant, est différent au chaque secteur. La région central est caractérisée par le groupe du plissement ayant 1 - 2 km de longueur d'onde. La direction est ENE-WSW au bout ouest, après elle change un peu, vers NE-SW au centre. Le plissement montre la direction E-W partiellement au centre.

Par contre, le plissement au nord de la région est moins de 1 km de longueur d'onde et son plongement tombe vers SW ou W. La chaîne de direction ne se présente pas à la région sud et il est bien possible que la région sud appartienne à l'autre système tectonique.

(b) On trouve les failles dominantes orientées E-W, NE-SW et NNE-SSW. Les premières deux semblent les failles conjuguée et contrôler la



Pl. I-5 Profile schématique de stratigraphie



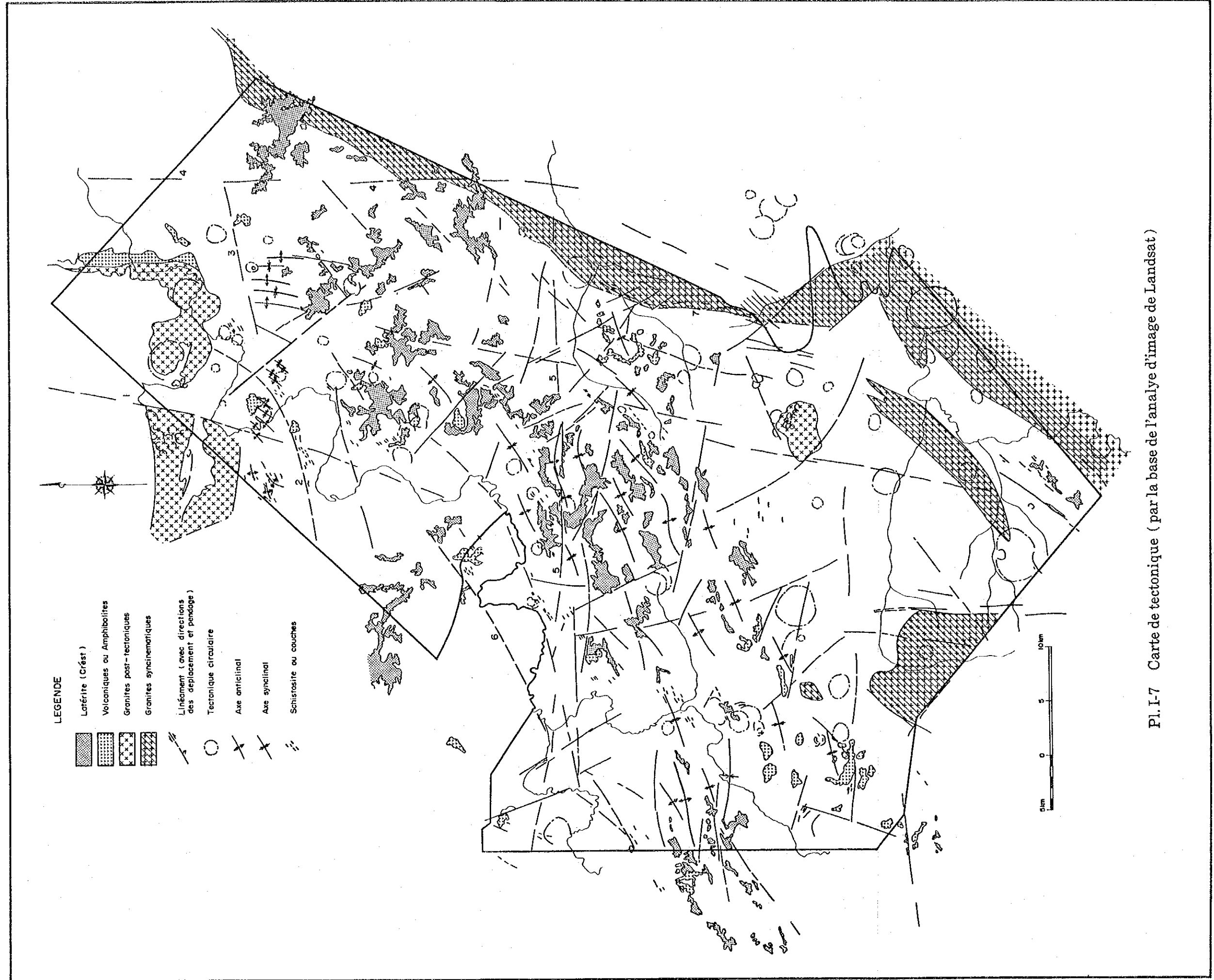
LEGENDE

- Alfonsine récent
- Dunes mortes
- Lozière
- GRANITES POST-TECTONIQUES
- Gneiss à biotite et amphibole
- Granodiorites à amphibole et biotite
- GRANITES SYNCINEMATIQUES
- Gneiss à biotite et amphibole
- ROCHE INTRUSIVE
- Dalrès
- GRUPE BIRIMIEN
- Roches de schiste (sillarsite ou pyroclastique (sillarsite))
- Grès ou argilite
- Andalite
- Schiste vert
- Roche verte (biotite ou amphibole)
- Amphibolite
- Roche verte (sillarsite)
- Roche stichite
- SIGNES CONVENTIONNELS
- Ligne de faille et des failles
- Ligne de déplacement
- Ligne de passage
- Ass. anticlinal
- Ass. synclinal
- Tectonique circulaire
- Condamne
- Torçé stercé
- Direction de quartz, pendage vertical
- Direction et pendage de schistose
- Direction et pendage des couches
- Direction des actualités ou (topo par photographie aérienne)
- La ligne de section

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

LEGENDE

- GRANITES POST-TECTONIQUES
- Gneiss à biotite et amphibole
- Granodiorites à amphibole et biotite
- GRUPE BIRIMIEN
- Roches de schiste (sillarsite ou pyroclastique (sillarsite))
- Grès ou argilite
- Andalite
- Schiste vert
- Roche verte (biotite ou amphibole)
- Amphibolite
- Roche verte (sillarsite)
- Roche stichite
- ROCHE INTRUSIVE
- Dalrès
- Andalite



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

minéralisation d'or (la distribution des filons de quartz).

Quelque faille de NNE-SSW direction contrôle la distribution de la roche granitique et la direction de la intrusion de la roche intrusive.

4-3 La zone de la minéralisation

(1) Résumé de la zone de la minéralisation

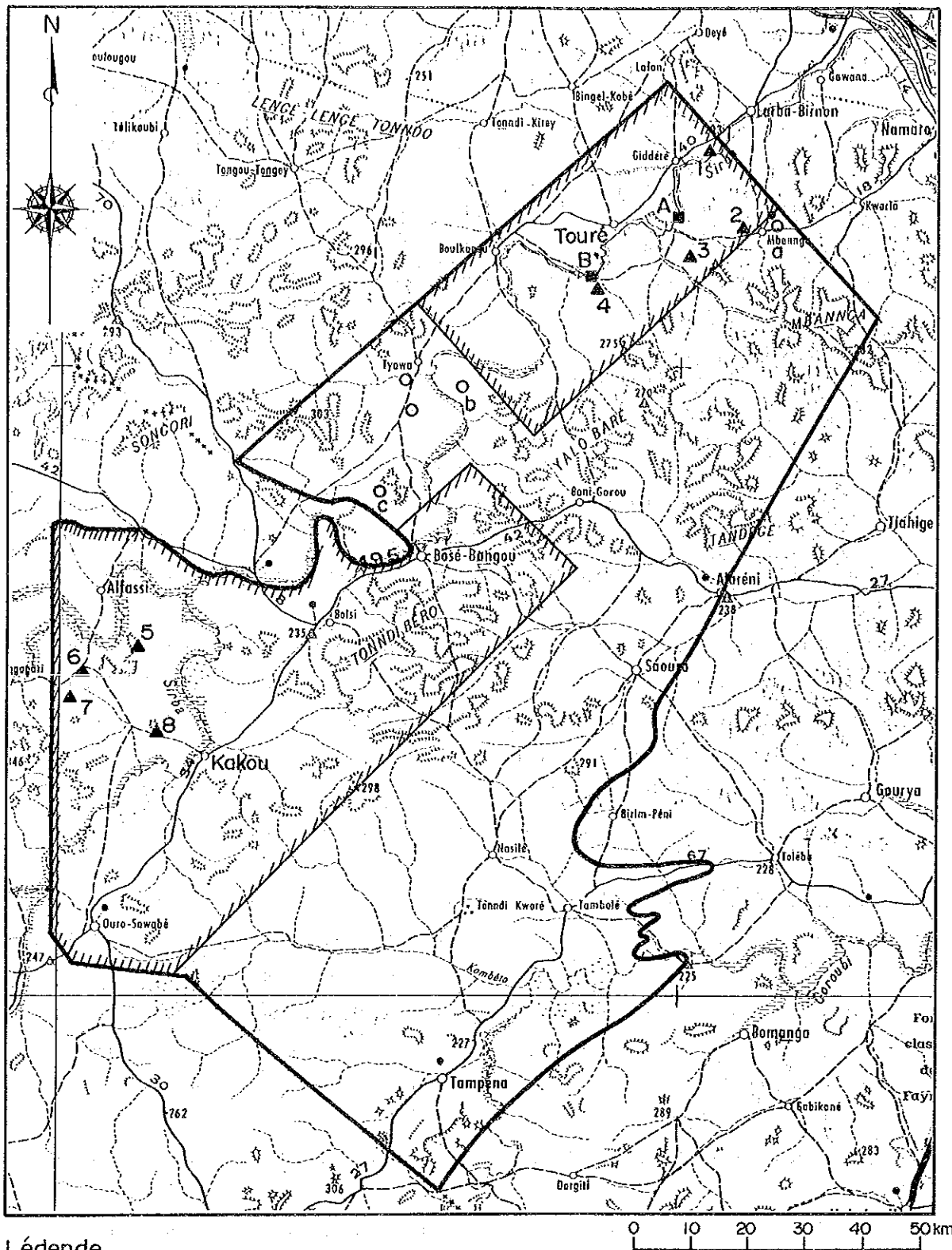
La zone de la minéralisation d'or, la filon de quartz et la zone des blocs de filon de quartz se trouvent beaucoup dans la région d'étude, en largeur environ 12 km et en longueur environ 80 km incotinuellement de l'extrémité nord-est à celle sud-ouest.

On a trouvé à la zone minéralisée extraité à la région, quatre chantiers au secteur Touré et aussi quatre au secteur Kakou. D'ailleurs, on peut trouver la zone minéralisée, six au sud-ouest du secteur Touré, une au nord-est du Touré.

La zone mineralisée d'or est en général le type du filon hydrothermal qui se situe dans la roche sédimentaire ou volcanique appartenue au Birrimien.

Huit zones principales minéralisées (Pl. I-8), confirmés à la région d'étude, sont (1) Kala, (2) Kongo Mbanga, (3) Kongo Loude et (4) Touré nord au secteur Touré, et (5) Sefa Nangue, (6) Kokolokou, (7) Kokolokou Sud et (8) Déba. Table I-4 montre la caractère de chaque zone. Entre ces zones de la minéralisation comparativement large est la zone de Touré au secteur Touré et la zone de Sefa Nangue au secteur Kakou.

La zone de Touré se situe près d'environ 3 km SSE de Dingabon dans le terrain de andésite altérée, gris verdâtre foncé. La zone est composée par la zone altérée d'argile avec nombreux filons ou filons reticulaires de quartz. Le domaine de la zone est environ 850 m x 500 m. Le filon de quartz le mieux continuel dans la zone se situe au nord, moins de 1,25 m de largeur et tabulaire, montrant la direction et l'inclination N10W, 90° respectivement et continue environ 90 m à la direction. D'ailleurs, on trouve nombreux filons lenticulaire de



Lédende

- ▲ Gisements decouvertés par L'exploration 1989
 - Gisement d'or du placer
 - 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 &/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 filonette 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	-	-	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 Bigaré	60mx10m	Le filon lenticulaire de quartz	N40°W	70°NE	60m	max. 0,3 m	0,1 m	0,03	Andésite	Zone d'argile brun clair et blanche
	4	Touré	3,0 km SSE de Dingabon	850mx500m	Le filon lenticulaire de quartz et la filonette 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	Andésite	Zone d'argile blanche en générale et d'argile blanche en partie
Kakou	5	Sefa Nangué	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°	Nom de gisement	Localité (kilomètre approximatif)	Terrain minéralisé	Forme	Zone minéralisée			Résultat d'analyse		Roche mère	Altération	
						Dirac-tion	Inclina-tion	Longueur	Epaisseur	Largeur prélevée			Au g/t
		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 ERS 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
Kakou	6	Kokoloukou Déba	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
	7	Kokoloukou Sud	3,3 km SW 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 lentillaire de quartz et la filonette	N65°E	irregular	360m	moins de 0,3m	0,4m	0,34	<0,5	Zone d'argile brune, altérée en général et d'argile blanche et brun jaunâtre en partie

quartz, moins 1,0 m de largeur et nombreux quartz mal continuels, moins de 0,2 m de largeur, montrant la direction NE-SW, EW et NNW-SSE. On extrait à présent en partie et on peut souhaiter la partie riche dans la zone bien que le résultat d'échantillon prélevé soit mal comme 0,48 g/t d'or.

La zone minéralisée de Sefa Nangue est située environ 2 km sud de Singue, se présentant dans le schiste provenant de la roche sédimentaire ou pyroclastique. On trouve cinq filons n° 1 - n° 5 dans le domaine de 950 m x 450 m. La direction est E-W et l'inclinaison va rapidement vers nord ou perpendiculaire. Le filon n° 1 est le plus grand, 1,2 m de largeur maximale, 0,95 m moyenne et environ 550 m de longueur. La longueur des filons n° 2 - n° 5 est entre 100 m et 260 m. On peut distinguer l'or natif à l'œil nu dans le filon n° 1 et n° 2. Le résultat d'analyse d'échantillon de n° 1 est 5,14 g/t d'or de largeur 1,8 m et celui de n° 2 est 43,5 g/t d'or.

D'ailleurs, les zones de Kongo Mbanga n° 1, de Kokolokou, de Kokolokou sud et de Déba sont environ 400 m de longueur et intéressantes.

L'or du placier est extrait un peu de sédiments du lit fluvial et de sédiments superficiels autour de la zone minéralisée.

Bien que l'on ne fasse pas l'étude tactique à cette année, mais on a trouvé quelques zones minéralisées comparativement grandes, par exemple, la zone des blocs de filon de quartz située au sud-ouest de la zone de Touré, située sur la colline au nord de Bolsi, la zone de filon de quartz et la zone des blocs de filon de quartz sur la pente de la colline au sud-ouest de la zone de Déba.

(2) Caractère de la minéralisation

La zone minéralisée est le type de filon de quartz hydrothermal formé le long de la fissure et la zone altérée autour de filon.

On observe le filon massif, tabulaire ou réticulaire, blanc ou blanc grisâtre accompagnant en partie le filon de quartz gris.

La largeur de filon de quartz est généralement moins de 2 m, mais elle est parfois très variée montrant 5,2 m de largeur maximum.

L'or natif observé à la zone de Sefa Nangue n° 1 et n° 2 et de Kokolokou se présente dans l'argile brun verdâtre clair adhérente

interieur des druses, dans le quartz semi-opaque près des druses, dans le quartz réticulaire aux druses et dans le filon de quartz massif et gris.

Les minéraux métallifères observés dans le filon de quartz sont l'or natif (contenant d'argent faible?), la pyrite, l'arsénopyrite, la sphalérite, la galène, la chalcopyrite, l'hématite, la goethite etc. L'or natif se présente indépendamment dans le quartz blanc ou il est entouré par l'arsénopyrite. On a trouvé, dans le bloc du filon, l'or natif, la tétradymite, l'hessite, la pyrrhotine, la tétraédrite-la tennantite etc.

Autour de filon de quartz, la zone altérée d'argile brune-brun clair, blanc jaunâtre et blanche est trouvée mais on ne trouve pas de zone silicifiée. L'assemblée des minéraux altérés de la zone d'argile sont quartz-kaolin, quartz-kaolin-séricite (2M₁) et quartz-montmorillonite-kaolin. Entre trois, les premières deux et le troisième se présente à la zone altérée dans la roche sédimentaire et l'andésite respectivement.

On peut considérer que l'or natif à la zone altérée d'argile est contenu au filon réticulaire de quartz ou filon fin d'argile à la roche altérée.

Par l'existence de l'arsénopyrite, la tétradymite et la pyrrhotine, on peut considérer la minéralisation mésothermale en partie à la région d'étude.

L'or du placer étant concentré dans les sédiments sur le lit du Sirba ou les sédiments partiels superficiels semble sortir de la zone altérée.

(3) Contrôle de la minéralisation

Le filon de quartz grand à la zone minéralisée hydrothermale montre la direction NNE-SSW, ENE-WSW et E-W correspondant bien à la direction du linéament dominant par l'analyse d'image de Landsat. La minéralisation était contrôlée par système de fissure et ne pas par schistosité de la roche mère, car la direction du filon coupe la schistosité obliquement.

La minéralisation d'or était quelque relation l'amas de gabbro, de

diorite granitique, ou le dyke de rhyolite traversant la zone minéralisée, près de la zone minéralisée ou du filon de quartz. Entre ces roches, le dyke de rhyolite semble avoir la relation plus étroite. Cependant, il n'est pas possible à conclure définitivement par l'étude présent.

La zone minéralisée et la zone de bloc de quartz principales se prolongent environs N50E de direction du nord-est au sud-ouest de la région. La direction correspond à celle du Birrimien qui se développe de la Burkina Faso au Niger et il est possible que la direction de la zone minéralisée est contrôlée par système de tectonique plus grande.

4-4 Le résultat d'exploration géochimique de sol

On a exécuté d'exploration géochimique de sol à la région de Touré (500-km²) et de Kakou-Bossey Bangou (1.000 km²).

On a prélevé des échantillon de sol et fourmilière quand on l'a trouvée, car on dit que la fourmilière est favorable pour l'échantillon géochimique (C.F. Gleeson et R. Pourin 1989). Nombre des échantillon est 2.009 au secteur de Touré, 4.096 au secteur de Kakou-Bangou et total 6.105. Par tout les résultats, on a fait l'analyse univariate et l'analyse des composants principaux afin de tirer l'anomalie géochimique.

L'anomalie géochimique d'or reflète bien la zone minéralisée et on a trouvé les anomalies d'or de Classe A sur tout les zones minéralisées excepté sur la zone de Déba (on a trouvé l'anomalie de B classe). Entre les anomalies trouvées sur la zone minéralisée, l'anomalie de Touré (6.230 ppb d'or en maximum), de Sefa Nangue du secteur Kakou-Bossey Bangou (7.970 ppb d'or en maximum) et de Kokoloukou sont comparativement large. L'anomalie d'or au nord-est de la zone de Déba est large (1.465 ppb d'or en maximum), se développant sur terrain de 1 km x 3 km, bien qu'elle se présente dehors de la zone bien minéralisée.

Les cinq anomalies d'or arangent le long du linéament (la faille No. 2 ENE-WSW) passant au nord de Touré qui reflètent les zones de Touré et Kongo Loudo. Par ailleurs, une anomalie d'or se situe dans une partie de la zone grande des blocs de quartz au est-sud-est de Tiambi (664 ppb d'or en maximum).

L'anomalie d'arsenic se présente, reflétant la zone minéralisée et superposant à celle d'or. On peut trouver, encore, une anomalie comparative large près d'environ 7,5 km est-sud-est de Dingabon.

Les anomalies de Cu, Zn, Cr, Sb et F superposent en général les éléments excepté l'or, ou se présentent indépendamment, quoiqu'elles reflètent partiellement l'anomalie d'or. Entre elles, un groupe des anomalies de cuivre et de zinc se trouve près d'est-sud-est de Pampoudi et près d'est-sud de Kakou respectivement.

Les anomalies de Cr, Sb et F se répandent au sud-est de Touré.

Les anomalies de Ag, Pt, Pb et Hg sont peu de remarquables.

4-5 Relation entre anomalies géochimiques et minéralisation

L'anomalie géochimique, trouvée par exploration géochimique, reflète bien la zone minéralisée, et l'anomalies de Au et As sont trouvées souvent à la région. Par conséquent, l'anomalie géochimique semble refléter la minéralisation hydrothermale d'or.

Les anomalies de Cu et Zn, superposant à celles de Au, reflètent aussi la minéralisation des Cu, Zn, et Au. Cependant, la relation entre minéralisation et anomalie qui se trouve indépendamment ou superpose aux autres éléments excepté Au, n'est pas encore claire.

L'anomalie de Cr, bien qu'elle partiellement superpose à celle de Au, n'a aucune relation à la minéralisation, et on peut considérer qu'elle est provenue de l'autre roche (la roche andésitique?).

Les anomalies de Sb et F se répandent largement à la région sud-est de Touré, la relation à la minéralisation n'est pas encore claire.

4-6 Potentialité d'existence des gisements filoniens de Au et de Ag

On trouve la zone de la minéralisation importante aux Kala, Kongo Mbanga, Kongo Loude et Touré dans le secteur de Touré, et aux Sefa Nangue, Kokoloukou, Kokoloukou sud et Déba dans le secteur de Kakou-Bossey Bangou. D'ailleurs, on trouve nombreux filons de quartz et zones des blocs de quartz.

On a exécuté l'exploration par sondage pour la zone minéralisée de Kokoloukou mais la condition de la zone inférieure et le prolongement de la

zone sont inconnues. Les autres zones minéralisées ne sont pas encore prospectées par sondage et on peut dire que les toutes sont jusqu'ici laissées. Par conséquent, il est possible que toutes les zones minéralisées se élargissent plus par l'exploration aux parties inférieures, aux prolongements et aux zones parallèles prévues. Entre les zones minéralisées déjà connues, la zone de Sefa Nangue est la plus grande sur la dimension occupée par filons de quartz et sur la teneur d'or (43,50 g/t). Les anomalies géochimiques d'or, classe A, se trouvent le long de cette zone.

L'anomalie dominante d'or se présente au nord-est de la zone de Déba (1.465 ppb/Au maximum). On peut considérer que ce secteur a la potentialité haute, car l'anomalie de classe A se présente au nord-est et sud-ouest de la zone de Déba.

La zone minéralisée de Kongo Mbanga a aussi la potentialité satisfaisante en considération que on trouve l'anomalie géochimique dominante, et la zone minéralisée de Mbanga est située pas loin (dehors de la région d'étude).

La zone minéralisée de Touré est comparativement large, mais la continuité du filon de quartz n'est pas suffisante et le résultat d'analyse d'échantillon est ni riche (0,48 g/t Au). Par contre, les cinq anomalies d'or arrangeant le long de la faille (direction ENE-WSW) se situent nord et est-nord-est de la zone Touré, et on peut prévoir la zone minéralisée contrôlée par cette faille.

Par filons de quartz et par les zones des blocs de quartz trouvées largement au est-sud-est de Tiambi et par l'anomalie d'or en partie trouvée, on peut prévoir la possibilité de la minéralisation.

Comme exposé ci-dessus, on a montrée certains secteurs favorables pour la minéralisation d'or, d'ailleurs on peut espérer quelque secteurs favorables près des zones déjà connues, aux prolongements, aux certains points d'anomalie haute etc.

Dehors de la région étudiée cette année, on trouve des zones minéralisées, six points sud-ouest et un point nord-est du secteur de Touré. On doit, par conséquent, continuer l'exploration géologique et géochimique pour ces zones.

Chapitre 5 Conclusion et Commentaire

5-1 Conclusion

L'étude était exécutée par l'analyse d'image de Landsat et l'étude géologique et géochimique. L'objectif est la découverte des secteurs potentiels hauts pour gisement d'or dans la région, par l'études globales de géologie, de la relation entre tectonique et minéralisation et de la caractère géochimique etc.

(1) Géology et tectonique

La géologie à la région est constituée par groupe birrimien (l'inférieur: la roche magmatique basique en principe et le supérieur: la roche argileuse en principe), la roche granitique syntectonique (la granite schisteuse - la diorite granitique), la roche granitique post-tectonique (la roche granitique - la diorite granitique), la roche intrusive (le basalte, la dolérite, la dacite et la rhyolite) et la latérite.

La tectonique est caractérisée, par l'analyse d'image de Landsat et l'étude géologique, par structure du plissement ondulant. La faille dominante montre la direction de E-W, NE-SW et NNE-SSW. Les premières deux apparaissent comme les failles conjuguées.

(2) Zone de la minéralisation

Les zones de la minéralisation importantes sont la zone de Kala, de Kongo Mbang, de Kongo Loudo et de Touré dans le secteur de Touré et la zone de Sefa Nangue, de Kokoloukou, de Kokoloukou Sud et de Déba dans le secteur de Kakou-Bossey Bangou.

La zone minéralisée la plus grande est celle de Sefa Nangue, ayant la superficie de 950 m. x 450 m. Les cinq filons de quartz dominants se situent dans la zone, montrant la direction E-W et l'inclination perpendiculaire ou tombée rapide vers nord. Le filon de quartz le plus grand a 0,95 m de largeur moyenne, environ 500 m de longueur. Le résultat d'analyse d'échantillon est 43,50 g/t d'or.

La zone minéralisée et altérée se situe au domaine de 850 m x 500 m dans la zone de Touré mais les filons appartenus sont petits et le résultat d'analyse chimique n'est pas suffisant.

Par ailleurs, on peut estimer la zone minéralisée de Kongo Mbanga, de Kokoloukou, de Kokoloukou sud et de Déba en raison de la longueur assez environ 400 m. Ces zones sont composées par filons de quartz et zones altérées.

Les minéraux métallifères dans le filon sont, l'or natif (contenant l'argent faible ?), la pyrite, l'arsénopyrite, la sphalérite, la galène, la chalcopyrite, l'hématite la goethite etc. L'or natif se présente dans le filon, indépendamment ou il est entouré par arsénopyrite. La tétradymite, l'hessite, la pyrrhotine et la tétraédrite- la tennantite sont aussi observées dans les blocs de quartz.

L'or natif dans la zone altérée argileuse est contenu, on considère, dans filonnettes réticulaires et argileuse.

L'existence de pyrrhotine, tétradymite et arsénopyrite peuvent montrer la minéralisation mésothermale. La direction de NNE-SSW, ENE-WSW et EW de filon de quartz dominant correspond bien au linéament dominant, mais elle coupe la schistosité de la roche mère. Par conséquent, la zone minéralisée est contrôlée par système de fissures à la région et ne pas contrôlée par schistosité.

Entre les roches magmatiques, la rhyolite peut avoir la relation plus étroite à la minéralisation d'or mais on ne peut pas encore conclure définitivement.

(3) Résultat d'exploration géochimique

Les éléments Au et As reflètent mieux la minéralisation à la région et les anomalies de Cu et Zn sont sans doute accompagnées de la minéralisation d'or. Les autres éléments, cependant, reflètent peu la minéralisation.

L'anomalie de As avec Au reflète bien la zone minéralisée et superpose toujours à la zone.

Les anomalies fortes, reflétant les zones minéralisées, se présentent aux Kongo Mbanga, Sefa Nangue, Kokoloukou (7970 ppb, en maximum à Sefa Nangou).

L'anomalie d'or dominant dehors de la zone minéralisée se situe au nord-est de Déba, ayant la superficie d'environ 1 km x 3 km.

Les anomalies intéressantes, bien qu'elles montrent la valeur base, sont cinq anomalies arrangeant le long du linéament (direction ENE-WSW) au nord de la zone de Touré et une partie du filon de quartz grand au est-sud-est de Tiambi.

(4) Secteurs plus favorables pour gisement d'or

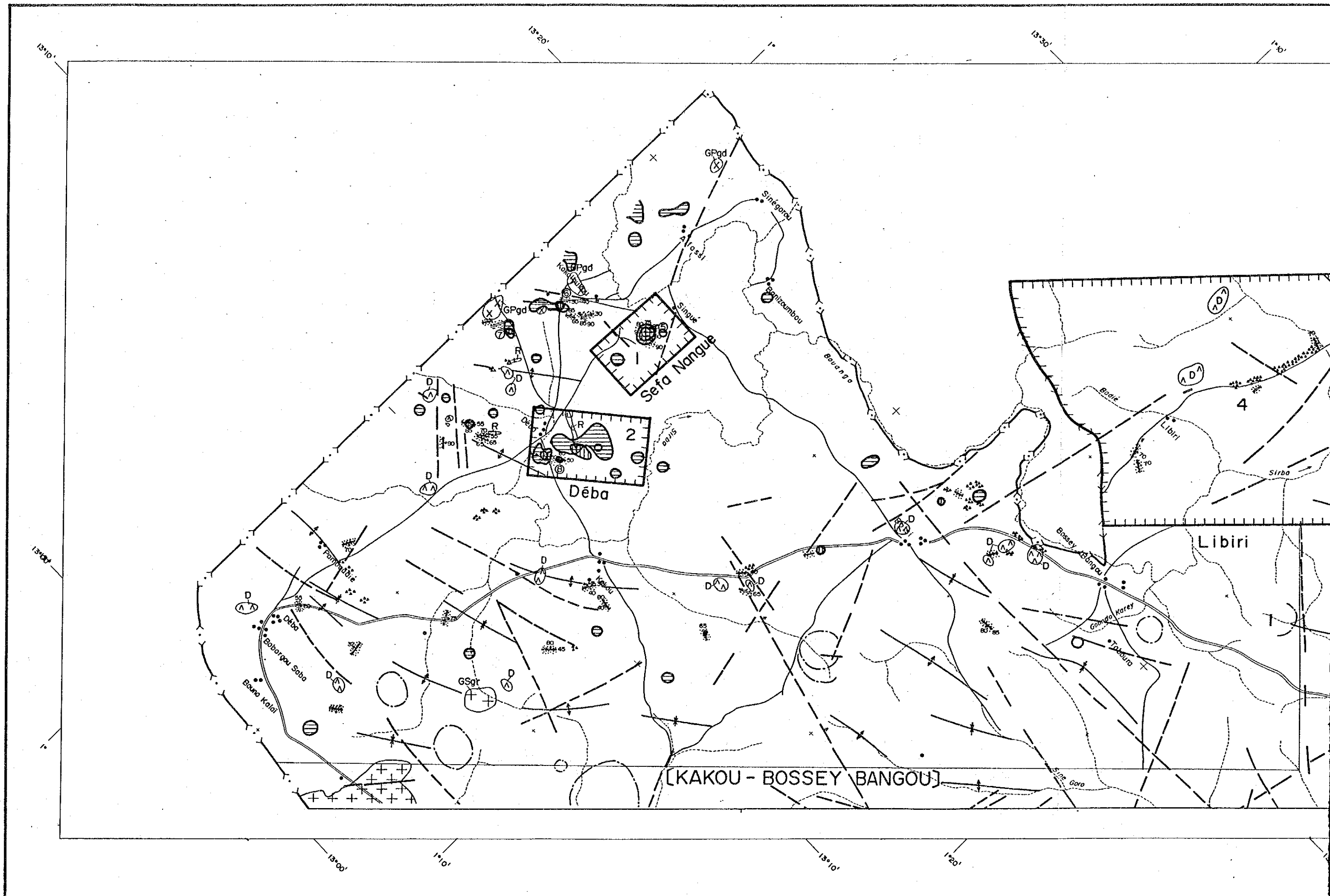
- (1) La zone minéralisée de Sefa Nangue; la zone la plus grande dans la région est considérée d'avoir la potentialité haute d'existence de gisement.
- (2) Le secteur de Déba; on a trouvé la zone anormale forte d'or et on peut espérer quelques gisements blindés.
- (3) Le secteur Mbanga; on trouve la zone minéralisée de Kongo Mbanga et la zone minéralisée de Mbanga, ouest de celle-là, en dehors de la région d'étude. D'ailleurs, on espère aussi des gisements blindés.
- (4) Le secteur ouest de Touré; les cinq anomalies géochimiques d'or se situent le long du linéament (la faille No. 2), et on peut espérer des zones minéralisées d'or le long de la faille.
- (5) Le secteur Tiambi; les filons de quartz et les zones des blocs de quartz ayant certaines anomalies d'or sont trouvées.
- (6) Le secteur Libiri; c'est la région inexplorée sud-ouest de Touré où six zones minéralisée se situent.

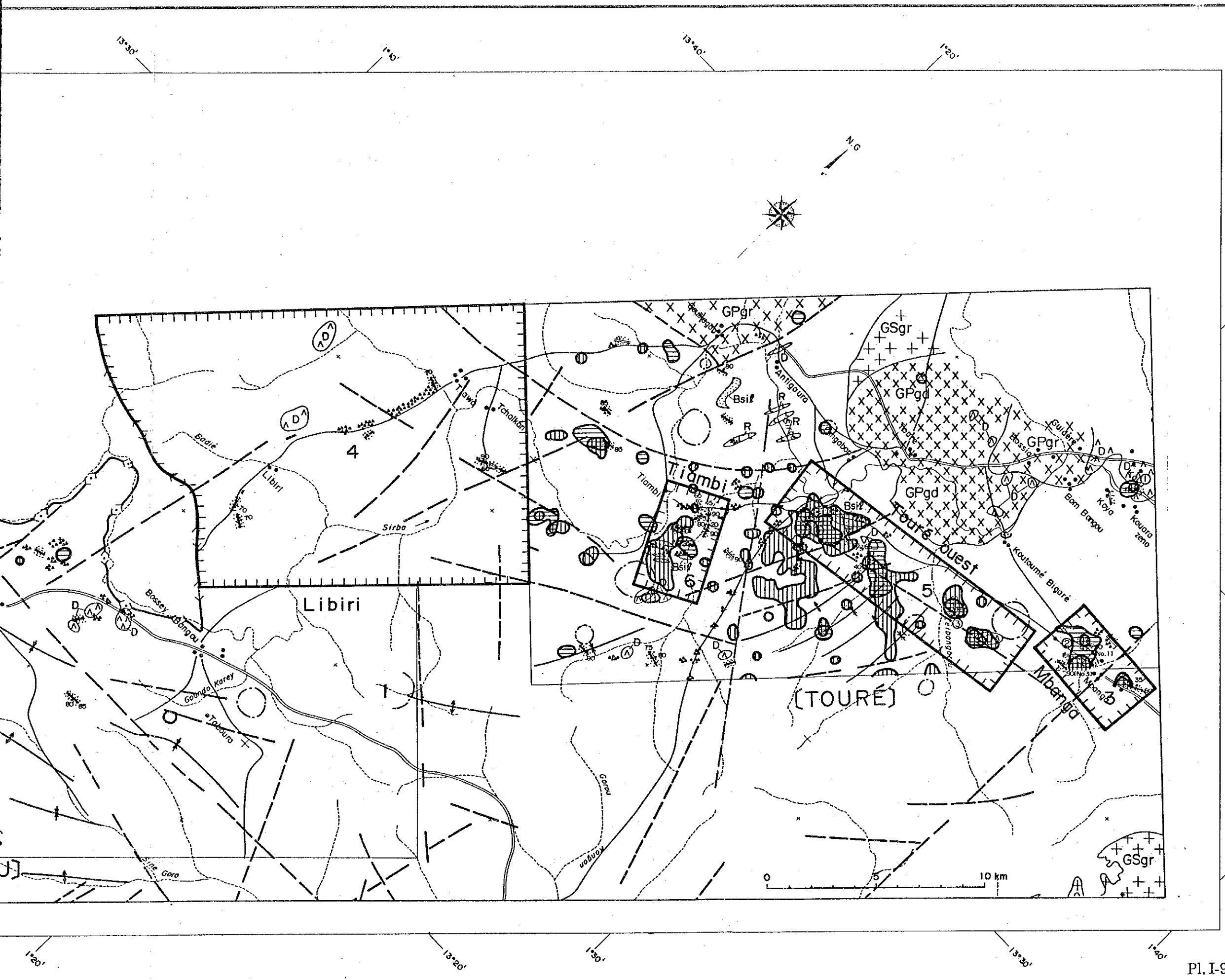
5-2 Commentaire pour la deuxième année

L'étude plus détaillée et tactique pour les secteurs favorables estimés par l'étude de 1989 est très importante.

Nous montrons les secteurs favorables par l'ordre d'importance avec objectifs et méthodes nécessaires comme suivant:

Ordre	Secteur	Méthode	Objectif
1	Sefa Nangou	Etude géologique et géochimique détaillée, Sondages.	Délinéation de gisement.
2	Déba nord	Etude géochimique détaillée et géophysique.	Exploration pour anomalies d'or
3	Mbanga	Etude géochimique détaillée et géophysique.	Exploration à prolongement de zone minéralisée et de zone parallèle prévue.
4	Libiri	Etude géologique semi-détaillée et géochimique	Sélection du terrain plus favorable.
5	Touré ouest	Etude géologique détaillée et géochimique semi-détaillée.	Etude de minéralisation d'or le long de fissures.
6	Tiambi	Etude géologique détaillée et géochimique détaillée.	Etude de zone de blocs de quartz et étude pour anomalies d'or.





LEGENDE

- LL R Ryolite
- AA D Dolérite
- GPv Grandiorites à amphibole et biotite
- GPg Granites à biotite et amphibole
- GSr Granites syncinématiques
- Groupe Birrimien (Roche pelitique, Amphibolite, Andésite)
- Linéament (faille)
- Structure de circulaire
- Axe anticlinal
- Axe synclinal
- Filon de quartz et zones altérées
- Blocs de filon de quartz
- Roche siliceuses
- Or du placier

Gisement

- 1 Kala
- 2 Kongo Mbanga
- 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 facteurtime)
- Secteurs plus favorables pour gisement d'or

- 1 : Sefa Nangue
- 2 : Déba
- 3 : Mbanga
- 4 : Libiri
- 5 : Touré ouest
- 6 : Tianbi

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

Partie II Détails

Partie II Détails

Chapitre 1 L'analyse de l'image de Landsat

1-1 Introduction

En utilisant l'image de Landsat, montrée à Pl. II-1, on a effectué l'analyse, comme l'analyse de photographie aérienne, afin de obtenir les renseignements géologique. Le résultat d'analyse était très utile pour l'index d'étude dans la brousse et pour l'étude de l'exploration.

1-2 Méthode d'analyse

Nous avons employé l'image de Landsat comme suivant:

- a) Path-row: 193-051;
- b) Echelle: 1: 100,000;
- c) Prise de Vue: 3 février 1988.

La composition des couleurs est l'image de "false color" et le bandeau standard rouge·vert·bleu = 7·5·4 est attribué rouge·vert·bleu = 7/6·5/4·6/4 à l'image du ratio.

L'analyse est exécutée par l'ordre suivant;

- (1) La région d'étude est divisée en certaines unités par l'image de "false color".

Les bases d'analyse sont a) tonalité, b) finesse, c) schistosité et strate, d) figure, e) étendu f) système fluviale. Total unités employée sont 16. En même temps, le linéament et la structure circulaire sont tirés. Pour les travaux, l'image du ratio est aussi employée supplémentairement.

- (2) Le résultat obtenu est comparé à la carte géologique de E. Machens (1967), chaque unité d'image est estimée et les points pour "ground-trace" sont décidés.

- (3) Le résultat ci-dessus est analysé globalement avec le résultat d'analyse de la photographie aérienne et résultat d'étude au terrain pour établir l'image de la tectonique géologique de la région.

1-3 Résultat d'analyse

- (1) Estimation des unités d'image

Table II-1 montre les bases d'analyses d'image et Pl. II-2, Ct. 1, montrent la carte d'analyse.

- (a) L'unité d'image L (La chaîne de direction)

La chaîne de direction se prolonge du centre au nord à la région. Il montre une tonalité caractéristique, vert foncé (l'image de "false color"), distinguée facilement.

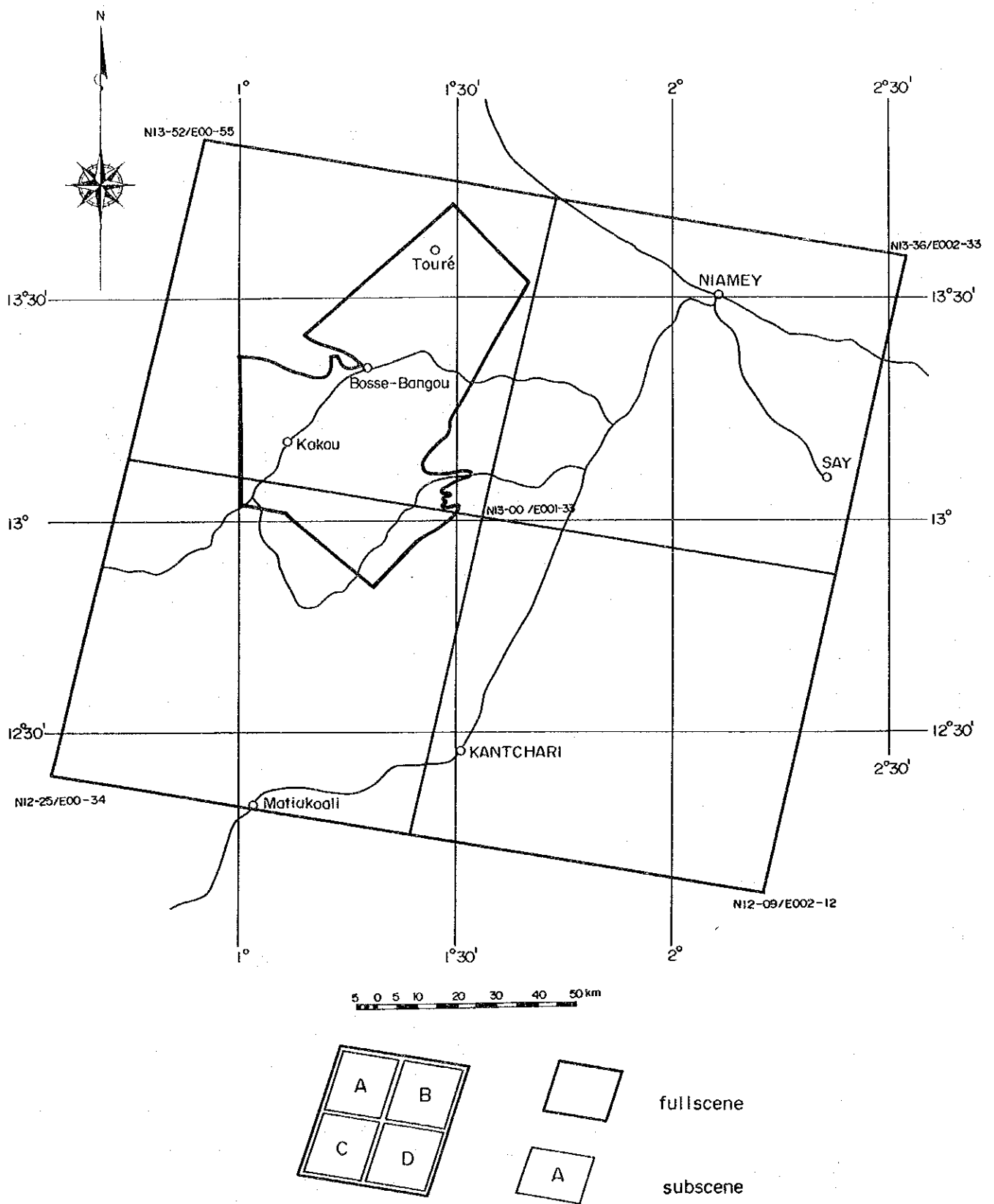
Elle forme la colline comme plateau levé. Au centre de la région, elle s'assemble et montre la distribution comme l'îles. Le groupe des collines est la chaîne de direction formé par l'érosion différentielle et il est composé par plissement complexe, par comparaison à la tectonique de plissement au centre et à l'extrémité sud (tout les deux sont dehors la région d'étude) dans la sub-scène.

- (b) L'unité L'image L-B (La chaîne de direction, tertiaire?)

Elle se développe au nord de la région abondamment. Bien qu'elle ait la caractère presque même de l'image L, elle peut être distinguée par tonalité faible et brun clair, par distribution irrégulière et par tectonique peu claire.

On peut considérer, par caractère globale, qu'elle est la chaîne de direction plus érodée. E. Machens (1967) l'a classifié en partie au Continental terminal.

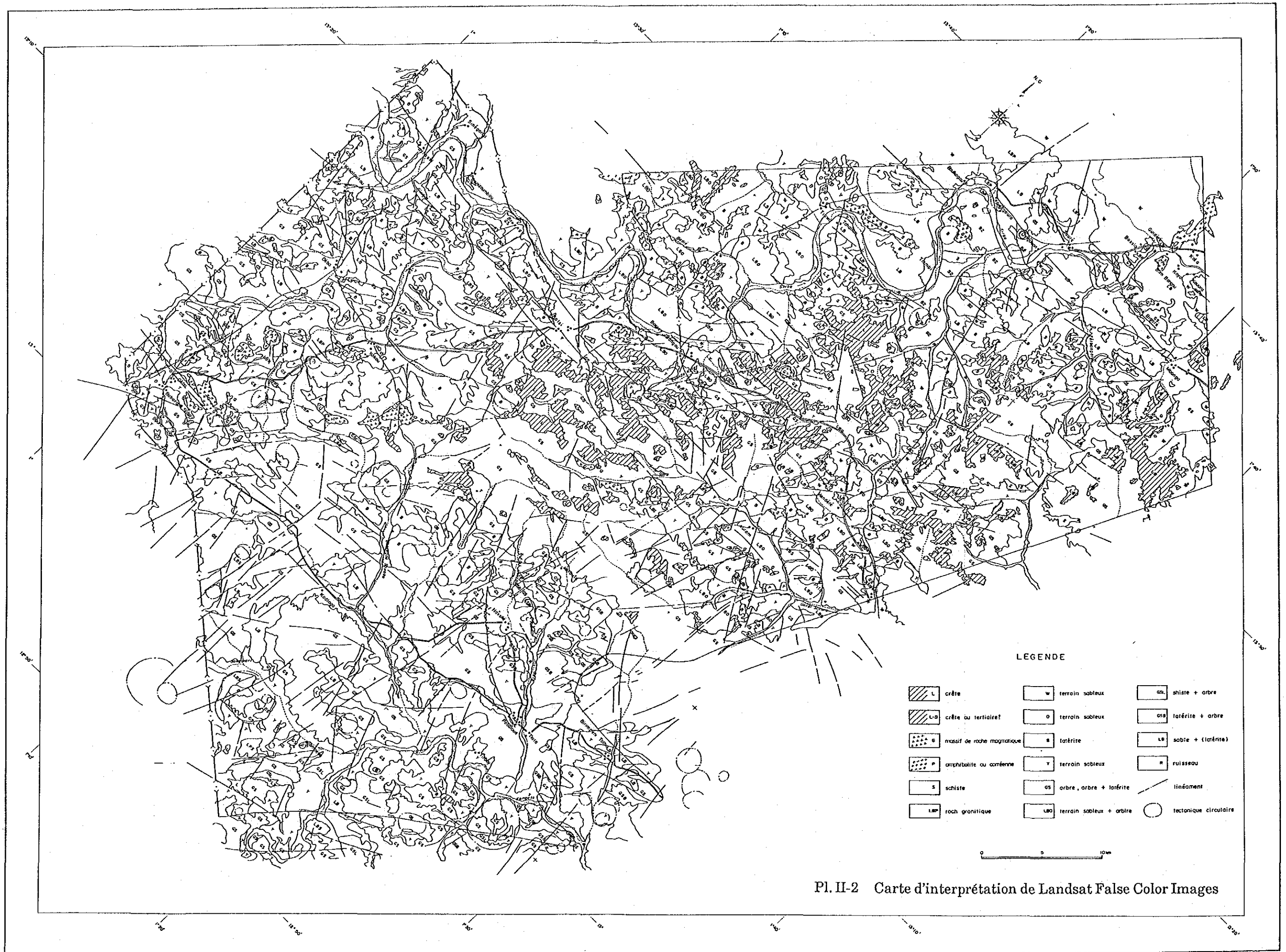
D'ailleurs, nous avons confirmé que l'unité d'image L et L-B est le sommet plan latéritisé, couvert par flore comparativement dense.



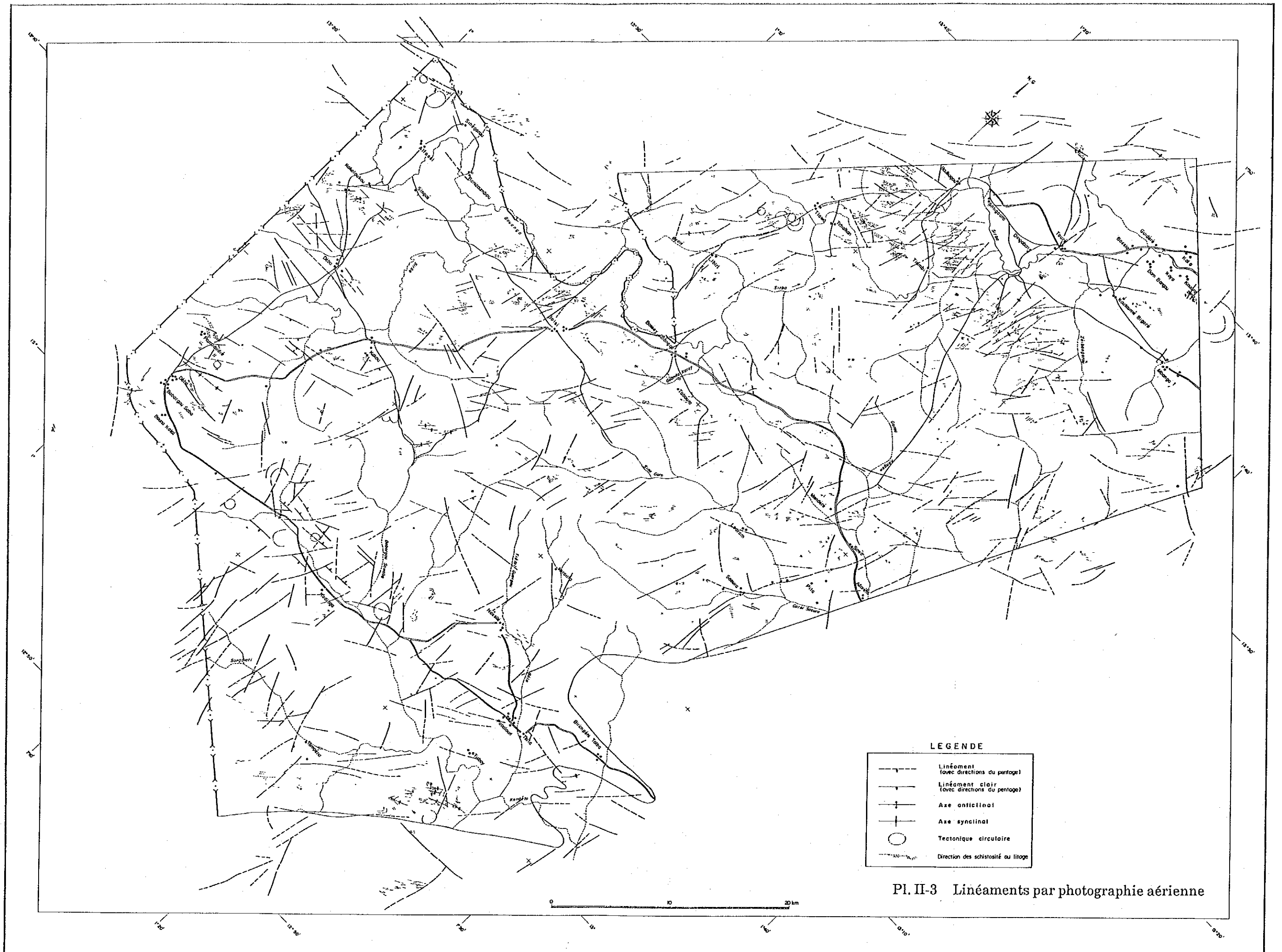
Pl.-II-1 Carte d'index de Landsat Images

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

Abréviation	Tonalité	Finesse	Liniéament	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	Schiste	
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 latéritisée
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	
LBO	Brun clair orangéâtre	Lisse - taché	-		Grand - Petit	Dendritique	Orange	Terrain sableux + arbre	
GSL	Vert brunâtre	Granulaire + linéaire	+		Grand - Petit	Parallèle	Bleu foncé orange	Schiste + 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	



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 ou litage

Pl. II-3 Linéaments par photographie aérienne

0 10 20 km

(c) L'unité d'image G (Roche magmatique)

La finesse rugueuse de l'unité montre l'inserberg isolé (le reste du plateau érodé), parfois l'inserberg continue le long de direction et forme la figure semblable à la chaîne de direction. Dans ce cas, l'unité d'image G arrange, de chaque côté d'axe de plissement déduit de la chaîne, elle est aussi distinguée au centre de la tectonique circulaire. Par l'étude sur le terrain, l'unité d'image G correspond à l'amphibolite, la lave andésitique - basaltique et l'intrusion petite de la granite, mais il est difficile à distinguer exactement une entre trois par seule d'image de Landsat.

(d) L'unité d'image S (Le schiste)

Elle est caractérisée par linéament. Le linéament à l'image est complètement correspondant au résultat étudié sur le terrain.

(e) L'unité d'image LBP (Le groupe granitique)

Elle est caractéristique par tonalité brun clair roseâtre et par système cercle fluviale, correspondant la granite près de Touré et de Boukagou.

(f) L'unité d'image P (L'amphibolite, la cornéenne)

Elle entoure la bordure de granite (e) au nord de la région et montre tectoniques circulaires et isolées au ouest. Par l'étude sur terrain, celle-là est l'affleurement de la cornéenne, et celle-ci correspond à l'amphibolite.

(g) Les autres

Par les unités autres d'image, le terrain sableux montre la tonalité blanche, la flore a la tonalité verte et la latérite a la tonalité brune comme confirmée par l'étude sur terrain. La com-

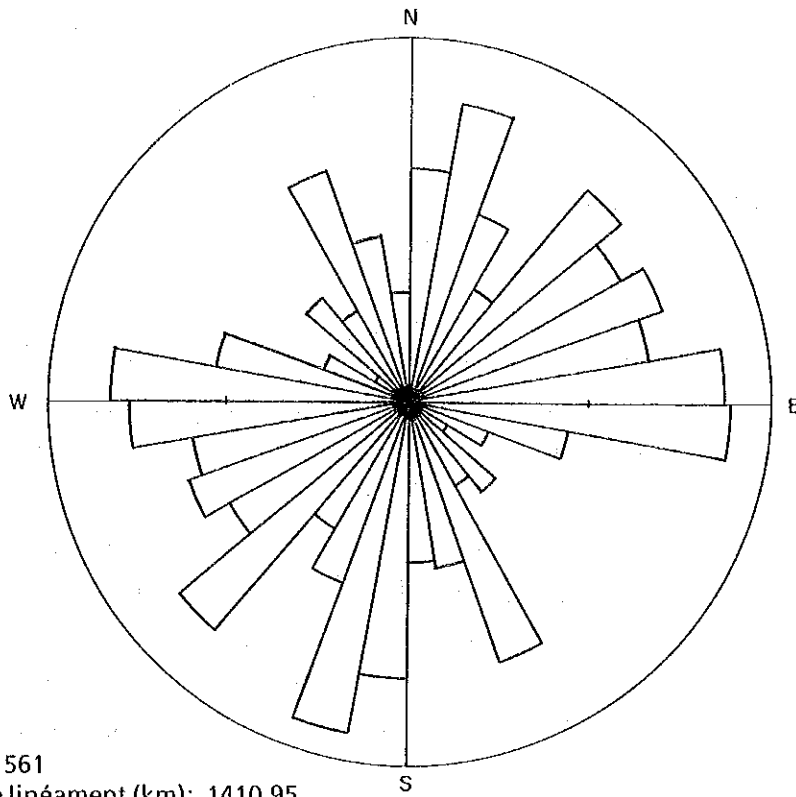
binisation des unités différentes peut parfois être observée (W, O, B, Y, GS, LBO, GSM, LB). Il est difficile les correspondre à la géologie sur terrain, mais l'unité O montre parfois l'existence de la roche basique. Le groupe de tectonique circulaire, ayant le diamètre environ 1 km dans l'unité Y montre la distribution de granite.

(2) Linéament

Pl. II-2 et 3 montrent l'image de Landsat, Pl. II-4 montrent le linéament par l'analyse de photographie aérienne employée de la méthode de "diagramme de rose", classifiant la direction par dix degrés. Cette diagramme présente la fréquence de linéament dans la hémisphère nord et la distance totale dans la hémisphère sud. On peut conclure par cette total longueur comme suivant:

- (a) La linéament se développe presque homogènement à la région entière et la densité n'est pas différente par facies de roches.
- (b) La direction du lineament à l'image de Landsat est généralement NNE-SSW, NE-SW et E-W, et un peu de NNW-SSE, et rare de NW-SE.
- (c) Par contre, sur la photographie aérienne, le linéament NNE-SSW est dominant et NE-SW est faible. Le linéament E-W, NNW-SSE est, bien qu'il soit dominant dans l'image de Landsat, peu observé. En comparaison de la photographie aérienne, l'image de Landsat tend à tirer seulement la linéament grand et on peut considérer que les linéaments E-S, NNW-SSE et une partie de NE-SW sont fissures coparativement grandes.
- (d) On peut distinguer parfois que certain linéament E-W a tendance à déplacer à gauche (On peut observer que la faille n° 1 à Ct. 3 et Pl. I-7 coupe la chaîne de direction). Par ce-là, le linéament E-W (déplace à gauche) et NE-SW (déplace à droit?) peut présenter une système de faille formée dans le domaine de stress régional ayant l'axis principal ENE-SSW.
- (e) Certain linéament NNE-SSW contrôle l'arrangement de granite de base (n° 2, 3, 6, 8), étant sans doute la faille comparativement grande.

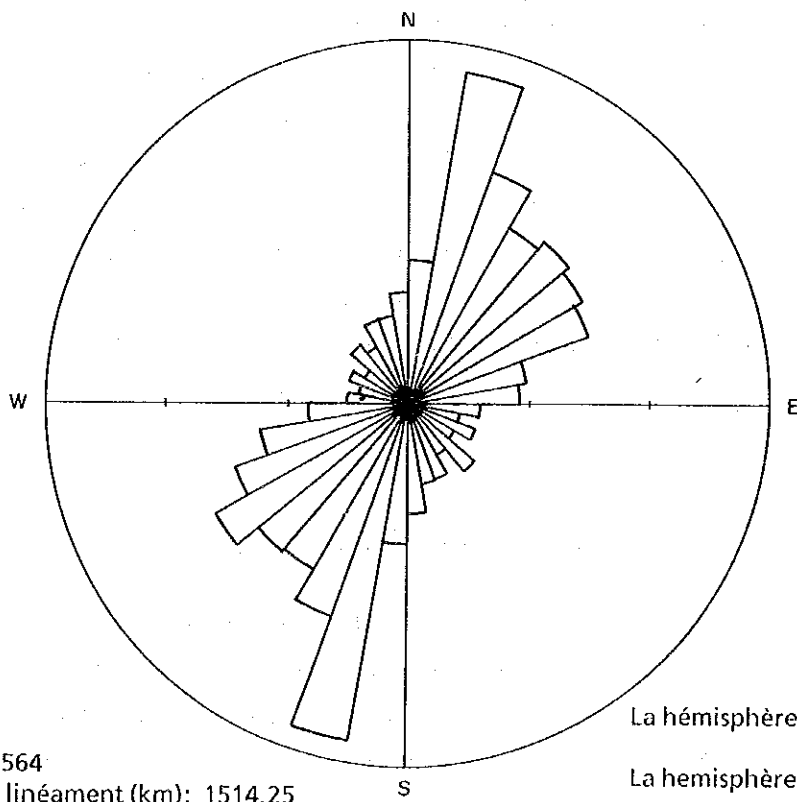
Image de Landsat



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 (%)

0 5 10 15 (%)

Pl. II-4 Diagramme de rose

Chapitre 2 Etude Géologique

2-1 Géologie

La carte géologique et le profile de la région générale sont montrées aux Pl. I-6, Ct. 3, ceux des secteurs Kakou et Bossey Bangou à Ct. 4 et ceux du secteur de Touré à Ct. 5. La colonne géologique idéale est montrée à Pl. I-5.

La géologie de la région d'étude est constituée du groupe birrimien appartenu de la proterozoïque plus inférieure, de la roche granitique syn-tectonique, de la roche granitique post-tectonique appartenu de la proterozoïque inférieure, de la roche intrusive traversante les roches précitées, de la latérite de tertiaire? - présent et de l'alluvion récente.

2-1-1 Le groupe birrimien

On peut trouver le prototype du groupe birrimien à la vallée Birrim au nord-ouest de Ghana qui se situe très loin de sud-ouest de la région d'étude. Le sédiments constituant la base géologique à notre région peut exactement correspondre au groupe birrimien prototypique par deux épisodes géologiques - le facies thermique (Liberien et Eburnien) qui arrivaient à la proterozoïque inférieure dans la région large de Baule - Mossi.

Le groupe birrimien à notre région est caractérisé par la roche argileuse avec la roche magmatique basique-neutre à la moitié inférieure et il montre un peu de différence sur pétrographie et tectonique selon chaque secteur.

1. La pétrographie

(1) Le secteur de Kakou et de Bossey Bangou

Le groupe birrimien aux secteurs est en général constitué de la roche magmatique neutre - basique comme gabbro et amphibolite inférieur et de la roche clastique et sédimentaire comme argilite supérieure.

D'ailleurs, on trouve aux tout horizons la lave andéstique.

(a) L'amphibolite et le gabbro

L'amphibolite se présente à la zone ayant 7 - 8 km de largeur et ENE-WSW de direction de Baborgou Saba à Karolokia Tonda via Kakou. Le prolongement peut atteindre à Saoura via sud Bossey Bangou (par analyse d'image de Landsat). Cette roche est généralement solide et forme l'inselberg resté d'érosion. L'apparence est en grain fin - moyen, vert foncé - noir grisâtre, est souvent massive. On peut observer quelquefois la structure rubanée par arrangement de hornblende commune dans la pâte blanche. Le gabbro se présente accompagné par l'amphibolite. (il est possible que la plupart d'amphibolite fût provenue de gabbro par métamorphisme). La roche, traversée d'amphibolite concordante, est métamorphosée de contact, et l'andalousite et la tache blanche sont observées. L'apparence de gabbro est en grain fin - moyen, et il est difficile à distinguer de amphibolite par presque même apparence (nous n'avons pas divisé ces deux roches à la carte géologique). Sous microscope le gabbro typique est comme suivant:

Nomenclature : le gabbro à hornblende commune

Numéro d'échantillon: RC: 87

Localité : 6 km sud-est de Kakou

Caractère : Roche massive, vert foncé à l'oeil nu.

Les minéraux sont la hornblende commune > la plagioclase >> les minéraux opaques > la titanite. La hornblende commune est 0,2 - 1,5 mm en grain, semi-idiomorphe - allotriomorphe et tabular, présente la pléochroïsme brun clair - vert/gris verdâtre, contenant les minéraux opaques et la titanite. Elle change quelquefois à la chlorite par métamorphisme forte. La plagioclase est 0,1 - 10 mm, semi-idiomorphe - allotriomorphe et montre la macle d'albite. Presque tout est saussurite epidotisée. Les minéraux accessoires sont moins de 0,4 mm et en général entourées par hornblende commune.

(b) La roche sédimentaire

Elle se présente largement à notre région. On ne peut pas distinguer la pétrographie et la tectonique en raison du affleurement répandu et l'érosion très forte, mais on estime que la roche est généralement argileuse et accompagne celle sableux. La roche argileuse est violette, brune, brun clair et jaune clair, et la structure schisteuse bien développe. On peut parfois observer des lamelles fines. Elle alternate avec des couches minces sableuses et présente globalement l'apparence de flysh. La roche sableuse montre alternative avec la roche argileuse, la structure schisteuse et en partie granulo-classement verticale. Quand elle est intercalée, la différence de tuf est tellement difficile qu'on a montrée ensamble dans la carte géologique.

(c) La roche pyroclastique

Elle se présente généralement avec andécite ultérieurement décrit, et quelquefois elle est intercalée indépendamment dans la roche argileuse. L'apparence de la roche fraîche est vert grisâtre, mais généralement elle est très altérée et montre brun clair et brun rougeâtre. La structure schisteuse est plus ou moins observée. On peut facilement décider qu'elle est la roche pyroclastique quand on trouve des lapillis dans la roche, mais la distinction avec la roche sableuse est en général difficile. Par pétrographie elle est le tuf - le tuf à lapilli, et un peu la brèche tufacée. Sous microscope, la caractère est comme suivant:

Nomenclature : le tuf à lapilli andéstique (roche verte)
Numéro d'échantillon: RC: 135
Localité : le lit fluvial, 500 m sud-ouest de la zone minéralisée de Sefa Nangue
Caractère : le schiste vert (vert grisâtre à l'oeil nu). Elle contient des morceaux d'andesite - de pumite, de roche siliceuse et des plagioclase > les minéraux mafiques. La matrice est composée par la chlorite > le plagioclase > la calcite > la titanite. Le morceaux d'andésite a environ 2 cm de diamètre, la

structure fine sans phénocrystal (on ne peut pas distinguer des phénocrystal même contenu, par remplacement des minéraux altérés). Le plagioclase de pâte de morceau montre la structure fluidale. La pumite est presque même dimension d'andésite et composée des minéraux de silice microlitique. Le plagioclase a 0,1 - 3 mm de largeur contenant calcite, préhnite et chlorite. Les minéraux mafiques sont impossible à distinguer par remplacement de chlorite, calcite et titanite.

(d) L'andésite

Elle est dispersée comme petits massifs 1 - 3 km de longueur dans tout la région. L'apparence est en grain fin, compact et vert grisâtre ou vert foncé. Elle accompagne souvent la roche métagène et elle est en général appartenue à lave. Sous microscope, elle est comme suivant:

Nomenclature : l'andésite (roche verte).

Numéro d'échantillon: RA: 63 de Sefa Nangue (même RC: 135)

Localité : le lit fluvial, sud-ouest de la zone minéralisée

Caractère : la roche en grain fin, compact, vert grisâtre à l'oeil nu et amygdaloïde, sans phénocrystal. Les minéraux observés sous microscope sont la chlorite > le plagioclase > la calcite > le rutile. La chlorite est 0,01 - 0,05 mm, allotriomorphe - semi-idiomorphe, présente la pleochroïsme forte ayant la couleur vert clair à axe Z. Le plagioclase a 0,01 - 0,02 mm, la structure granulaire. La calcite a 0,01 - 0,05 mm, allotriomorphe. Le rutile a moins de 0,001 mm et souvent se rassemble.

(2) Le secteur de Touré

Le Birrimien du secteur de Touré est divisé en deux parties inférieure et supérieure. L'andésite basique (le facies d'amphibolite - le facies non-métamorphique) est dominante à l'inférieure avec la roche sédimentaire. Au point de vue globale, plus le niveau est profond,

pus le facies de métamorphisme est haute. La partie supérieure est composée généralement de roche sédimentaire intercalée au moins par trois couches de pyroclastique.

La partie inférieure

(a) L'andésite basique

On peut distinguer deux types, l'un est l'amphibolite métamorphosée comparativement forte et l'autre est la roche peu métamorphosée. L'amphibolite se présente au côté nord de la ligne passant à Antigoura et à Dingabon. Elle est vert foncé - gris noir verdâtre montrant la structure schisteuse remarquable. On peut trouver la hornblende de 1 cm de diamètre à l'oeil nu. Souvent, les hornblendes de couleur différente arangent alternativement avec plusieurs dizaine centimètre d'épaisseur. Cette roche est sans doute provenue de pyroclastique. Sous microscope, cette andésite est comme suivant:

Nomenclature : l'amphibolite

Numéro d'échantillon: RC: 239

Localité : 5 km nord de Antigoura

Caractère : l'amphibolite forte schisteuse, gris noir verdâtre. Les porphyroblastes sont la hornblende commune >> le quartz >> la biotite > les minéraux opaques. La hornblende commune est 0,5 mm - 1,2 mm, la pléochroïsme forte montrant vert clair - vert à axe Z, et contient les minéraux opaques. Le quartz est 0,02 - 0,05 mm en grain et allotriomorphe. Le quartz obture entre des grains de hornblende, ou est contenu dans hornblende. La biotite est 0,02 - 0,03 mm de longueur, allotriomorphe montrant la pléochroïsme forte, brun à axe Z. La pâte est composée par la hornblende commune > le plagioclase >> le quartz >> les minéraux opaques > le rutile > l'épidote. La hornblende commune est 0,01 - 0,02 mm prismatique, idiomorphe - semi-idiomorphe. Le plagioclase est 0,005 - 0,01 mm en grain sans structure zonal et macles, 50 - 70% de An. Le rutile est 0,001 mm en grain. L'épidote est moins de 0,01 mm, irrégulier et toujours entouré par rutile.

L'andésite basique (la roche verte - la roche non-métamorphique) se situe à la zone sud de l'amphibolite et aussi au secteur de Koutoumé Bigaré jusqu'au secteur de Koya. Elle montre vert-grisâtre - vert foncé et contient presque même quantité de coulée de lave et de pyroclastique. La coulée de lave souvent contient des pyroxènes moins de 5 mm, repandues dans la pâte, et elle montre aussi souvent la structure d'autobrèchiforme. On peut trouver, au nord de Tiambi ou au sud-ouest de Boulkagou, les affleurements composés par blocs de cette roche sphérique, grosse de 10 - 30 cm. Il est possible qu'elle soit la lave en oreiller. La roche pyroclastique montre couleur un peu plus claire que celle de lave. La brèche tufacée et la brèche volcanique sont constituées par graviers andéstiques fortement solidifiés par pâte et la solidité de gravier est même de pâte. Ces deux roches et la roche d'autobrèchiforme ne peuvent pas être distinguer quand la pâte est insuffisante. Ces roches sont généralement massives, mais souvent montrent la structure schisteuse au secteur de Touré jusqu'au secteur nord de Tiambi. Elles sont métamor-phosées un peu hautes, 1 km est de Touré, montrant le facies de schiste vert. Sous microscope, la lave est observée comme suivant:

Nomenclature : l'andésite à deux pyroxènes et hornblende
(lave d'autobrèchiforme)

Numéro d'échantillon: RC 261

Localité : 3 km sud de Antigoura

Caractère : A l'oeil nu, elle est la lave d'autobrèchiforme solidifiée par morceaux d'andésite à pyroxène brun foncé et pâte de même caractère, ayant le plagioclase > l'augite = l'hypersthène >> la magnétite. Le plagioclase est 0,3 - 1,0 mm, idiomorphe - semi-idiomorphe, parfois on peut observer la saussurite. L'augite et l'hypersthène sont 0,3 - 2,0 mm, idiomorphe - semi-idiomorphe, emplacements en partie par calcite, épidote et minéraux argileux cryptogéniques. La pâte est composée par plagioclase, mésostasis et minéraux mafiques, montrant la structure intersertale.

(b) La roche sédimentaire

Cette roche se présente à la zone sud de Boulkagou jusqu'à Koutoumé Bigaré, intercalée par roche andésitique, et elle est en général l'argilite noir grisâtre, gris foncé, brun violacé et brun grisâtre. La structure schisteuse est plus ou moins observée, parfois on peut trouver les lamelles sédimentaires et distinguer la direction et l'inclination de couche. La roche argileuse et siliceuse est intercalée dans la roche au sud-ouest de Boulkagou.

La partie supérieure

La roche argileuse est dominante et intercale trois couches de tuf. La pétrographie de la roche argileuse et de tuf est semblable à celle du secteur de Kakou-Bassey Bangou.

2. La composition chimique des roches volcaniques

On montre la composition totale de la roche à Table-II-2, la figure de $\text{SiO}_2-(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$, dessinée par à Pl-II-5 et la figure $\text{MgO}:\text{FeO}:(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$ à Pl. II-6. Comme mentionné ci-dessus, la roche volcanique est plus ou moins altérée ou métamorphosée. Par altération et métamorphisme, les éléments originaires déplacent sans aucune doute. Mais nous interprétons à supposer que ce déplacement n'arrivassent pas, car nous ne pouvons pas savoir la composition chimique de la roche originaire.

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

On peut employer la méthode de E.A.K. Niddlemost (1972) pour classification de la roche volcanique (particulièrement de roche alcaline et de non-alkaline) par composition totale. Par figure de cette méthode, entre roches volcaniques analysées, l'une (roche mère de la zone minéralisée de Touré est considérée comme à basalt alkaline faible et l'autre comme à basalt non-alkaline - andésite.

(2) Figure MgO : FeO : (Na₂O+K₂O)

Dans cette figure, les roches volcaniques de notre région avancent pour le coin de FeO selon différenciation; et elles appartiennent probablement à la série tholéitique (la série dans laquelle Fe augmente selon différenciation.)

2-1-2 La roche intrusive

La roche intrusive à la région est le basalt, la dolérite, la dacite et la rhyolite.

(a) Le basalt

On a confirmé cette roche au lit du Sirba, est de Dingobon. Elle montre la structure amygdaloïde et la couleur brun grisâtre, traversant la roche argileuse du groupe birrimien inférieur comme un dyke ayant N3°E de direction, 58°C d'inclination et plus 2 m de largeur.

(b) La dolérite

Cette roche se répand à tout la région, dans laquelle un massif plus grand se trouve près de Kala. La dolérite, noir grisâtre et la structure fine dans le voisinage, traverse, au moins, la roche granitique post-tectonique. Sous microscope, la caractère est comme suivant:

Nomenclature : la dolérite à augite et hypersthène

Numéro d'échantillon: RC: 120

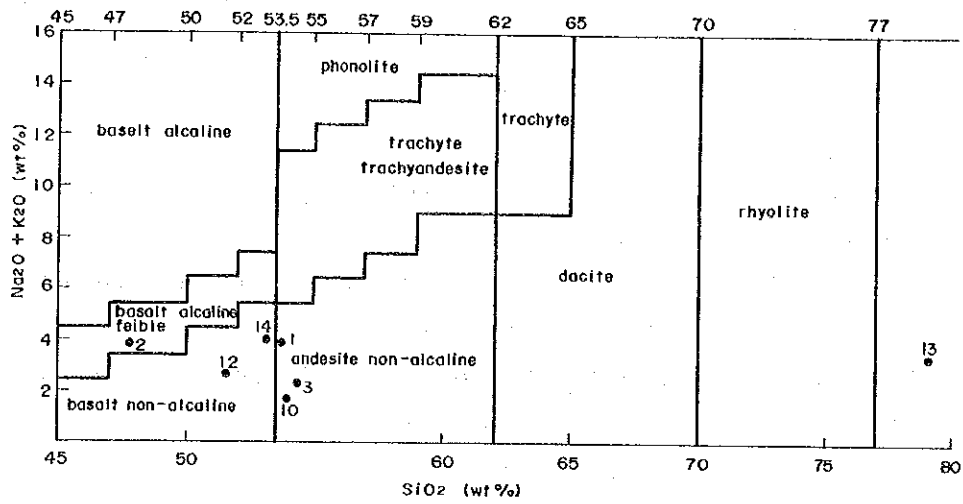
Localité : le lit fluvial 1 km sud-ouest de Bossey Bangou

Caractère : montre la structure ophitique. Les minéraux observés sont l'augite > le plagioclase > l'hypersthène >> les minéraux opaques > le quartz. L'augite est 0,1 - 1 mm, semi-idiomorphe-allotriomorphe, prismatique - tabulaire. La hornblende commune, le biotite et la chlorite développent partiellement. Le plagioclase est 0,1 - 2,0 mm en prismatique, semi-idiomorphe - allotriomorphe, montre la faible structure zonal. On peut observer les macles d'albite et du péricline. L'hypersthène est 0,1 - 1,0 mm en

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 hyperthène	Cabbro à hornblende	Granodiorite à hornblende et biotite	Granite à hornblende et biotite	Gabbro à hornblende	Dolerite à hyperthène et augite	Granodiorite à biotite et hornblende	Andésite à pyroxène	Granodiorite à hornblende et biotite	Amphibolite	Ryolite	Andésite à augite et hyperthène	Granite à biotite et hornblende	Dolerite à hornblende et augite
SiO ₂	53.81	47.77	54.37	47.35	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	3.76	1.69	0.14	3.76	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	2.17	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	9.85	3.33	1.65	7.44	6.48	1.20	6.42	3.00	6.25	0.25	6.88	2.18	4.05
-H ₂ O	0.10	0.18	0.07	0.17	0.04	0.06	0.11	0.10	0.06	0.14	0.09	0.09	0.24	0.17	0.06	0.13
quartz	18.73	6.83	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	9.96
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	0.69	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	0.00	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
magnetite	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	0.57	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	63.57	42.39	88.24	43.86	78.47	36.36

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

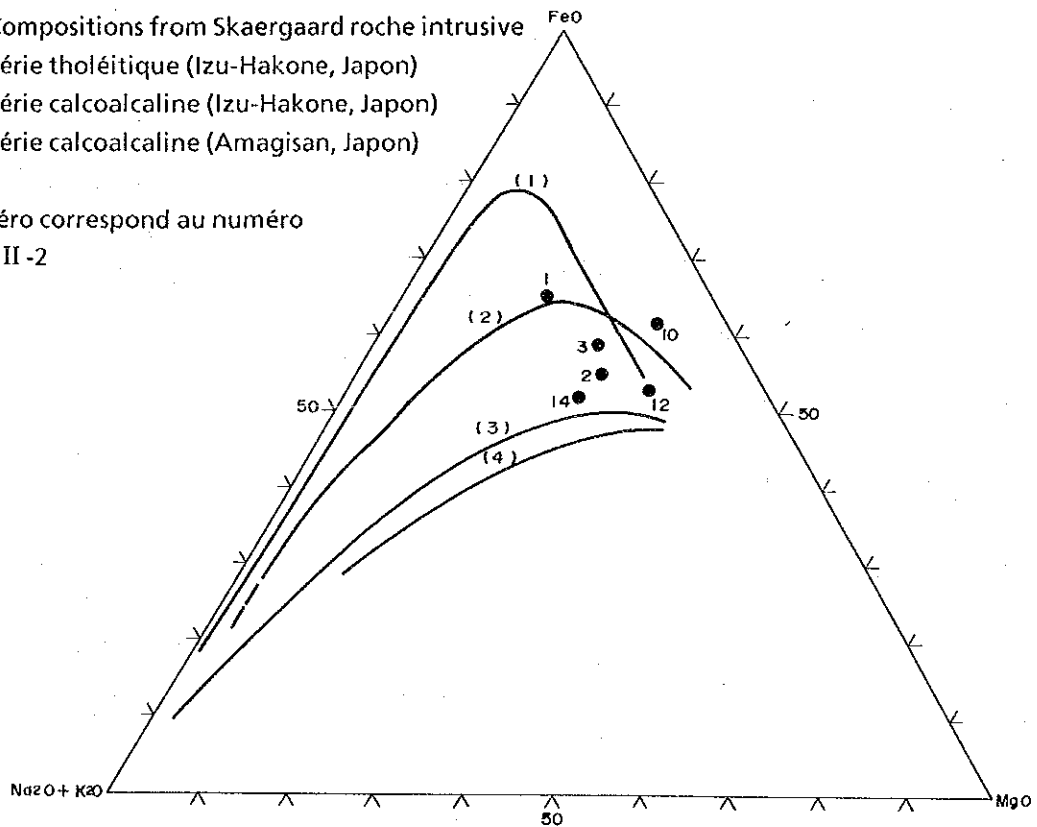


Pl. II-5 Classification fondamentale des roches volcaniques par relation entre SiO_2 et $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ (E.K.A Middlemost, 1972) La numéro correspond au numéro à Table II-2

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 $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} - \text{FeO}^* - \text{MgO}$