

519
66.1
MPN

RAPPORT DE PROSPECTION MINIERE
DANS LA REGION DE BOUGOUNI
REPUBLIQUE DU MALI
PREMIERE ANNEE

JICA LIBRARY



1097735(3)

27742

FEVRIER 1992

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

国際協力事業団

23742

Préface

A la demande du gouvernement de la République du Mali, 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 en ressources minérales de la zone de Bougouni, sud ouest du Mali. JICA a confié ces études, comptant dans le domaine de la géologie et de l'exploration, à "l'agence Japonaise minière des métaux (MMAJ).

Ces études ayant commencé en 1992 par la première phase de la première année, la MMAJ a envoyé une mission, composée de 6 cadres du 8 janvier au 15 février 1992. La mission a réalisé les études sur place comme prévues avec le concours de l'organisme officiel du Mali, la Direction Nationale de la Géologie et des Mines (DNGM).

La rapport, faisant partie du rapport final, comprend les résultants des études.

Nous témoignons notre sincère reconnaissance aux organismes officiels interressés, au Ministère des affaires étrangères, au Ministère de l'industrie et du commerce, à l'Ambassade du Japon au Sénégal, ainsi qu'aux entreprises concernées.

Février 1992



Kensuke Yanagiya
Le Président de l'Agence Japonaise
pour la Coopération Internationale



Gen-ichi Fukuhara
Le Président de l'Agence Japonaise
Minière des Métaux

TABLE DES MATIERES

	Pages
PREFACE	1
CHAPITRE 1 : INTRODUCTION	1
1.1 Histoire et objectifs	1
1.2 Résumé des études	1
1.3 Composition des participants	2
1.4 Durée de la recherche	5
CHAPITRE 2 : GEOGRAPHIE DE LA ZONE DE RECHERCHE	6
2.1 Localisation et accès	6
2.2 Morphologie et hydraugraphie	6
2.3 Configuration hydraugraphique	8
2.4 Climat et flore	8
CHAPITRE 3 : INFORMATIONS GÉOLOGIQUES EXISTANTES SUR LA RÉGION ÉTUDIÉE	11
CHAPITRE 4 : ANALYSE D'IMAGES SATELLITE	18
CHAPITRE 5 : ETUDE GEOLOGIQUE	40
5.1 Méthod d'étude	40
5.2 Etude géologique	41
CHAPITRE 6 : ETUDE DE TERRAIN CARACTERISTIQUE DE MINERALISATION	67
6.1 Méthod d'étude	67
6.2 Résultats de l'étude	67
CHAPITRE 7 : CONCLUSION ET PROPOSITION POUR LES ETUDES DE LA DEUXIEME ANNEE	75
Référence	79
Appendice	

TABLE DES PLANCHES

- Fig. 1.1 Carte de situation étudiée
- Fig. 2.1 Carte de situation du climat et plante
- Fig. 3.1 Carte structurale de l'Afrique occidentale
- Fig. 3.2 Esquisse géologique à la région de Bougouni étudiée
- Fig. 4.1 Carte d'index de LANDSAT Images
- Fig. 4.2 Carte de la region du analyse
- Fig. 4.3 La Image de LANDSAT False Colour
- Fig. 4.4 La Image aux composants principales comprimés
- Fig. 4.5 Carte d'interprétation de la Image LANDSAT False Colour
- Fig. 4.6 Carte d'interprétation structurare de géologique
- Fig. 4.7 Le Diagramme de Rose
- Fig. 5.1 Plan et profile esquisse géologique du région de Bougouni étudiée
- Fig. 5.2 Profile schématique de stratigraphie
- Fig. 6.1 Carte de situation des minéralisees dans la région étudiée
- Fig. 6.2 Prélèvement des échantillons dans la région de Foulaboula
- Fig. 6.3 Prélèvement des échantillons dans la région de Selingue
- Fig. 6.4 Prélèvement des échantillons dans la région de Kekoro

TABLES

- Table-1 Sortes des travaux
- Table-2 Des articles et elements d'analyse
- Table-3 Des superficies de affleurement de la Groupe Birrimien
- Table-4 Des zones anomale géochimique
- Table-5 La liste de résultat des investigations sur la minéralisee la région de Foulaboula
- Table-6 La liste de résultat des investigations sur la minéralisee la région de Selingue
- Table-7 La liste de résultat des investigations sur la minéralisee la région de Kekoro
- Table-8 Des éléments de la CCT des LANDSAT images
- Table-9 La Lliste de résultat des analyses de composant principal
- Table-10 La liste d'interprétation des composants principal

CHAPITRE 1: INTRODUCTION

1.1 Histoire et objectifs

Dans le cadre de la coopération bilatérale, le gouvernement Japonais, à la demande du gouvernement de la République du Mali, a pris la décision de réaliser les études de base pour l'exploration des ressources minérales de la zone de Bougouni, et a signé le 8 novembre 1991 un protocole d'accord relatif à la réalisation de ces études avec le gouvernement de la République du Mali. En réponse au souhait du gouvernement malien conformément à cet accord, les parties Japonaise représentée par la JICA et la MMAJ et la partie malienne représentée par le Ministère des Mines, de l'Hydraulique et de l'Energie et la DNGM ont fixé et signé le cahier de charge pour la réalisation des études.

Les études réalisées font partie de la première phase de la première année relatives au programme de coopération pour l'exploration des ressources minérales de la zone de Bougouni conformément à l'accord signé et au cahier de charge.

Ces études ont pour but de comprendre la situation géologique et la répartition des gisements, découvrir les nouveaux gisements en procédant à l'analyse des images-satellite, la recherche géologique, l'exploration géochimique et la recherche des gisements potentiels ainsi que faire le transfert de technologie en direction des organismes du pays partenaire à travers ces études.

1.2 Résumé des études

1.2.1 Zone de recherche

La zone de recherche qui s'étend entre les latitudes 10 54' et 12 00' nord et les longitudes 7 00' et 8 18'

ouest, est située dans la partie sud-ouest de la République du Mali, au sud de Bamako, capitale du pays (voir figure 1.). La surface totale de la zone de recherche est de 14,000 km².

1.2.2 Nature des études et travaux

La nature et le volume des travaux de recherche, les analyses effectuées et la composition des éléments sont portées respectivement sur les tableaux 1.1 et 1.2

Tableau 1.1 Nature des études et travaux

(A)Analyses des images satellite	14,000 km ²
(B)Géologie et géochimie:	
(a)Surface	14,000 km ²
(b)Realisation de coupes (avec 21 points d'indices minéralisés)	500 km
(c)Prélèvement	
(i)Echantillons de roche	10
(ii)Echantillons minéralisés	60
(iii)Echantillons de géochimie sol	1,000
(iv)Echantillons pour détermination d'âge	5
(v)Echantillons pour analyse par diffraction aux rayons X	10

Tableau 1.2 Essais et analyse en laboratoire

(A)Lames minces de roches	30
(B)Sections polies de roches mineralisées	10
(C)Analyse par diffraction aux rayons X	10
(D)Analyse chimique de sol	1,000
(Au, Ag, Cu, Pb, Zn, As, Sb) 7 éléments	(7,000)

1.3 Composition des participants

Les participants aux travaux de planning et de négociation des études ainsi qu' à la recherche sur place se composent comme suit:

(1)planning des études et négociation

(a)partie Japonaise

Nobuyuki MASUDA

(MMAJ)

Manabu MASUO

(Ministère des affaires étrangères)

Shinji IKEDA

(MITI)

Masamichi MAESHIMA

(JICA)

Kohsuke TAKAMOTO

(MMAJ)

(b)Partie malienne

Mory KANE

(Direction Nationale de la Géologie et des Mines)

Hilarion TRAORE

(Direction Nationale de la Géologie et des Mines)

Namakan KEITA

(Programme pour le Développement des Ressources
Minérales)

Hamadoun BA

(Direction Nationale de la Géologie et des Mines)

Djibourula TOGOLA

(Programme pour le Développement des Ressources
Minérales)

Ibrahim SISSOKO

(Programme pour le Développement des Ressources
Minérales)

Diome DIOMBANA

(Direction Nationale de la Géologie et des Mines)

Mohamed KEITA

(Direction Nationale de la Géologie et des Mines)

Mme SAMAKE kadiatou SIDIBE

(Ministère des Affaires Etrangères et de la

Coopération Internationale)

(2) Recherche sur place

(a) Partie Japonaise

Atsushi TAKEYAMA

(SUMIKO Consultant S.A.)

Jiro NATORI

(SUMIKO Consultant S.A.)

Hideo SUZUKI

(SUMIKO Consultant S.A.)

Hajime TAKANO

(SUMIKO Consultant S.A.)

Toshihiko OJIRI

(SUMIKO Consultant S.A.)

Jyunichi ITOH

(SUMIKO Consultant S.A.)

(b) Partie Malienne

Hamadoun BA

(Direction Nationale de la Géologie et des Mines)

Ibrahim SISSOKO

(Programme pour le Développement des Ressources
Minérales)

Diome DIOMBANA

(Direction Nationale de la Géologie et des Mines)

Emmanuel TEERA

(Direction Nationale de la Géologie et des Mines)

Zoumana DEMBELE

(Direction Nationale de la Géologie et des Mines)

Tahirou FAROTA

(Direction Nationale de la Géologie et des Mines)

(3) Chef de project

Tétsuo SUZUKI

(MMAJ)

1.4 Durée de la recherche

Nous avons réalisé la recherche sur place du 8 janvier au 30 janvier 1992, l'analyse en commun sur place du 31 Janvier au 6 février 1992 et l'analyse générale et l'élaboration du rapport préliminaire du 7 février au 28 février 1992.

CHAPITRE 2: GEOGRAPHIE DE LA ZONE DE RECHERCHE

2.1 Localisation et accès

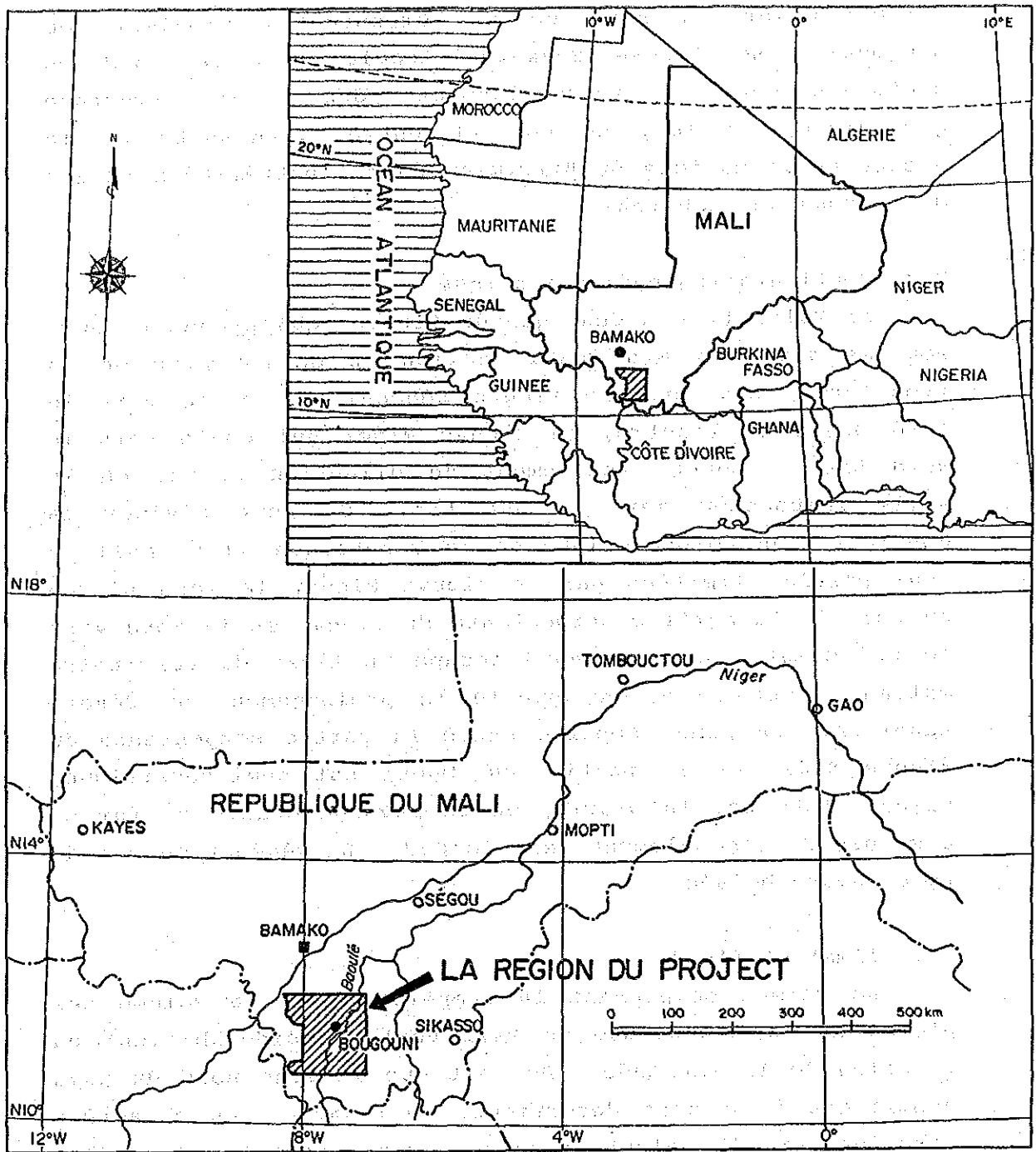
La zone de recherche, qui s'étend entre les latitudes 10 54' et 12 00' nord et les longitudes 7 00' et 8 18' ouest, se situe dans la partie Sud Ouest de la République du Mali, au Sud de Bamako, capitale du pays.

Une route principale dans la zone de recherche, passant par le centre de la zone de recherche à partir de Bamako vers l'ouest du pays, nous permet d'accéder à Bougouni, située au milieu de la zone de recherche en 2 heures de trajet en voiture environs. La distance entre Bamako et Bougouni est à peu près 160 km par cette route (fig.2.1).

2.2 Morphologie et hydrographie

La grande partie de la zone de recherche s'étend sur une plaine d'altitude allant de 350 m à 390 m. La zone comprend des parties montagneuses d'altitude de plus de 500 m au nord et allant de 400 m à 480 m au nord ouest. Le relief comprend ici le secteur composé du groupe de formations du Birrimien, au centre duquel se situe le Mt. Daïnakourou à l'ouest de la zone et le secteur composé principalement de dolérite, au milieu duquel est situé le Mt. Kebekourou au nord est de la zone. Nous constatons la présence de structure circulaire dans chaque secteur.

Quant' au système hydrographique principal, il traverse la zone de recherche dont la plupart des cours d'eau serpentent vers le nord ou le NNE. On peut citer comme rivières principales le fleuve Baoulé et son affluent la rivières Banifin et le fleuve Sankarani qui est affluent du Niger. Autour de ces rivières s'étendent des zones plates. Le fleuve Baoulé coule en traversant la zone de formations du Birrimien d'un bout à l'autre vers le nord à




 LA REGION DU PROJECT

Fig. 1.1 Carte de situation étudiée

partir du sud de la zone de recherche et change de direction vers le nord est en serpentant à proximité de Bougouni. Le fleuve Sankarani coule vers le nord en subissant quelques retressissements dus à la structure géologique, le long du contact entre le granite et le groupe de formations du Birrimien dans l'extrémité Nord Est de la zone de recherche.

2.3 Configuration hydrographique

An Mali, il y a deux grands fleuves qui prennent leurs sources dans les Mts Fouta Djallon en Guinée près de la frontière. L'un est le fleuve Sénégal qui coule vers le Nord Ouest et l'autre, le fleuve Niger qui coule vers le Nord Est et change totalement de direction autour de la ville Tombouctou vers le Sud Est. On peut diviser la configuration morphologique de la République du Mali en deux parties limitées par le fleuve Niger, la zone située au nord de la partie serpentante du fleuve et la zone vers le Sud Ouest. La zone nord occupe un tiers du territoire malien, c'est ce qu'on appelle le prolongement du désert saharien. La zone comprise entre la partie serpentante du fleuve Niger et la partie Sud Ouest est semi-désertique, caractérisée par la prairie, où le paysage change au fur et à mesure de l'écoulement vers le Sud. La végétation est de type savane boisée.

2.4 Climat et flore

Le climat comprenant la température et le volume des pluies de la République du Mali varie considérablement en fonction de la latitude. Du fait que la zone nord du pays appartient à la zone désertique, le climat a un caractère saharien et il pleut rarement dans cette zone. (les précipitations ne dépassent pas 100 mm par an). Quant au climat de la zone Sud, on peut le diviser en deux saisons, la saison sèche et la saison des pluies. La saison sèche

qui va de décembre à mars environ. Il fait relativement frais jusqu'en mars. La saison des pluies s'étend de juin à octobre environ. Il fait lourd et il pleut beaucoup pendant cette saison dans la zone de recherche.

Dans la partie centrale du pays, où la végétation de type steppe, on observe 700 mm des pluies par an. L'écart de température entre le jour et la nuit peut être très sensible surtout pendant les mois d'avril et le juin. En décembre il souffle un vent sec.

Dans la partie Sud comprenant la zone de recherche, la végétation est de type savane continentale. La température et l'humidité varient sensiblement entre le jour et la nuit ainsi qu'en fonction des lieux. La saison sèche s'étend de novembre à mai. Elle est divisée en deux périodes:

l'une sèche et fraîche de novembre à février, se caractérise par des chutes de température entre le jour (30 C.) et la nuit (6-10 C); l'autre, sèche et chaude de mars à mai, connaît des températures plus élevées (35-45 C) avec des variations moins marquées. La saison des pluies s'étend de juin à octobre et connaît des accalmies qui peuvent durer plusieurs jours. La pluviométrie moyenne annuelle des dix dernières années oscille entre 800 et 1,000 mm contre 1,200-1,500 mm les années précédentes.

La végétation dans les parties Sud Ouest de la République du Mali incluant la zone de recherche est divisée souvent en trois secteurs par sa flore. La zone de recherche appartient à la ceinture soudanaise où la surface du sol est recouverte par des arbres hauts en faible densité tels que le karité, la néré, les manguiers, les baobabs, etc. Parmi les arbres hauts, on observe un mélange de hautes herbes, des arbustes et des prairies. Ces herbes et arbres perdent leurs feuilles pendant la saison sèche et bourgeonnent massivement pendant la saison des pluies (fig.2.2).

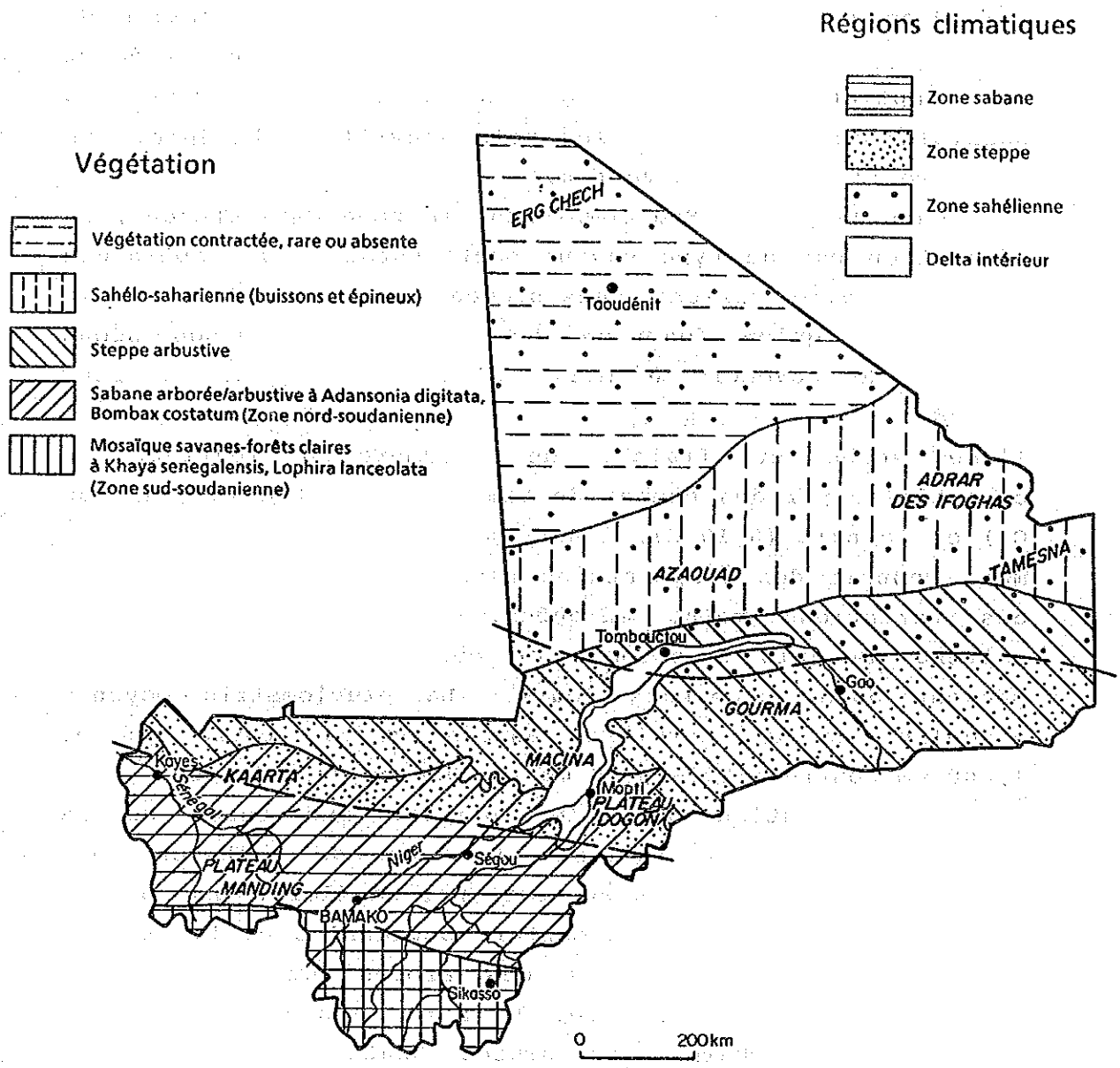


Fig. 2.1 Carte de situation du climat et plante

CHAPITRE 3: INFORMATIONS GÉOLOGIQUES EXISTANTES SUR LA RÉGION ÉTUDIÉE

3.1 Résumé des études déjà exécutées

Dans la région étudiée n'existe aucune mine métallurgique en cours d'exploitation, mais au sud extrême et à l'est de cette région se sont exécutées de considérables activités de prospection jusqu'à présent.

L'histoire de prospections achevées dans ladite région jusqu'ici est comme suit:

- 1949 - 50: Étude géologique exécutée par Spindler à Bougouni-Ouest
- 1950 - 51: Étude géologique exécutée par Spindler à Bougouni-Est
- 1963 - 65: Étude de sable aurifère dans sédiments alluviaux, exécutée à Bougouni-Sud-Ouest par SONAREM (Société Nationale de Recherches et d'Exploitation Minière)
- 1964 - 65: Forage exécuté par SONARM dans la région de Bougouni pour extraire du pyroxène "liscia" (?) dans pegmatite
- 1972 - 74: Étude sur la vaste région de Bougouni-Sikasso (en partie prospection géochimique) exécutée par BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières) surtout sur Cu, Ni, Pb, Zn, Sn, Li, Nb
- 1980 - 90: Prospection géochimique sur la vaste région sud (25.000 km²) de la République du Mali, exécutée par undp (United Nations Development Program) surtout pour prospecter une mine d'or

3.2 Identification géologique de la région à étudier

3.2.1 Résumé de l'Afrique-Ouest

L'Afrique de l'Ouest est caractérisée par la zone de plissements de l'Afrique de l'Ouest à côté atlantique et par la zone orogénique panafricaine à côté continental comme, surtout par minerai de fer de l'Afrique de l'Ouest (Fig. 3.1).

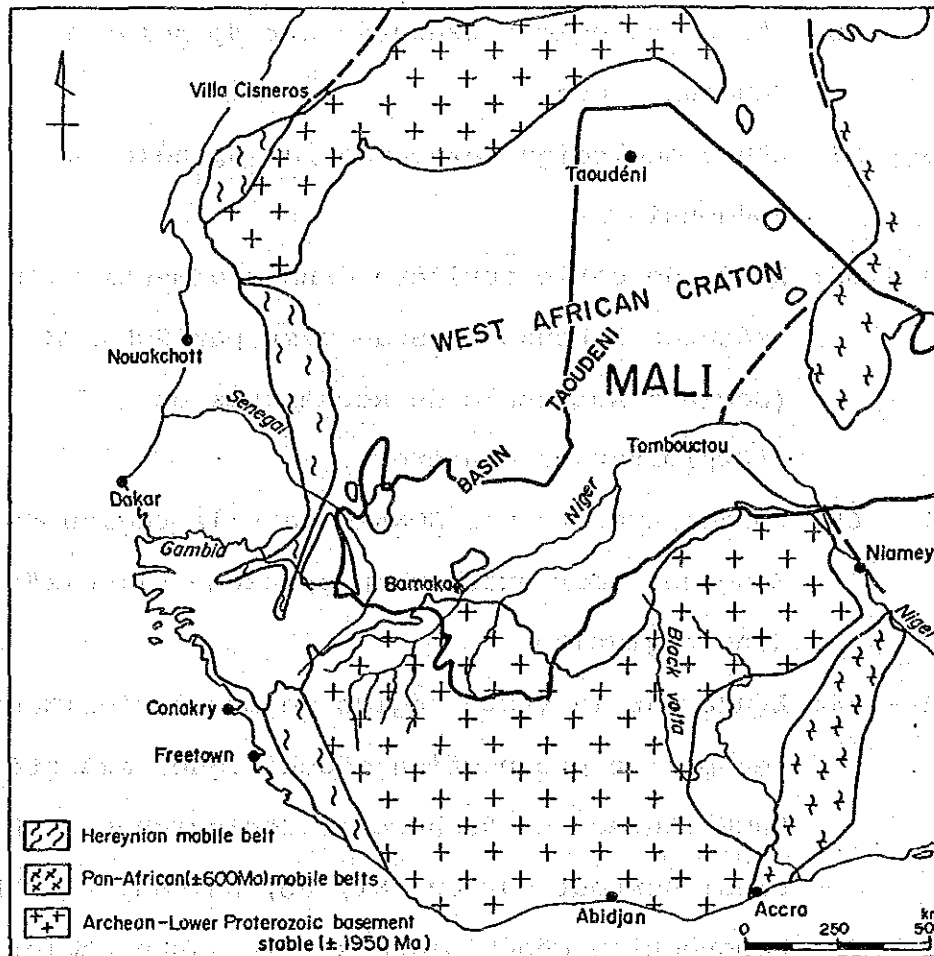


Fig. 3.1 Carte structurale de l'Afrique occidentale

Les changements principaux dans l'Afrique de l'Ouest sont les 4 orogénèses de la période précambrienne, à savoir orogénèse limpopoliberienne (il y a 2.700 millions \pm 200 millions d'années), orogénèse ébrunienne (il y a 2.000 million \pm 200 millions d'années), orogénèse kibalanne (il y a 1.100 millions \pm 200 millions d'années) et orogénèse panafricaine (il y a 600 millions \pm 200 millions d'années). Au cours du paléozoïque après la fin de ces orogénès l'Afrique de l'Ouest s'est stabilisée sur une vaste région et quoiqu'il y a eu des soulèvements et des tassements lents de la terre dès lors jusqu'à présent, elle n'a pas subi des mouvements orogéniques violents.

Le minerai de fer consiste de rocher en place de la période précambrienne et sédiments tabulaires après la période postérieure du précambrien qui se rencontrent dans une région à peine affectée par l'orogénèse panafricaine, la dernière de toutes les 4 orogénès parvenues pendant le précambrien.

La zone de plissements de l'Afrique de l'Ouest consiste de sédiments tabulaires du premier tier - second tier du paléozoïque qui constituent la zone orogénique du dernier tier du paléozoïque. Elle est divisée en deux parties, l'une consistant surtout de transformations à l'est et l'autre ayant subi des transformations et des métamorphismes ainsi qu'une pénétration de roches volcaniques.

Comme indiqué ci-dessus, la géologie de l'Afrique de l'Ouest est caractérisée par la formation et la croissance de minerais de fer, surtout de ceux qui sont désignés sous le nom de "minerais de fer de l'Afrique de l'Ouest", par le

synclinal et l'orogénèse panafricaine au bout des minerais de fer, et par la sédimentation de sédiments tabulaires dans la région stable à minerais de fer. Sur le terrain scutiforme précambrien on trouve tout au moins 3 fois d'activités volcaniques à caractères différents parvenues depuis le paléozoïque.

3.2.2 Identification géologique de la région étudiée

La République du Mali, sauf une partie orientale, appartient à la zone de minerais de fer de l'Afrique de l'Ouest. Ces minerais de fer de l'Afrique de l'Ouest constituent ce qu'on appelle le "Bassin Taoudéni" formé par le tassement lent de la région centrale qui arrive depuis le dernier tier du précambrien. Par conséquent, la partie affleurante du rocher en place est divisée grosso modo en deux régions nord et sud.

La région étudiée est située au sud-ouest de la République du Mali et appartient à la zone méridionale du rocher en place à minerais de fer de l'Afrique de l'Ouest. Le rocher en place à minerais de fer de l'Afrique de l'Ouest est divisé en deux groupes, dont le premier qui consiste de granite, gneiss et roche mixte est très répandu en forme d'un grand dôme tandis que le second qui consiste de roches volcaniques et sédimentaires constitue une zone verte désignée sous le nom du "groupe de couches Birrimiennes" (Fig. 3.2). Les couches Birrimiennes volcano-sédimentaires consistent de deux couches chevauchées, celle inférieure composée principalement de roches volcaniques et celle supérieure composée principalement de roches sédimentaires. La couches inférieure de roches volcaniques comprend princi-

palement basalte métamorphisé, andésite métamorphisé et tuf tandis que la couche supérieure de roches sédimentaires comprend schiste, arkose et greywack.

Dans cette région sont répartis granite, gneiss et roches mixte du premier groupe ainsi que schiste, arkose et greywack de la couche supérieure composée principalement de roches sédimentaires du second groupe.

En outre, dans cette région on trouve de divers effets de minéralisation tels que:

- * minéralisation d'or et de plomb relationnée aux roches volcaniques et sédimentaires des couches Birrimiennes volcano-sédimentaires,
- * minéralisation de lithium et d'étain (tungstène, niobium, tantale) relationnée au pegamatite,
- * minéralisation de nickel et de cuivre (platine) relationnée aux roches ultra-basiques et
- * minéralisation d'uranium relationnée au granite.

D'ailleurs, dans cette région de rocher en place les villageois font l'exploitation d'or depuis de siècles.

3.3 Géologie générale autour de la région étudiée

La géologie de la République du Mali, y compris la région étudiée, qui est désignée sous le nom du "groupe de couches Birrimiennes", se compose de la zone de roches volcaniques et sédimentaires plissées et légèrement métamorphisées et du bloc rocheux de granite - gneiss.

Le groupe de Birrimiennes constitue une étroite zone (terrain creux) à une largeur de 10 km s'étendant dans la direction du nord-nord-est au sud-sud-ouest sur centaines de kilomètres. Le bloc rocheux de granite - gneiss qui présente

une anti-forme constitue une vaste zone (terrain convexe) divisée par le terrain creux des couches Birrimiennes volcano-sédimentaires.

Le terrain creux des couches Birrimiennes volcano-sédimentaires est divisé en 4 zones, à savoir, pour les citer dans l'ordre de l'ouest à l'est, la zone Bageo, la zone Bougouni - Kekoro, la zone Yanfolila et la zone Kangaba. La zone Bageo qui présente des synclinaux multiples est réparti le long de la rivière de Bageo. Son centre est occupé de sédiments terrigènes (schiste, greywack) tandis que sa périphérie consiste de roches volcaniques métamorphisées (andésite, basalte, andésite quartzifère) et de roches tufières. A sa périphérie on trouve rarement une répartition de conglomérat et de greywack. La zone Bougouni-Kekoro est caractérisée par corne à haute teneur en mica noir. D'ailleurs on trouve quelquefois une répartition de roches volcaniques métamorphisées (surtout andésite). La zone Yanfolila qui est caractérisée par roches sédimentaires du type Frisch (schiste, greywack) renferme des roches volcaniques et des roches siliceuses. La zone Kangaba qui est située pour la plupart dans la Guinée n'est pas bien identifiée, mais il est supposé que ses faciès sont similaires à ceux de la zone Yanfolila.

Le bloc rocheux de granite - gneiss est divisé en 4 blocs rocheux, à savoir, pour citer dans l'ordre de l'est à l'ouest, le bloc Kadido, le bloc Kolondieba - Wadinani et le bloc Sankarani. (Fig. 3.2).

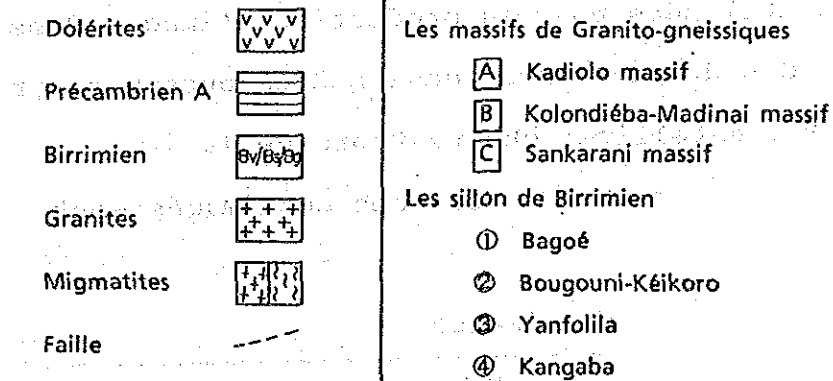
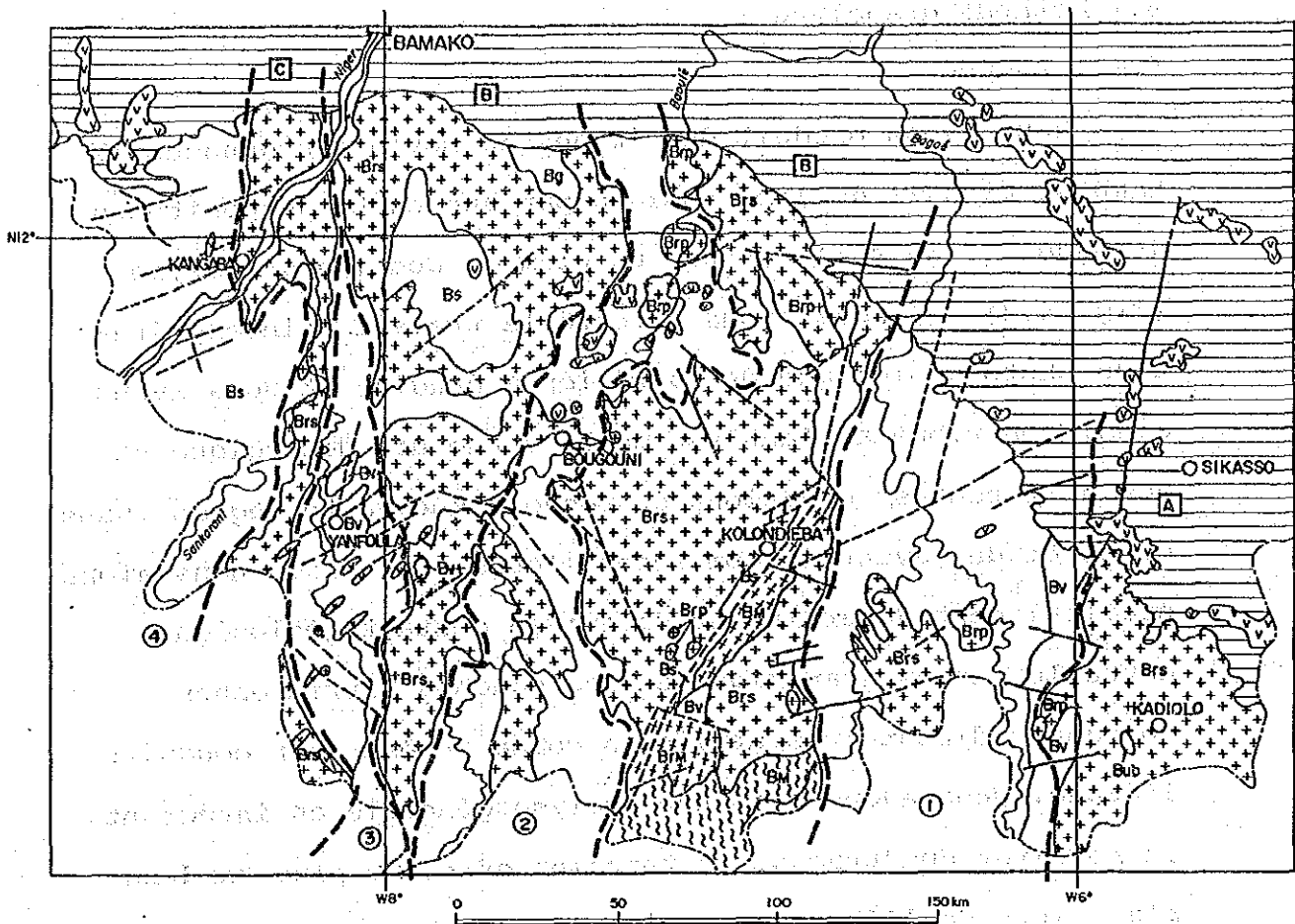


Fig. 3.2 Esquisse géologique à la région de Bougouni étudiée

CHAPITRE 4: ANALYSE D'IMAGES SATELLITE

4.1 Méthode d'analyse

4.1.1 Résumé

Nous avons produit des images au moyen des données TM LANDSAT dans le domaine indiqué par une carte de positions d'images (Fig. 4.1) et par un plan de domaine d'analyse (Fig. 4.2) , nous avons exécuté le travail d'interprétation photo-géologique de la région à étudier et nous avons ainsi contribué à l'analyse de la structure géologique et des différentes formations de roche d'une vaste région. Dans cette étude, avant de commencer l'étude sur place nous avons préalablement déterminé et défini le contact géologique entre le faciès granitique et les couches Birrimiennes volcano-sédimentaires utilisées comme repère pour conduire l'étude. Nous avons fait une analyse générale en intégrant le résultat du "traçage du terrain" effectué plus tard sur place lors de l'étude géologique.

4.1.2 Données utilisées

Les données utilisées pour la production d'images dans cette étude sont des données TM de deux scènes obtenues par les LANDSATS No.4 , satellites observateurs de la terre. Les spécifications des données des ces images sont indiquées ci-dessous:

Spécifications des données des images

SATELLITE	ROUTE	RANG	DATE	CENTRE SCENE	ID SCENE
LANDSAT 4	199	052	JAN. 4, 1991	N11D34MOOS W08D05MOOS	4308710095
LANDSAT 4	198	052	DEC. 28, 1990	N11D34MOOS W06D32MOOS	4309410154

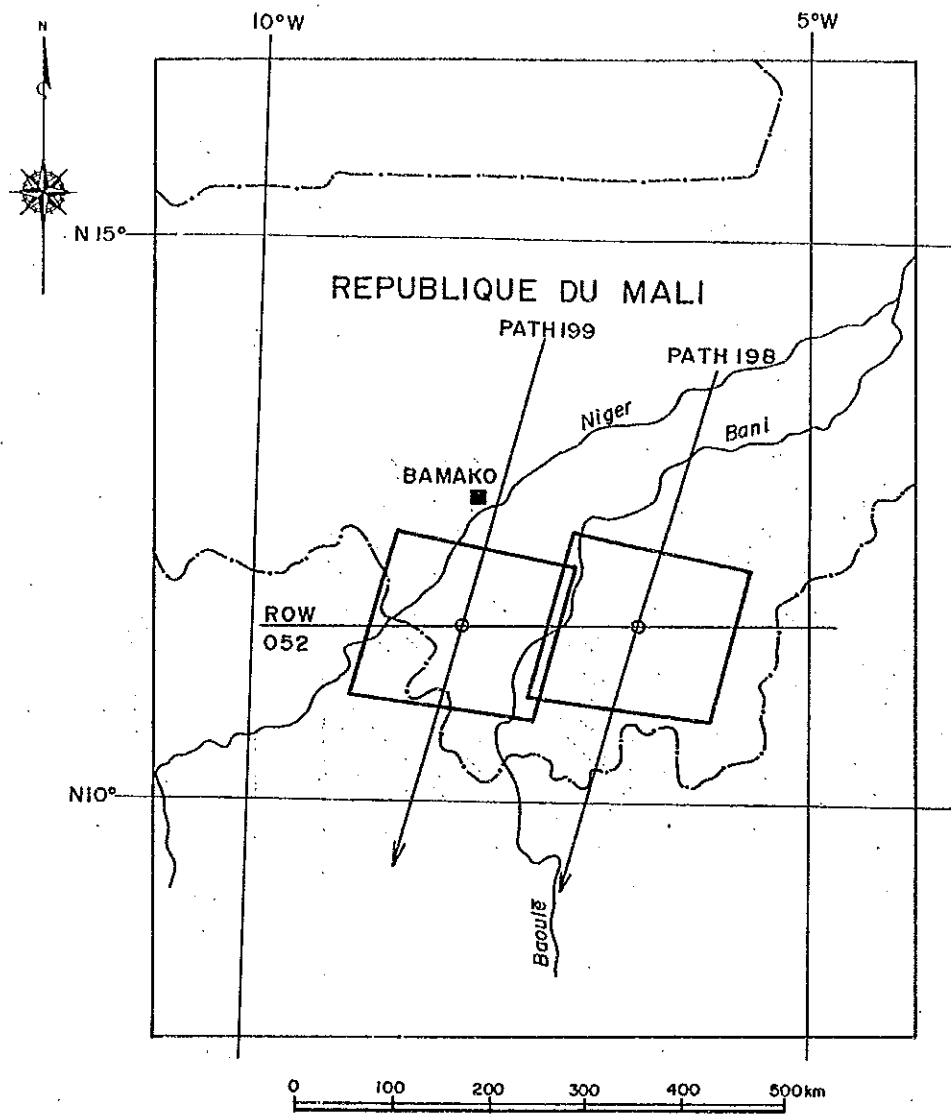
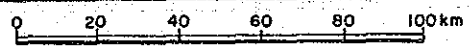
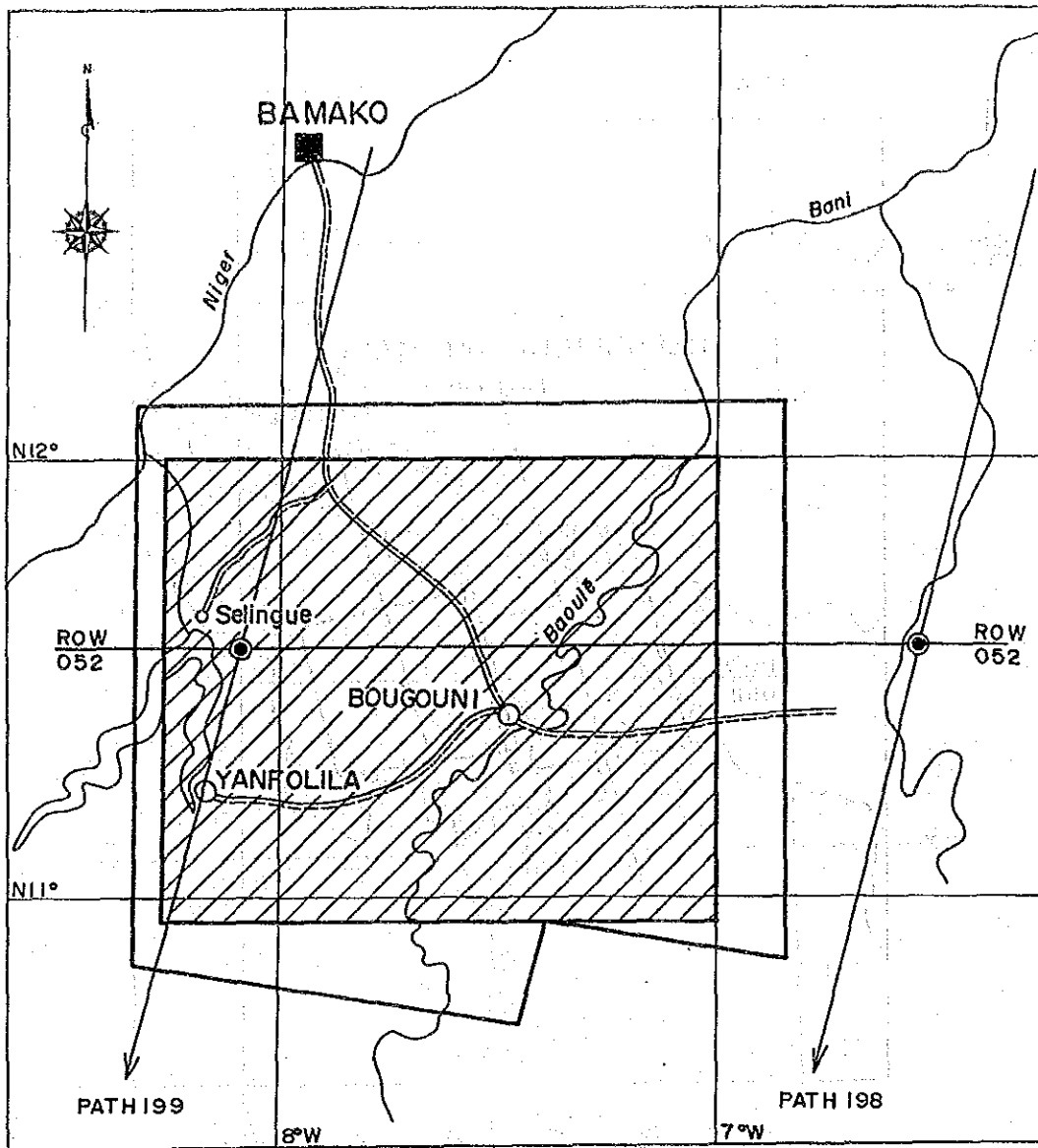
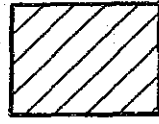


Fig. 4.1 Carte d'index de LANDSAT Imges



Region du L'image de LANDSAT



Region analysée

Fig. 4.2 Carte de la region du analyse

4.1.3 Production d'images

Des images de différents types ont été produits par synthèse de mosaïque digitalisé au moyen de CCT (Computer Compatible Tape) des scènes mentionnées ci-dessus. Dans l'analyse géologique on a employé les épreuves d'images suivantes qui ont été jugées plus riches en données parmi toutes les images.

- a) Fausse image en couleurs (Bande 234/BGR) à l'échelle de 1/200.000 (Fig. 4.3)
- b) Image aux composants principales comprimés (PC 1.2, 1.3, 1.4/RGB) à l'échelle de 1/200.000 (Fig. 4.4)

4.1.4 Analyse d'images

Nous avons divisé les unités d'image en grandes lignes au moyen d'images en fausses couleurs à titre d'essai préliminaire avant l'étude sur place. Nous avons tenté d'identifier le contact entre le faciès granitique et les couches Birrimiennes volcano-sédimentaires par comparaison avec la carte géologique existante suivant les critères d'interprétation composés principalement de tonalité, clarté et finesse. En outre, nous avons extrait des modèles structurisés par exemple de linéament pour deviner préalablement la relation avec les filons existants. Nous avons aussi examiné tous les composants de la bande constituant les images de composants principaux analysés pour évaluer la situation réelle au point de vue de la relation avec l'image en fausses couleurs.

4.1.5 Etude sur place

Dans l'étude sur place nous avons fait le rapport au sol des unités d'image sélectionnées par l'étude préliminaire et pour le linéament en parallèlement à l'étude

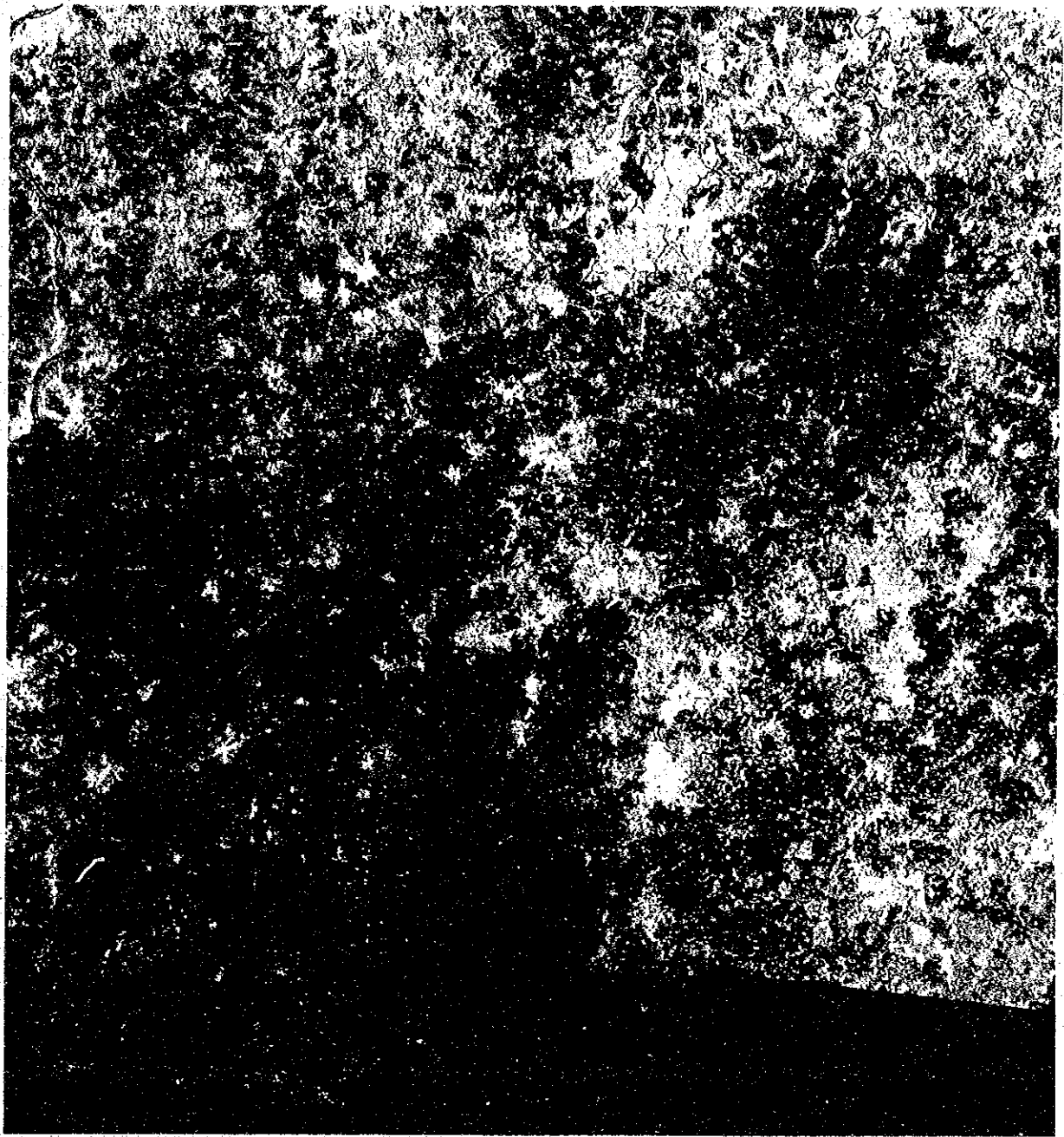


Fig. 4.3. La Image de LANDSAT False Colour

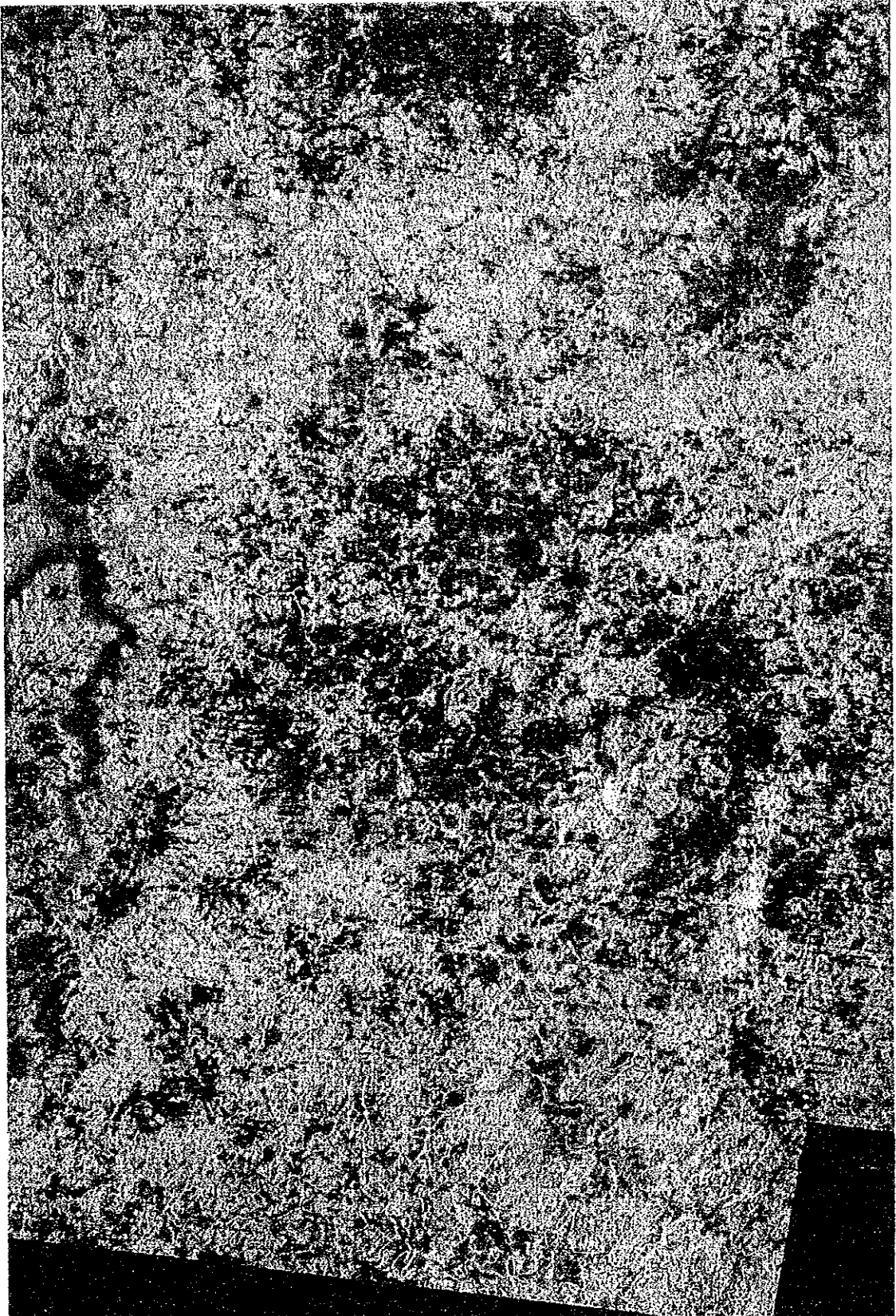


Fig. 4.4 La Image aux composants principales comprimés

géologique. La méthode d'étude employées consiste à observer dans les moindres détails la situation sur place aux endroits caractéristiques choisis auparavant mais n'avons pas effectué aucune mesure spectrale.

Nous avons analysé d'une façon synthétique les résultats mentionnés ci-dessus ainsi que les résultats de l'étude géologique a fin d'examiner la structure géologique et la distribution de gisements.

4.2 Résultat d'analyse

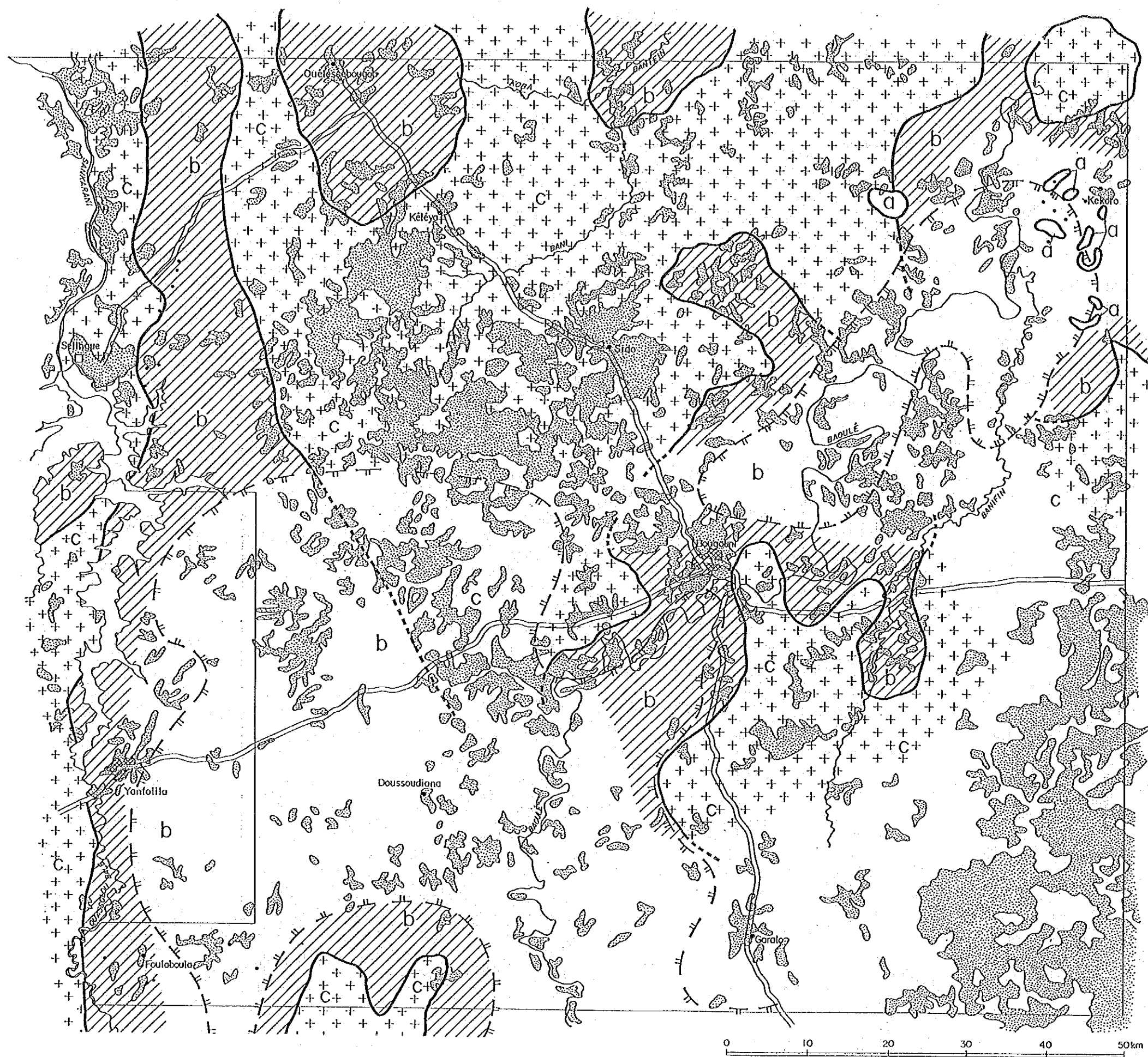
4.2.1 Images en fausses couleurs

(1) Division des formations de roche

Le tableau 1 représente un tableau synoptique des unités d'interprétation d'images tandis que la plaque 3 représente un schéma de division des formations de roche. (Fig. 4.5).

Table4.1:Tableau synoptique des unités d'image

Unité	Tonalité	Clarté	Finesse	Evaluation
a	brun jaune	très clair	fin	roche volcanique altérée
b	gris vert	un peu sombre	grosier	sol non-granitique
c	gris rose	clair	fin	sol granitique
d	gris vert foncé	sombre	fin	latérite
e	rouge foncé	un peu sombre	fin	végétation active
f	rouge clair	clair	fin	végétation inactive
g	blanc	très clair	grosier	batiments urbains, terrain inoccupé
h	noir	très sombre	grosier	feu de brousse



凡例/LÉGENDE

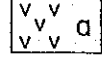
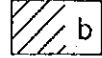
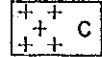
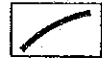

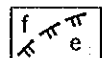
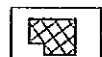

-  Unité a: roche volcanique altérée
-  Unité b: sol non-granitique
-  Unité c: sol granitique
-  Unité d: latérite
-  Contour des unités e: végétation active
-  Contour des unités f: végétation inactive
-  Unité g: bâtiments urbains
-  / indice minéralisé

Fig. 4.5 Carte d'interprétation de la Image LANDSAT False Colour

(a) Unité d'image "a" (Roche volcanique altérée)

Cette unité prend une teinte brune jaune très claire sur une image en fausses couleurs. Elle est répartie seulement autour de Kekoro. Elle constitue une arête circulaire saillante avec un réseau hydrographique bien développé. Parmi toutes les images analysées dans cette étude celle-ci est l'unique unité d'image qui contient des renseignements sur un sol de roche affleurant.

L'étude sur place montre qu'il y a des roches volcaniques affleurantes de basalte grenu et d'andésite et que la surface du sol est altérée et présente une teinte grise verte. Le haut degré d'albédo trouve son explication dans le fait que la surface du sol est couverte de roches altérées.

(b) Unité d'image "b" (Sol non-granitique)

Cette unité présente une teinte grise un peu sombre sur une image en fausses couleurs ainsi qu'une finesse plus lisse que les autres unités d'image. Bien qu'il soit difficile de définir dans une région à une végétation abondante, il est possible d'observer en détail dans une région à une végétation relativement peu abondante pour déterminer une distribution. L'étude sur place a montré qu'il s'agit d'un sol silteux à une teinte grise jaune qui contient du gravier, roche de base.

(c) Unité d'image "c" (Sol granitique)

Cette unité présente une teinte grise un peu claire sur une image en fausses couleurs ainsi qu'une finesse un peu plus grossière que l'unité d'image "f". Il

est difficile de définir dans une région à végétation abondante. La frontière avec l'unité "f" est vague.

L'étude sur place a montré que la surface du sol est couverte d'une mince couche de sable à haut degré de teneur en albédo et hautes teneurs en quartz et mica qui semblent avoir leur origine dans le granite. Cette couche de sable est jugée comme composée d'une certaine sorte de sable altéré, alors que son existence ne semble pas correspondre directement au granite de base.

(d) Unité d'image "d" (Latérite)

Cette unité présente une teinte verte foncée sombre sur une image en fausses couleurs et se fait distinguer facilement des autres unités d'image, mais son contour est flou. Elle est distribuée presque partout dans la région étudiée et est particulièrement dense dans la région centrale. L'étude sur place a montré que une croûte du sol latéritique dur affleure aux sommets de la topographie en forme d'arête. On n'a trouvé aucune différence de tonalité entre les latérites suivant l'origine de roches.

(e) Unité d'image "e" (Végétation active, forêt)

Cette unité présente une teinte rouge foncée un peu sombre sur une image en fausses couleurs. Elle est distribuée dans une vaste région s'étirant du nord-ouest au sud-ouest le long de la rivière Baoule. Elle présente un contact altéré avec l'unité d'image "c". L'étude sur place a montré une forte densité de hauts arbres à teinte verte relativement foncée tels que Nere, Karite et Manguier.

(f) Unité d'image "f" (Végétation inactive)

Cette unité présente une teinte rouge pâle un peu claire sur une image en fausses couleurs. Elle est répartie par presque toute la région étudiée. Les distributions des unités d'image "e" et "f" se chevauchent souvent.

L'étude sur place a montré que des plantes jaunes flétries hautes de moins de 1 m et semblables au riz couvrent la surface du sol.

(g) Unité d'image "g" (Batiments urbains, terrain inoccupé)

Cette unité présente une teinte blanche très claire sur une image en fausses couleurs et une frontière distincte avec les autres unités d'image. Les batiments urbains faits principalement de briques en terre (séchées au soleil qui sont des modèles artificiels sont facilement identifiés. Le terrain inoccupé qui est réparti sporadiquement comme points blancs dans presque toute l'étendue de l'image, en revanche, est constitué de terrain spécial à fourmilières agglomérées en masse presque sans végétation.

(h) Unité d'image "h" (feu de brousse)

Cette unité présente une teinte noire très sombre sous l'effet d'une sous-tonalité sur une image en fausses couleurs et se chevauche souvent avec la distribution de l'unité d'image "e". L'étude sur place a montré que le feu de brousse se pratique dans presque toute la région étudiée, la plupart de la surface du sol étant couverte de substances charboneuses. Les matières clairement distinguées sur l'image sont celle d'une période relativement nouvelle. Il paraît que pour des raisons tradition-

nelles les feus de brousse se pratiquent souvent dans des régions de latérite.

(2) Modèle structurel

Le tableau 4.2 représente un tableau synoptique des éléments de modèle tandis que la figure 4.6 représente celle d'analyse de la structure géologique.

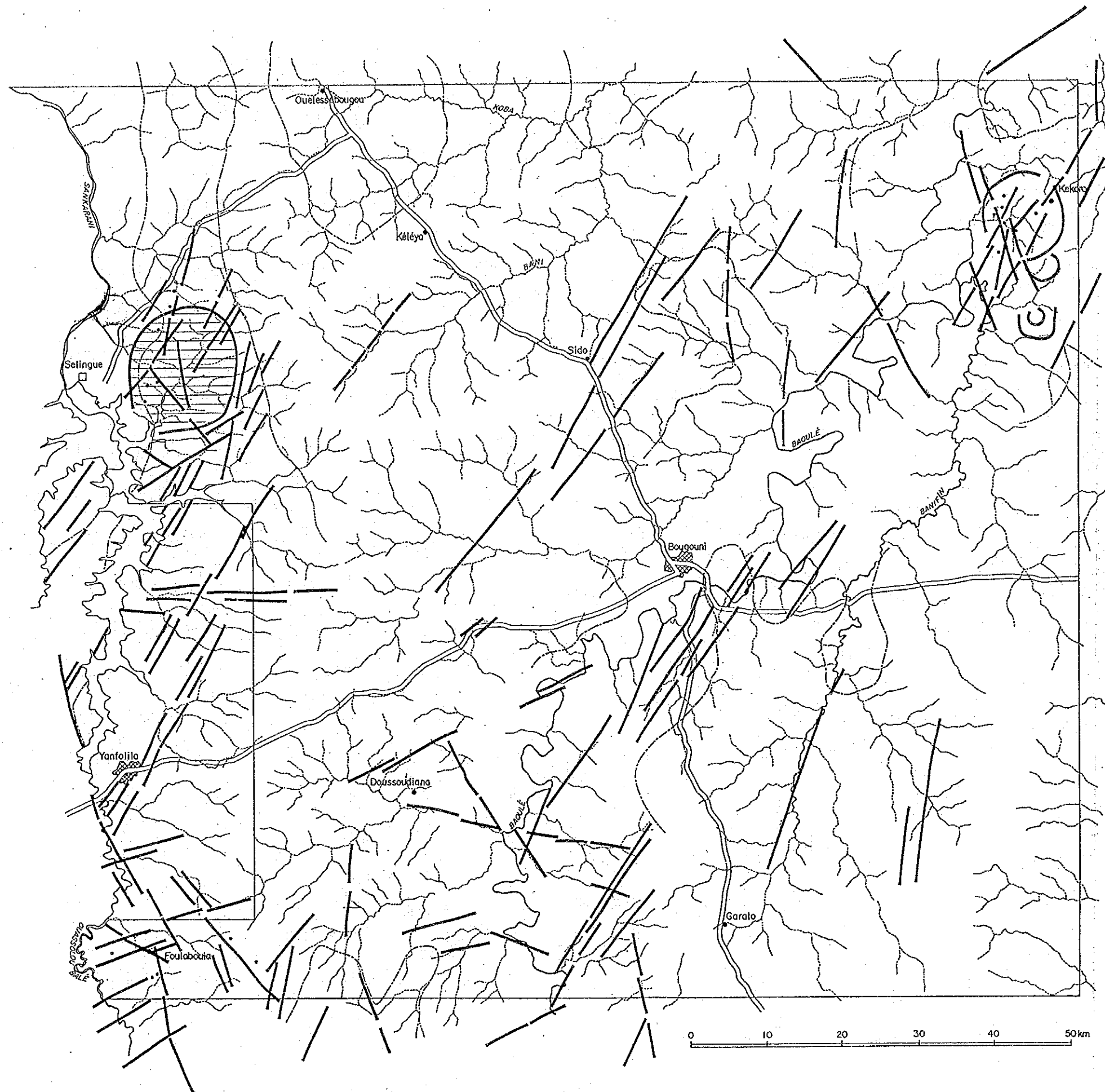
Table 4.2: Tableau synoptique des éléments de modèle

Elément	Nom	Caractère	Structure géologique présumée
	Linéament	Réseau hydrographique linéair, difference en tonalité linéaire, part avec un changement topographique abrupte	Faille, zone écrasée, di-clase, frontière géologique
	Cercle	Arête circulaire Réseau hydrographique ciruculaire	Filon rocheux, structure de caldeira
	Réseau hydro-graphique anomal	Changement en densité de réseau hydro-grahique, réseau hydrographique radial	Changement dans la qualité de roche des faciès de roche, mouvement structurel partiel

(a) Linéament

Le tableau 4.3 représente une liste des linéaments classifiés par azimuts tandis que la figure 4.7 représente un "rose" diagramme. Dans le rose diagramme sont indiqués la fréquence de linéaments dans le hémisphère septentrional et l'extension totale dans hémisphère méridional.

La densité de linéaments montre qu'il y a une différence remarquable selon les régions, une distribution con-



凡例/LÉGENDE


- / des éléments de modèle
- α: / Linéament
 - β: ○ Cercle
 - γ:  Réseau hydrographique anormal
 - / Contour géologique
- - - (d'image du LANDSAT)

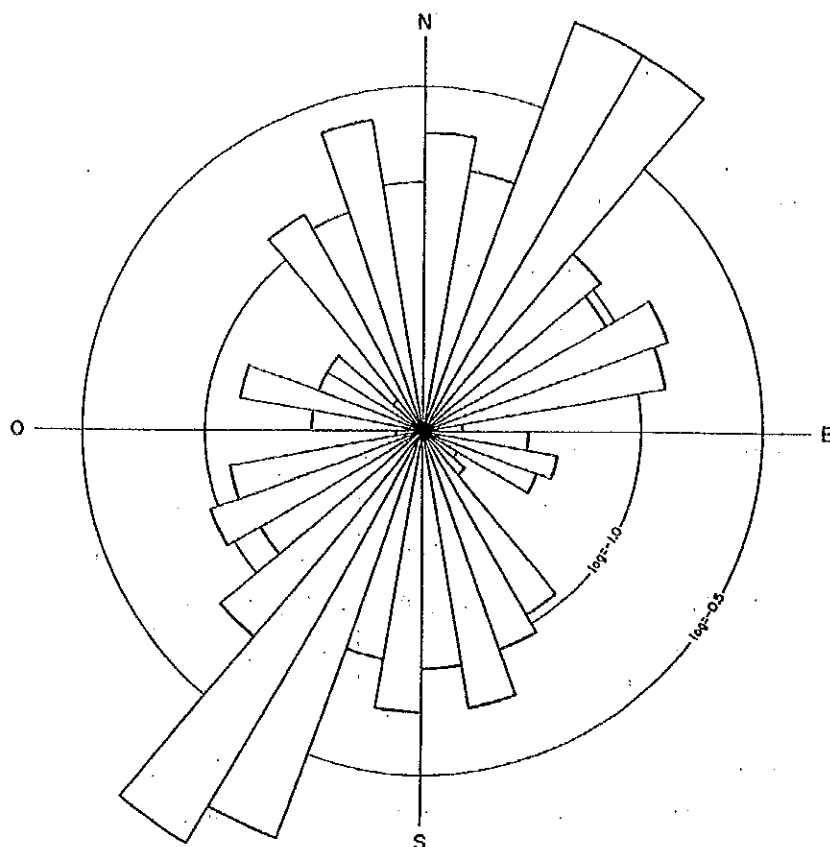
Fig. 4.6 Carte d'interprétation structurale de géologique

centrée se trouvant principalement dans les 4 endroits suivants:

- 1) Région de Selingue
- 2) Région de Foulaboula
- 3) Région autour de Bougouni
- 4) Région autour de Kekoro

Table 4.3: Liste des lineaments classifiés par directions

Direction	Frequence			Etendue		
	n	n%	LOG	km	n%	LOG
W90 W81	2	1.2	-1.93	14.0	1.1	-1.97
W80 W71	4	2.3	-1.63	18.8	1.4	-1.84
W70 W61	2	1.2	-1.93	16.4	3.0	-1.90
W60 W51	2	1.2	-1.93	7.6	0.6	-2.24
W50 W41	1	0.6	-2.24	8.8	0.7	-2.17
W40 W31	7	4.1	-1.39	37.6	2.9	-1.54
W30 W21	6	3.5	-1.46	45.6	3.5	-1.46
W20 W11	13	7.6	-1.12	72.4	5.5	-1.26
W10 W01	7	4.1	-1.39	48.2	3.7	-1.43
0 E10	11	6.4	-1.19	72.2	5.5	-1.26
E11 E20	8	4.7	-1.33	45.8	3.5	-1.46
E21 E30	41	23.8	-0.62	297.8	22.7	-0.64
E31 E40	41	23.8	-0.62	444.8	33.9	-0.47
E41 E50	6	3.5	-1.46	63.8	4.9	-1.31
E51 E60	5	2.9	-1.54	31.6	2.4	-1.62
E61 E70	8	4.7	-1.33	44.6	3.4	-1.47
E71 E80	7	4.1	-1.39	34.0	2.6	-1.59
E81 E90	1	0.6	-2.24	6.8	0.5	-2.29
TOTAL	172	100.0		1310.8	100.0	



Nombre de data: 172
 Longueur total de linéament (km): 1,310.8

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

Fig. 4.7 Le Diagramme de Rose

La distribution de linéaments correspond pour la plupart à la région où sont présentes les couches Birrimiennes volcano-sédimentaires, ce qui témoigne une interrelation géologique évidente.

On trouve une direction remarquable de linéaments du nord-est au sud-ouest qui est développé par presque toute la région étudiée. Dans ladite région à haute densité de linéaments apparaît une direction du nord-nord-ouest au sud-sud-est en plus de celui du nord-est

au sud-ouest. Si l'on considère ces deux directions comme un système de faille, alors elles apparaissent comme conjuguées.

Dans l'étude sur place, par suite d'une exposition faible il était impossible de saisir la situation actuelle de linéaments. Aux points correspondant à des linéaments on a observé des différences de niveau et des bas-fonds linéaires.

(b) Cercle

Dans la région de Kekoro on observe une structure circulaire de 10 km de diamètre composée de quelques linéaments circulaires, un réseau hydrographique et une arête circulaire. Dans l'étude sur place on a découvert un filon rocheux circulaire dont la composition se situe entre le basalte grenu et l'andésite. Dans la région de Kekoro on constate une concentration de linéaments, qui néanmoins ne recoupe pas la structure circulaire.

(c) Réseau hydrographique anomal

Dans la région de Selingue le réseau hydrographique est dense et il existe une région à réseau hydrographique énorme constituant presque un cercle de 15 km de diamètre qui convergent radialement. Il semble que cette région, où se trouvent aussi beaucoup d'ondulations de terrain, a des caractéristiques géologiques différentes de celles des environs. Dans cette région on a pas pu faire suffisamment de travaux pendant l'étude présente. Cette région qui est caractérisée par une arête saillante et une érosion fluviale profonde montre un mouvement de soulèvement relativement récente.

CHAPITRE 5: ÉTUDE GÉOLOGIQUE

5.1 Méthode d'étude

Lors de l'étude, nous avons organisé 4 groupes d'étude, chacun composé d'un japonais et un partenaire local.

De la région à étudier (superficie 14.000 km²), nous avons choisi les routes qui longent les chemins principaux et celles qui traversent le contact entre les couches Birrimiennes volcano-sédimentaires et le faciès granitique comme les indique la carte géologique existante et nous avons étudié lesdites routes. Les routes étudiées longent de certains chemins et leurs emplacements sont identifiables à partir de certains points de départ clairement indiqués sur une carte topographique (tels qu'un point de bifurcation de chemin, un pont grand etc.).

L'étude géologique a été exécutée en faisant attention à la présence d'une tête affleurante ou de pierres roulées ainsi que la présence de quartz brèche ou d'autres brèches dans le latérite. Les matières observées sont indiquées sur une carte topographique à l'échelle de 1/50.000.

La prospection géochimique a été faite parallèlement à l'étude géologique en extrayant des échantillons tous les 500 m ou 1.000 m contés par le compteur journalier de la voiture le long de la route étudiée. Normalement on a des échantillons de sol à un niveau 30 jusqu'à 50 cm sous la surface de terre et cependant quelques échantillons ont été extraits d'une fourmilière.