

RY

RAPPORT DE PROSPECTION MINIERE
DANS LA REGION DE BOUGOUNI
REPUBLIQUE DU MALI
RAPPORT FINAL

FEVRIER 1994

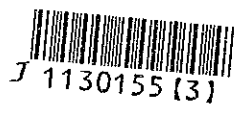


L'AGENCE JAPONAISE POUR LA COOPERATION INTERNATIONALE
L'AGENCE JAPONAISE MINIERE DES METAUX

MPN

GR(4)

94-026



J 1130155 (3)

Préface

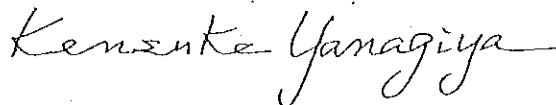
A la demande du gouvernement de la République du Mali, le gouvernement du Japon a confié à "l'Agence Japonaise pour la Coopération Internationale (JICA)", l'exécution des études sur l'exploration au moyen de la géologie et de la géochimie, pour confirmer les potentialités en ressources minérales de la 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 étaient exécutées pendant trois années de 1991 à 1993 avec le concours du gouvernement de la République du Mali.

Le rapport, comprend les résultats des études.

Nous témoignons notre sincère reconnaissance aux organismes officiels interressés, au Ministère des Affaires Etrangères, au Ministère de l'Industrie et du Commerce, à l'Ambassade du Japon au Sénégal, ainsi qu'aux entreprises concernées.

Février 1994



Kensuke YANAGIYA

Président,

L'Agence Japonaise pour la
Coopération Internationale



Takashi Ishikawa

Président

L'Agence Japonaise Minière
des Métaux

Résumé

Nous avons dressé ce rapport sur les résultats des études coopératives de l'exploitation de ressources à la région de Bougouni en République du Mali, exécutées pendant trois années de 1991 à 1993.

Les objectifs des études étaient la découverte des gisements d'or par l'élucidation de la géologie et la minéralisation à la région de Bougouni et la transmission des techniques des études aux partenaires maliens en exécutant des études.

Nous avons exécuté les études pendant trois années comme suivantes.

La première année : l'étude des documents, l'analyse des images de Landsat, le traçage sur la surface, l'étude géologique et géochimique, l'étude des composantes de latérite, l'étude des indices minéralisés (22 domaines). La superficie des études est de 1400 km².

La deuxième année : l'étude géochimique en général était exécutée pour trois domaines (2500 km²), et celle en détail pour trois domaines D-1, -2, et -3 dans le secteur Sélingué (80 km²).

La troisième année : l'étude géochimique en général était exécutée pour deux domaines (2000 km²), et celle en détail pour le domaine de Silobougou dans le secteur Sélingué (4 km²)

Le secteur étudié en général

Par les résultats de nos études, nous avons sélectionné les huit domaines, comme suivants, favorables à la potentialité des gisements d'or.

- (1) Le domaine au sud de Daba : au coeur du secteur Sélingué,
- (2) Le domaine autour de Kongolibala : à l'ouest du coeur du secteur Sélingué,

- (3) Le domaine au sud de Nénéko : au nord du coeur du secteur Sélingué,
- (4) Le domaine à l'ouest de Sankama : au nord du secteur Sélingué
- (5) Le domaine au sud-est de Sankama : au nord-est du secteur Sélingué,
- (6) Le domaine de Kékoro : autour des monts circulaires à l'ouest de Kékoro au nord-est du secteur Kékoro,
- (7) Le domaine de Sagala : autour de Sagala situé au bout nord-ouest du secteur Kékoro,
- (8) Le domaine de Banko : à l'ouest de Banko situé au sud du secteur Bougouni.

Dedans, le domaine au coeur du secteur Sélingué ((1), (2) et (3)) et le domaine au nord-est du secteur Kékoro ((6)) passent avant les autres domaines, parce que ces deux domaines accompagnent les anomalies géochimiques en Au, les zones des puits d'extraction de paillette et les zones des fragments quartz épanchés sur la surface.

Le secteur étudié en détail

Nous avons sélectionné les trois domaines pour exécuter les études en détail comme D-1 ((3) compris), D-2 ((1) et (2) compris) et D-3 au coeur du secteur Sélingué, secteur avec la haute potentialité et nous avons exécuté les études géochimiques en détail. Par ces études, nous avons encore plus sélectionné "un domaine de Silobougou" comme le plus favorable dans le domaine de D-2 et exécuté les études en plus détail.

L'objectif des études dans le domaine de Silobougou était la gisement d'or hydrothermale comme ceux de Syama ou de Kalana, gisements dans les formations birrimiennes. Ces deux gisements connues sont contrôlés par les failles et les fentes, et accompagnent les roches lamprophyriques ou les diorites semblant avoir quelque relation à la minéralisation. La tectonique et la

caractéristique de la minéralisation dans le domaine de Silobougou ne sont pas claires par pauvres affleurements des roches, mais les plusieurs indices superficiels comme l'existence de la zone longue d'extraction de paillette (elle s'appelle zone de paillette de Silobougou), la distribution des fragments de quartz dans la zone et les blocs des roches holocristallines hydrothermalement altérées, montrent la haute possibilité d'existence des gisements d'or hydrothermales.

Par les résultats sus-cits, nous proposons les études de l'avenir comme suivantes.

Le secteur étudié en général

Le domaine autour des monts circulaires à l'ouest de Kékoro situé au nord-est du secteur Kékoro (le domaine de Kékoro) passe avant les autres, et nous recommandons d'exécuter encore plus les études comme suivantes.

* L'étude géologique : Pour élucider l'activité magmatique favorable à la minéralisation en Au et pour sélectionner des objectifs, on étudie en détail sur la distribution et l'altération des roches intrusives recoupant le bed-rock.

* L'étude géochimique : Pour sélectionner des zones des anomalies géochimiques et pour trapper des zones minéralisées, on étudie l'étude géochimique en détail sur le sol. Le même étude sur les roches est aussi utile parce que les affleurements ou fragments des roches se trouvent comparativement abondamment dans le domaine. Après que les domaines sont sélectionnés par les études sus-dites, il serait souhaitable que les études géophysiques ou les sondages soient exécutées pour trapper des zones minéralisées.

Pour les domaines sélectionnés par les études géochimiques et laissés sans exécution des études détaillées (à l'ouest de Sankama, au sud-est de Sankama, à Sagala et à Banko), il serait souhaitable que les études géologiques et géochimiques détaillées

soient exécutées aux parties avec les indices ou les anomalies géochimiques.

Le secteur étudié en détail

Il serait souhaitable que les études actives soient exécutées à la zone d'extraction de paillette de Silobougou et autour des anomalies géochimiques près de L-10 et W-15.

Pour la zone de Silobougou, nous recommandons les études actives comme suivantes ;

- * l'étude géologique pour les puits d'extraction,
- * l'étude géophysique (électrique, électromagnétique et magnétique) pour élucider la situation ou la pendage des zones minéralisées et pour élucider la position des roches intrusives,
- * les sondages peu profondes,
- * les sondages profonds pour trapper des zones minéralisées primaires après les études sus-dites.

Pour les deux anomalies géochimiques en Au, nous recommandons les études comme suivantes ;

- * l'étude géologique pour les puits d'extraction près des anomalies,
- * l'étude géophysique (électromagnétique) pour élucider la situation et la pendage des zones minéralisés,
- * les sondages peu profondes.

Les domaines de Nénéko et de Silobougou dans le secteur Sélingué montrent les mêmes indices et la potentialité d'existence des filons de quartz aurifère semble être haute.

Il serait souhaitable que l'étude géochimique détaillée s'exécute comme pour le domaine de Silobougou.

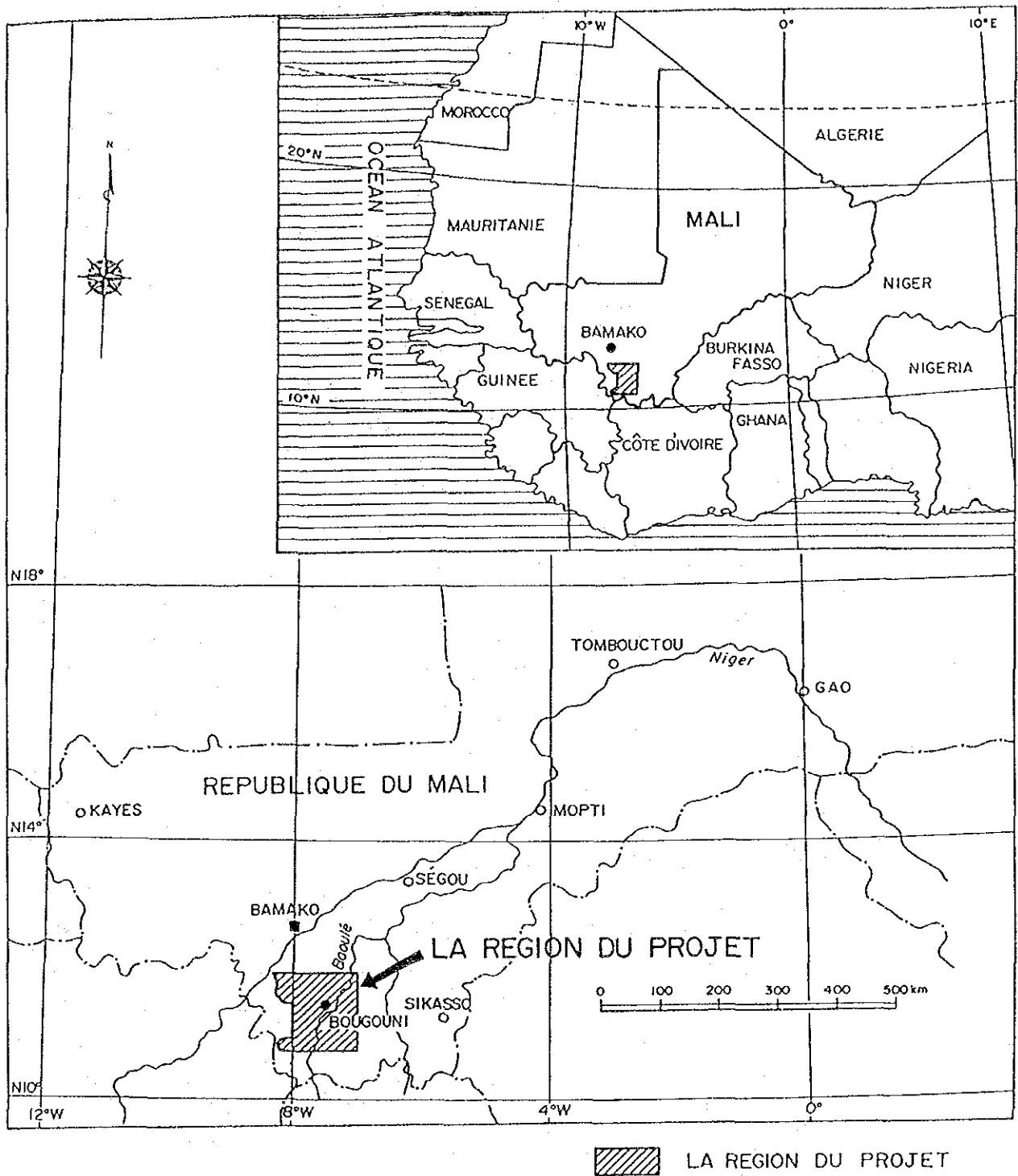


Fig.1 Carte de situation étudiée

CONTENTS

	Pages
PREFACE	
RESUME	
Chapitre 1 Introduction.....	1
1.1 Aperçu des études.....	1
1.1.1 Région d'étude.....	1
1.1.2 Cadre d'étude.....	1
1.1.3 Calendrier et cadres d'étude.....	1
1.2 Géographie.....	6
1.2.1 Localisation et accès.....	6
1.2.2 Morphologie et hydrographie.....	7
1.2.3 Climat et flore.....	7
1.3 Historique d'étude passée.....	10
1.3.1 Aperçu d'étude passée.....	10
1.3.2 Géologie à la région.....	10
1.3.3 Gisements en or à la région sud-ouest du Mali..	18
Chapitre 2 Résultats des étude.....	29
2.1 Analyse d'images de Landsat.....	29
2.1.1 Méthode d'analyse.....	29
2.1.2 Résultat d'analyse.....	37
2.2 Etude des indices minéralisés.....	48
2.2.1 Méthode d'étude.....	48
2.2.2 Résultats de l'étude.....	48
2.3 Composition chimique de la terre.....	52
2.3.1 Objectif et méthode.....	52
2.3.2 Composition chimique de la terre.....	52
2.3.3 Observations.....	58
2.4 Etude géologique et géochimique.....	60
2.4.1 La région de Bougouni.....	60
(1) Géologie.....	60
(2) Etude des zones de minéralisation.....	87
(3) Résutats d'étude géochimique.....	99
2.4.2 Secteur de Sélingué.....	119
(1) Domaines de D-1,D-2 et D-3.....	119
(2) La partie de Silobougou.....	125

Chapitre 3	Conclusion et proposition.....	153
3.1	Conclusion.....	153
3.2	Proposition.....	155

REFERENCES

APPENDICE

Organigramme sur l'étude à la région de Bougouni
 Organigramme sur la sélection de parties favorables à
 l'exploration à la région de Bougouni

FIGURE

Fig. 1	Carte de situation étudiée	
Fig. 2	Localisation des secteurs d'étude.....	2
Fig. 3	La région du projet.....	6
Fig. 4	Climat et flore.....	9
Fig. 5	Exploration ancienne dans la région.....	11
Fig. 6	Carte structurale de l'Afrique occidentale.....	11
Fig. 7	Esquisse géologique du Mali (UNDP,1987).....	13
Fig. 8	Esquisse géologique à la région de Bougouni étudiée..	16
Fig. 9	Répartition des gisements aurifère du Sud-ouest du Mali.....	19
Fig.10	La province aurifère de Kéniéba (UNDP-DNGM,1987).....	20
Fig.11	Environnement géologique du gisement de Kalana (J.P.Bassot et H.Traoré,1980).....	25
Fig.12	Coupe idéalisée du gisement de Kalana (J.P.Bassot et H.Traoré,1980).....	25
Fig.13	Environnement géologique du gisement de Syama (S.F.Olson et al,1992).....	27
Fig.14	Coupe idéalisée du gisement de Syama (S.F.Olson et al,1992).....	27
Fig.15	Carte d'index des images de LANDSAT.	30
Fig.16	Carte de la région de l'analyse.....	31

Fig.17	La image de LANDSAT False Colour.....	33
Fig.18	La image aux composantes principales comprimés.....	35
Fig.19	Carte d'interprétation de la image de LANDSAT False Colour.....	39
Fig.20	Carte d'interprétation de la structure géologique.....	43
Fig.21	Le diagramme de rose.....	47
Fig.22	Carte de situation des minéralisés dans la région étudiée.....	49
Fig.23	Relation de $SiO_2-(Al_2O_3+Fe_2O_3)$	54
Fig.24	Composition chimique de la terre.....	56
Fig.25	Relation de $Al_2O_3-TiO_2$	57
Fig.26	Relation de L.I.-(Al_2O_3/TiO_2).....	57
Fig.27	Plan et profil géologique du secteur de Sélingué.....	61
Fig.28	Plan et profil géologique du secteur de Doussaudiana.....	63
Fig.29	Plan et profil géologique du secteur de Keleya.....	65
Fig.30	Carte et coupe générale du secteur de Bougouni.....	67
Fig.31	Carte et coup générale du secteur de Kékoro.....	69
Fig.32	Profil stratigraphique idéalisé.....	71
Fig.33	Diagramme de variation des oxydes (D.I.).....	83
Fig.34	Diagramme de MFA.....	83
Fig.35	Diagramme de ACF.....	83
Fig.36	Diagramme du classement des roche par NORME $Q-An-(Or+Ab)$	84
Fig.37	Histogramme des températures de l'homogénéisation....	95
Fig.38	Le modèle du gisements de placer aurifère.....	98
Fig.39	La méthode d'analyse chimique.....	100
Fig.40(1)	La distribution et l'analyse des fréquences cumulées (Au et Ag).....	102
Fig.40(2)	La distrebuton et l'analyse des fréquences cumulées (Cu,Pb et Zn).....	103
Fig.40(3)	La distrebuton et l'analyse des fréquences cumulées (As et Sb).....	104
Fig.41	Distribution des anomalies géochimiques.....	109
Fig.42	Distribution des roches intrusives (Secteur de Kékoro nord-est).....	115

Fig.43	Distribution anormale géochimique en or (Secteur de Kékoro nord-est).....	116
Fig.44	Géologie, indices minéralisés et anomalies géochimiques en or (la partie nord-est du secteur de Kékoro).....	117
Fig.45	Analyse d'étude géochimique à D-1.....	123
Fig.46	Analyse d'étude géochimique à D-2.....	124
Fig.47	Plan et profil géologique dans le domaine de Silobougou.....	127
Fig.48	Résultat de mesure de la température d'homogénéisation(secteur étudié en détail).....	133
Fig.49	Coupe Schématique NW-SE de l'occurrence aurifère de Silobougou.....	135
Fig.50-1	Distribution des fréquences cumulées et analyse de distribution des fréquences cumulées pour la zone étudiée en détail (Au,Cu,Pb).....	138
Fig.50-2	Distribution des fréquences cumulées et analyse de distribution des fréquences cumulées pour la zone étudiée en détail (Zn,As,Sb).....	139
Fig.51	Résultats d'analyse géochimique de la zone étudiée en détail.....	141
Fig.52	Yanfolila sillon et Les occurrences aurifères.....	147

TABLEAU

Tableau	1. Secteurs étudiés.....	1
Tableau	2. Etudes en campagne et en laboratoire.....	3
Tableau	3. Cadres pour l'élaboration et la discussion du projet.....	4
Tableau	4. Missions des études.....	5
Tableau	5. Température moyenne, humidité moyenne et précipitation.....	9
Tableau	6. Tableau synoptique des unités d'image.....	37
Tableau	7. Tableau synoptique des éléments de modèle.....	42

Tableau 8.	Liste des linéaments classifiés par directions..	47
Tableau 9.	La matrice relative.....	57
Tableau 10.	Classement des roches granitiques.....	80
Tableau 11.	Composants chimiques du groupe des roches granitique.....	80
Tableau 12.	Datation par la methode Rb-Sr sur le groupe des roches granitiques.....	84
Tableau 13.	Valeurs analysées sur les échantillons.....	99
Tableau 14.	Valeur statistique (secteur étudié en général).	101
Tableau 15.	Valeur de seuil et classement des anomalies....	105
Tableau 16.	Matrice de la corrélation (secteur étudié en général).....	106
Tableau 17.	Analyse des composantes principales (secteur étudié en général).....	107
Tableau 18.	Distribution des anomalies géochimiques (dans les secteurs étudiés en général).....	112
Tableau 19.	Facteur de statistique standard (l'indice minéralisé D-1 à Sélingué).....	120
Tableau 20.	Facteur de statistique standard (l'indice minéralisé D-2 à Sélingué).....	120
Tableau 21.	Résultats d'analyse chimique de mineral.....	130
Tableau 22.	Valeur standard.....	136
Tableau 23.	Valeur de seuil.....	137
Tableau 24.	Matrice de corrélation.....	140
Tableau 25.	Comparaison de Silobougou, Syama et Kalana.....	151

CARTE

Géologie et gisements de la région de Bougouni,
République du Mali (1/200.000)

CHAPITRE 1
INTRODUCTION

Chapitre 1 Introduction

1.1 Aperçu des études

1.1.1 Région et objectifs des études

(1) Région des études

La région des études se situe entre 10 54' et 12 00' de latitude nord et 7 00' et 8 18' de longitude ouest, au sud de la capitale Bamako située au sud-ouest de Mali (Fig.1). La superficie de la région est de 14,000 km².

(2) Objectif d'étude

Nous avons pour but, par l'analyse des images de landsat, par l'étude géologique et géochimique et par l'étude des indices minéralisés du secteur de Bougouni, l'élucidation de la géologie et de la minéralisation et nous avons aussi pour but le transmission de s la techniques d'exploration aux partenaires Maliens.

1.1.2 Cadre d'étude

On a fait à la région, l'analyse des images de landsat, l'étude géologique et géochimique (en général ou en détail) et l'étude des indices minéralisés (Tableau 1).

1.1.3 Calendrier et cadres d'étude (Tableau 2,3, et 4)

Tableau 1 Secteurs étudiés

Année	Moyen	Secteur	Superficie km ²
Première année		Bougouni	14,000
Deuxième année	l'étude géochimique en général	Sélingué Doussoudina Kéléya	2,500
	l'étude géochimique en détail	Sélingué D-1 Sélingué D-2 Sélingué D-3	80
Troisième année	l'étude géochimique en général	Bougouni Kékoro	2,000
	l'étude géochimique en détail	Silobougou	4

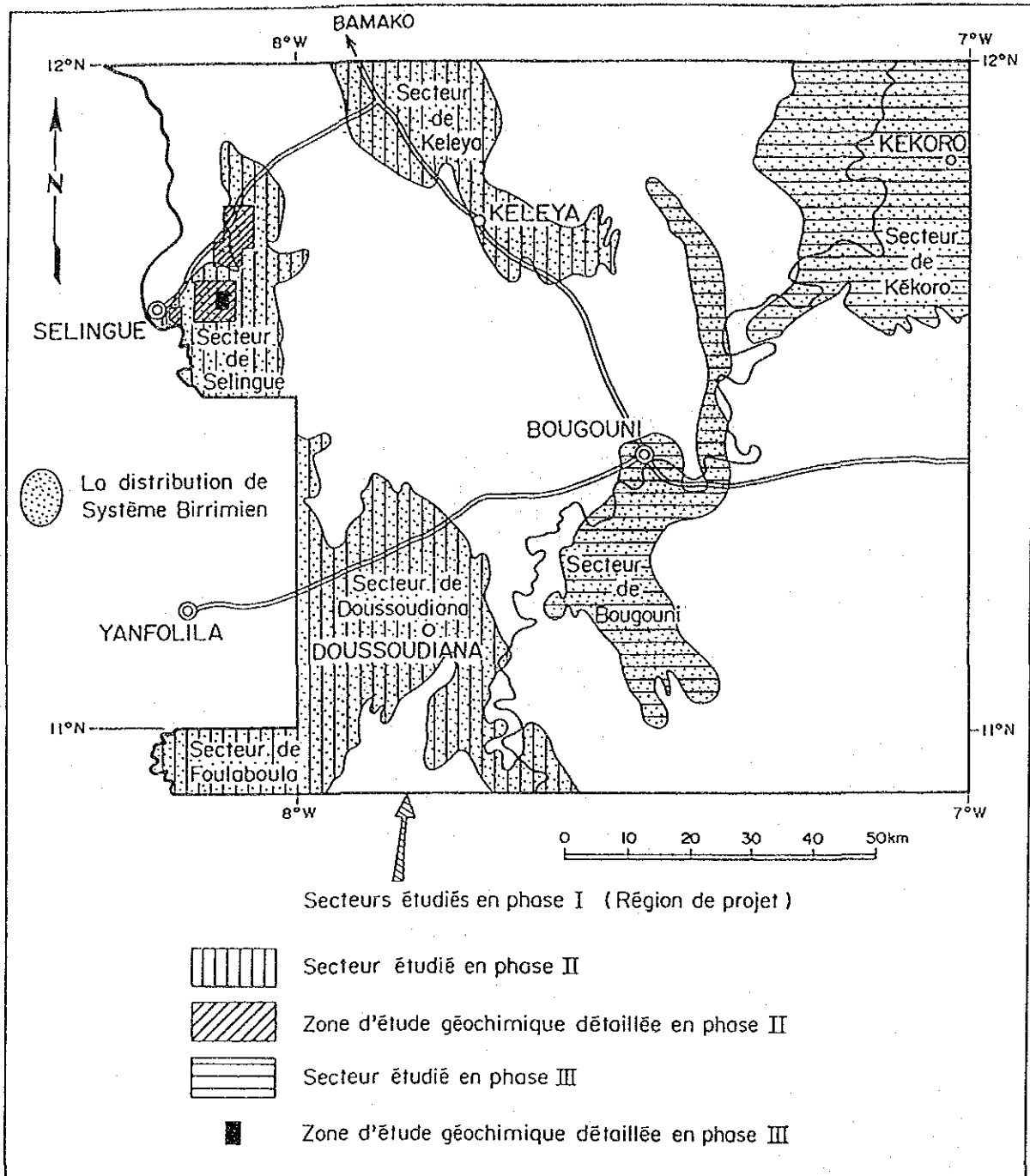


図2 調査地区位置図
 Fig. 2 Localisation des secteurs d'étude

Tableau 2 Etudes en campagne et dans laboratoire

	Première année	Deuxième année	Troisième année
Délai d'étude	Déc. 1991 - Féb. 1992	Jun 1992 - Mars 1993	Aout 1993 - Féb 1994
Analyse des images de Landsat	14,000 km ²		
Echelle des images	1/200,000		
Levé géologique	1/500,000		
Tracage en campagne	on fait en même temps d'étude géologique		
<hr/>			
Etude géologique			
Surface	14,000 km ²		
Echelle	1/50,000		
Distance à pied	500 km		
Nombre des indices mineralisés	22 (Au:20, Li:2)		
<hr/>			
Etude géochimique			
Nombre des échantillons de latérite	1,100		
Analyse chimique	SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ , CaO, FeO, MnO, MgO, Na ₂ O, K ₂ O, P ₂ O ₅ , LOI		
<hr/>			
- Etude en général	Nombre des échantillons:1,000	Sélingué, Kéleva, Doussouliana Superficie:2,500km	Bougouni, Kékoro Superficie:2,000km ²
	Analyse chimique(Au, Ag, Cu, Pb, Zn, As, Sb)	Nombre des échantillons:10,000 Analyse chimique(Au, Ag, Cu, Pb, Zn, As, Sb) Maille: 1 km(NS), 250m(EW)	Nombre des échantillons:8,000 comme gauche comme gauche
<hr/>			
Etude en détail		D1, D2 et D3 Superficie 80 km ²	Silobougou(dans D2) Superficie 4 km ²
		Nombre des échantillons:1,600 Analyse chimique(Au, Ag, Cu, Pb, Zn, As, Sb) Maille 500m(NS), 100m(EW)	Nombre des échantillons:460 comme gauche
<hr/>			
Etude dans laboratoire			
Lame mince des roches	30	30	20
Section Polie des minerais	10	20	10
Analyse chimique des roches	10 (12 composants)		
Analyse chimique des minerais	56 (Au, Ag), 1(Au, Ag, B), 3(Li)	50(Au, Ag)	30(Au, Ag)
Mesure de la température de l'homogénéisation	-	5	5
Analyse par diffraction des rayons X	10	20	10
Détermination d'age	5 (Rb-Sr)	-	-

Tableau 3 Cadres pour l'élaboration et la discussion du projet

Année	J A P O N			M A L I		
1991	Nobuyuki	MASUDA	(AJMM)	Mory	KANE	(DNGM)
	Manabu	MASUO	(DCEMAE)	Hilarion	TRAORE	(DNGM)
	Shinji	IKEDA	(MCI)	Namakan	KEITA	(DNGM)
	Masamichi	MAEJIMA	(AJCI)	Hamadoun	BA	(DNGM)
	Kousuke	TAKAMOTO	(AJMM)	Djibroula	TOGOLA	(DNGM)
			Ibrahim	SISSOKO	(DNGM)	
			Diome	DIOMBANA	(DNGM)	
			Mohamed	KEITA	(DNGM)	
			SAMAKE Kadiatou SIDIBE (MAECI)			
1992	Tetsuo	SUZUKI	(AJMM)	Monobem	OGOGNANGALY	(DNGM)
	Keita	KANDA	(AJMM)	Hilarion	TRAORE	(DNGM)
				Hamadoun	BA	(DNGM)
1993	Ken-ichi	TAKAHASHI	(AJMM)	Monobem	OGOGNANGALY	(DNGM)
				Ibrahim	SISSOKO	(DNGM)
				Hamadoun	BA	(DNGM)

AJMM : Agence Japonaise des Mines et Métaux

DCEMAE : Direction de la Coopération Economique du Ministère des Affaires Etrangères

MCI : Ministère du Commerce et de l'Industrie

AJCI : Agence Japonaise pour la Coopération Internationale

DNGM : Direction Nationale de la Géologie et des Mines

MAECI : Ministère des Affaires Etrangères et de la Coopération Internationale

Tableau 4 Missions des études

Année	J A P O N			M A L I		
1991	Atsushi TAKEYAMA	(Chef)	SUMICON	Hamadoun BA	(Chef)	DNGM
	Jiro NATOI		id.	Ibrahim SISSOKO		id.
	Hideo SUZUKI		id.	Diome DIOMBANA		id.
	Hajime TAKANO		id.	Emmanuel THERA		id.
	Toshihiko OJIRI		id.	Zoumana DEMBELE		id.
	Jun-ichi ITO		id.	Tahirou FAROTA		id.
1992	Atsushi TAKEYAMA	(Chef)	SUMICON	Hamadoun BA	(Chef)	DNGM
	Hideo SUZUKI		id.	Ibrahim SISSOKO		id.
	Takaaki NAGAO		id.	Dione DIOMBANA		id.
	Hajime TAKANO		id.	Emmanuel THERA		id.
				Hamidou GUINDO		id.
				Moussa DIALLO		
1993	Akira TAKIGAWA	(Chef)	SUMICON	Hamadoun BA	(Chef)	DNGM
	Takumi ONUMA		id.	Ibrahim SISSOKO		id.
	Hajime TAKANO		id.	Soukalo KONE		id.
	Eiichi FUKUDA		id.	Emmanuel THERA		id.
				Siraman DIAKITE		id.
				Tahirou FAROTA		id.
				Hamidou GUINDO		id.

SUMICON : Sumiko Consultants Co., Ltd.

DNGM : Direction Nationale de la Géologie et des Mines

1.2 Géographie

1.2.1 Localisation et accès

La région d'étude se situe entre 10 54' et 12 00' de latitude nord et entre 7 00' et 8 18' de longitude ouest, au sud de la capitale Bamako située au sud-ouest du Mali.

La grand voie en passant Bougouni situé au centre de la région d'étude arrive à Sikasso en est et arrive à Yanfolila en ouest. En employant la route pavée on peut arriver à Bougouni de Bamako (environ 160 km) en deux heures par véhicule (Fig.3).

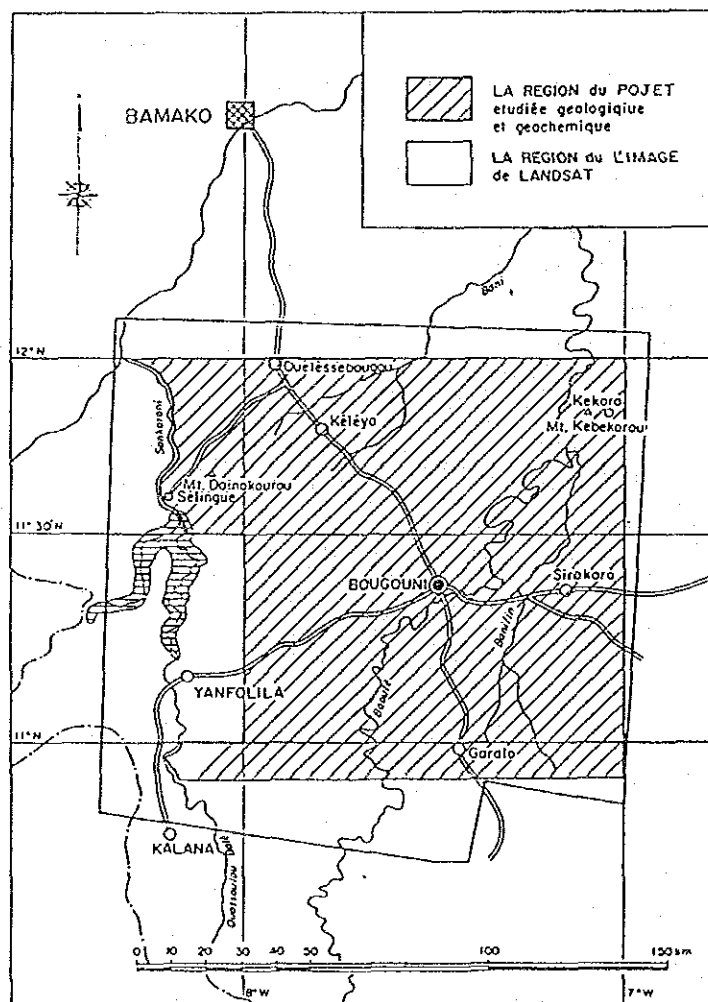


Fig.3 La région du projet

1.2.2 Morphologie et hydrographie

La plupart de la région d'étude est la pénéplaine d'altitude de 350 à 390m. On trouve l'aspect montagneux plus de 500m à la partie nord-est et de 400m à 500m, à la partie nord-ouest. Celle-là aux alentours de Mt.Kebekorou se compose de dolérite et celle-ci, aux alentours de Mt.Dainokourou se compose roche de la formation birrimienne.

Dans la région, la plupart des rivières coulent, en serpentant, vers le nord ou le nord-est-nord, comme la rivière de Baoule et ses affluents, Banifing et Sankarani. La plaine d'alluvion développe le long de rivières.

La rivière Baoulé coule vers le nord en traversant la région de la formation birrimienne, après elle change de la direction près de Bougouni vers le nord-est. La rivière Sankarani coule vers le nord le long de la limite entre le granite et de la formation birrimienne au bout nord-est de la région.

1.2.3 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 millimètres 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 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 l'on voit la végétation de type steppe, on observe 700 millimètres des pluies par an. L'écart des températures entre le jour et la nuit peut être très

sensible surtout pendant avril et juin. En décembre il souffle un vent sec.

Dans la partie sud comprenant la zone de recherche, la végétation est de type savane continental. 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 degré C.) et la nuit (6-10 degré C); l'autre, sèche et chaude de mars à mai, connaît des températures plus élevées (35-45 degré 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 millimètres contre 1,200-1,500 millimètres 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, le néné, 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.

Tableau 5.

Température moyenne, humidité moyenne et précipitation

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sép	Oct	Nov	Déc
Température	24.8	27.7	30.3	31.5	31.3	29.0	26.6	25.8	26.3	27.4	26.4	24.5
Humidité	28	23	23	35	52	67	77	83	80	68	50	36
Précipitation	0.5	0.5	3.0	15.6	61.6	145.1	244.2	326.1	215.3	65.7	7.5	1.4

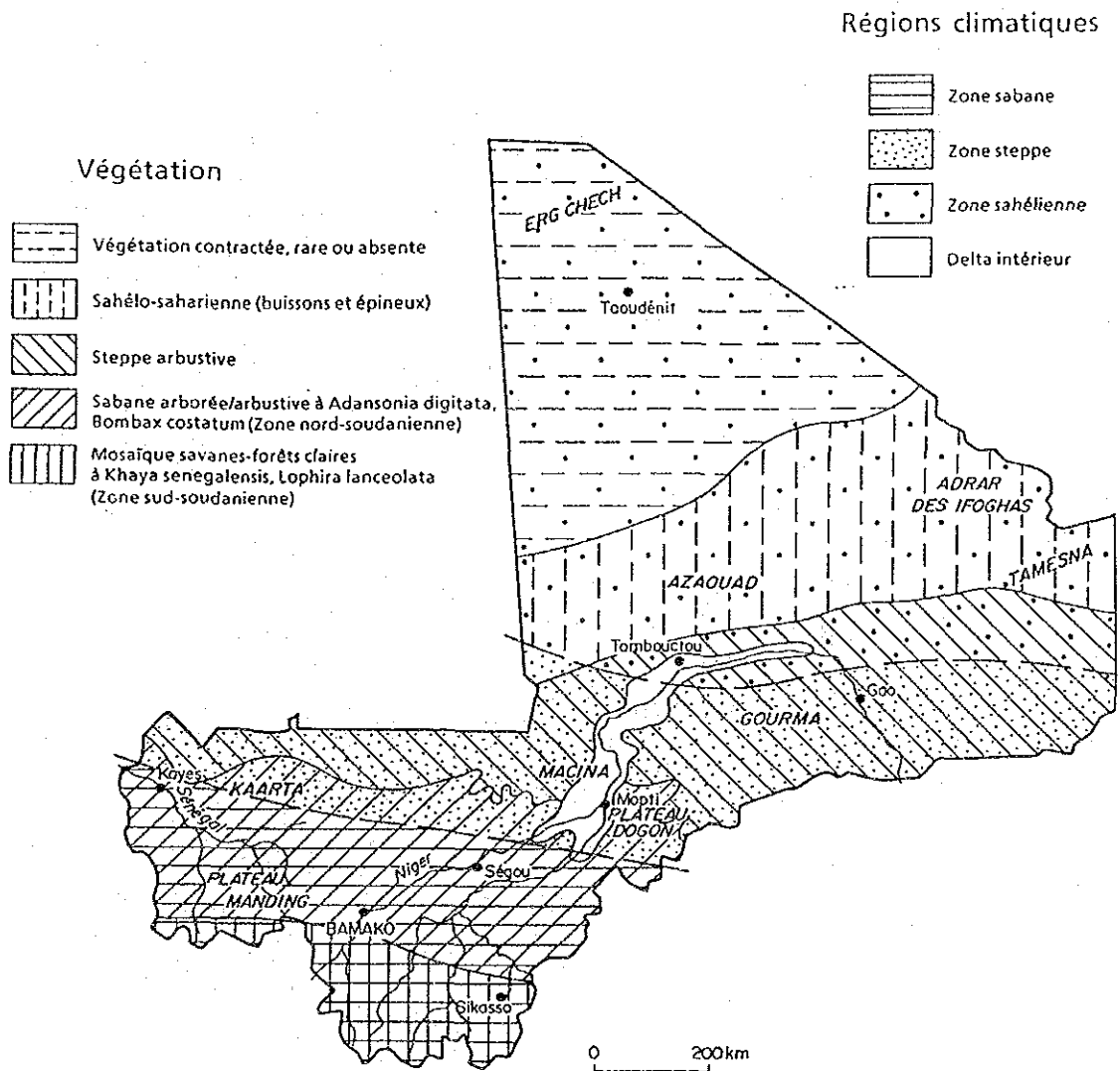


Fig.4 Climat et flore

1.3 Historique d'étude

1.3.1 Aperçu d'étude passée

Dans la région étudiée il n'existe aucune mine en cours d'exploitation; dans les parties extrême sud et nord-est de cette région se sont exécutées de considérables activités de d'exploration jusqu'à présent (Fig.5).

L'historique de prospections réalisées 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 des sédiments alluvieux, exécutée à Bougouni sud-ouest par SONAREM (Société Nationale de Recherches et d'Exploitation Minière)

1964-65: Forage exécuté par SONAREM dans la région de Bougouni pour extraire du spodumène dans la pégmatisite

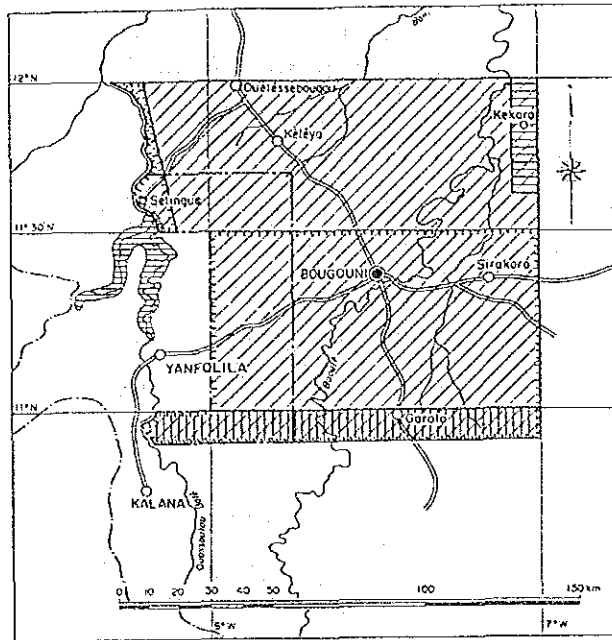
1972-74: Étude sur la vaste région de Bougouni-Sikasso (en partie, étude géochimique) exécutée par BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières) surtout sur Cu, Ni, Pb, Zn, Sn, Li, Nb

1980-90: Prospection géochimique sur la vaste région sud (25.000 km) de la République du Mali, exécuté par UNDP (United Nations Development Program) surtout pour prospecter l'or

1.3.2 Géologie à la région

(1) Résumé de la géologie de l'Afrique de l'ouest

L'Afrique de l'ouest est caractérisée par le craton Afrique de l'ouest, limité par la zone de plissements hercynienne du côté atlantique et par la zone orogénique panafricaine du côté continental (Fig.6).



- ▨ Région d'étude
- ▤ Exploration pour paillette (SONAREM 1963-65)
- ▥ Exploration aéromagnétique (SONAREM 1965)
- ▧ Etude géologique et géochimique (SONAREM 1972-74)
- ▩ Etude géochimique régionale (UNDP 1980-90)

Fig.5 Exploration ancienne dans la région

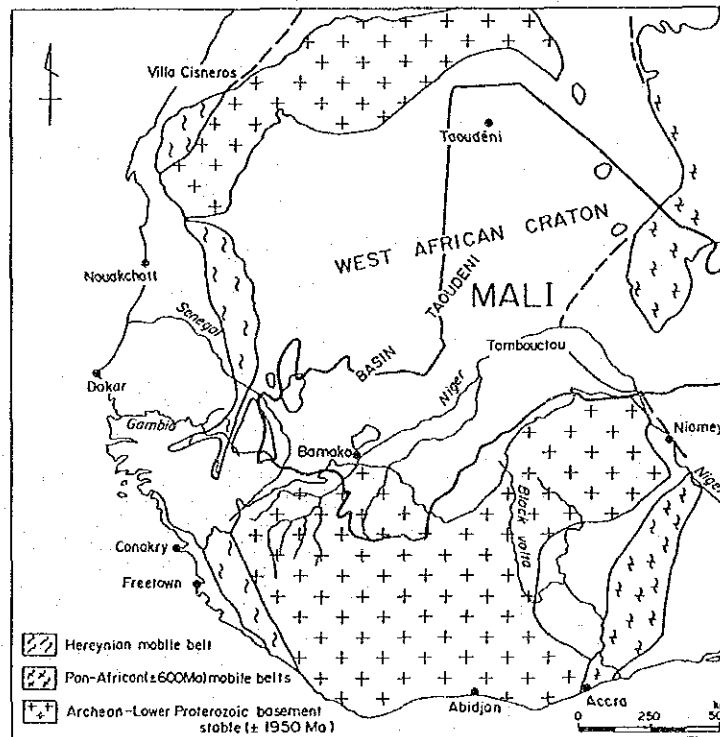


Fig. 6 Carte structurale de l'Afrique occidentale

Les épisodes tectoniques principaux dans l'Afrique de l'ouest sont les quatre orogénèses de la période précambrienne, à savoir l'orogénèse limpopolibérienne (2700 200Ma), l'orogénèse ébrunienne (2000 200Ma), l'orogénèse kibalenne (1100 200Ma) et l'orogénèse panafricaine (600 200Ma).

Au cours du paléozoïque après la fin de ces orogénèses, l'Afrique de l'ouest s'est stabilisée sur une vaste région et quoiqu'il y a eu des soulèvements et des submersions lents de la terre dès lors jusqu'à présent, elle n'a pas subi des mouvements orogéniques violents.

Le craton de l'Afrique de l'ouest est composé de roches d'origine précambrienne et de roches de sédiments sur le plateau post-précambrien; ce craton n'a pas beaucoup subi l'influence de l'orogénèse panafricaine.

La zone de plissements de l'Afrique de l'ouest composée de sédiments de plateau du paléozoïque inférieur et moyen appartient à la zone de l'orogénèse hercynienne. Elle est divisée en deux parties, l'une consistant surtout de déformation à l'est et l'autre ayant subi de déformation et de métamorphisme ainsi que l'intrusion de roche volcanique.

Comme indiqué ci-dessus, la géologie de l'Afrique de l'ouest est caractérisée par la formation et la croissance du craton, par le développement de géosynclinal et d'orogénèse au bord du craton et par les sédiments du plateau sur le craton stabilisé. Sur le bouclier précambrien on trouve tout au moins trois activités volcaniques à caractères différents parvenues depuis le paléozoïque.

(2) Aperçu de la géologie du Mali

La République du Mali, sauf une partie orientale, appartient au craton de l'Afrique de l'ouest. Le craton de l'Afrique de l'ouest englobe ce qu'on appelle le "Bassin Taoudéni" formé par

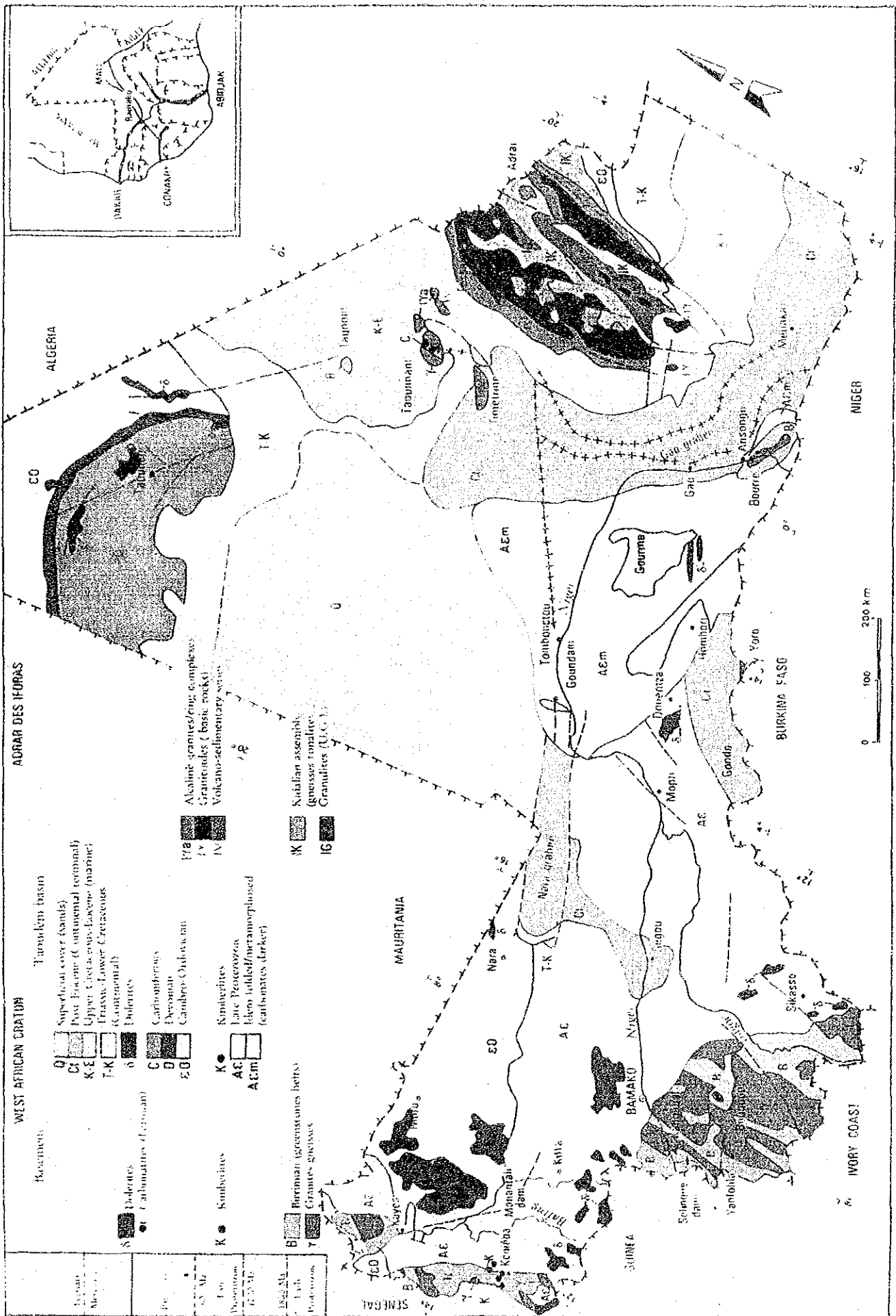


Fig.7 Esquisse géologique du Mali (UNDP, 1987)

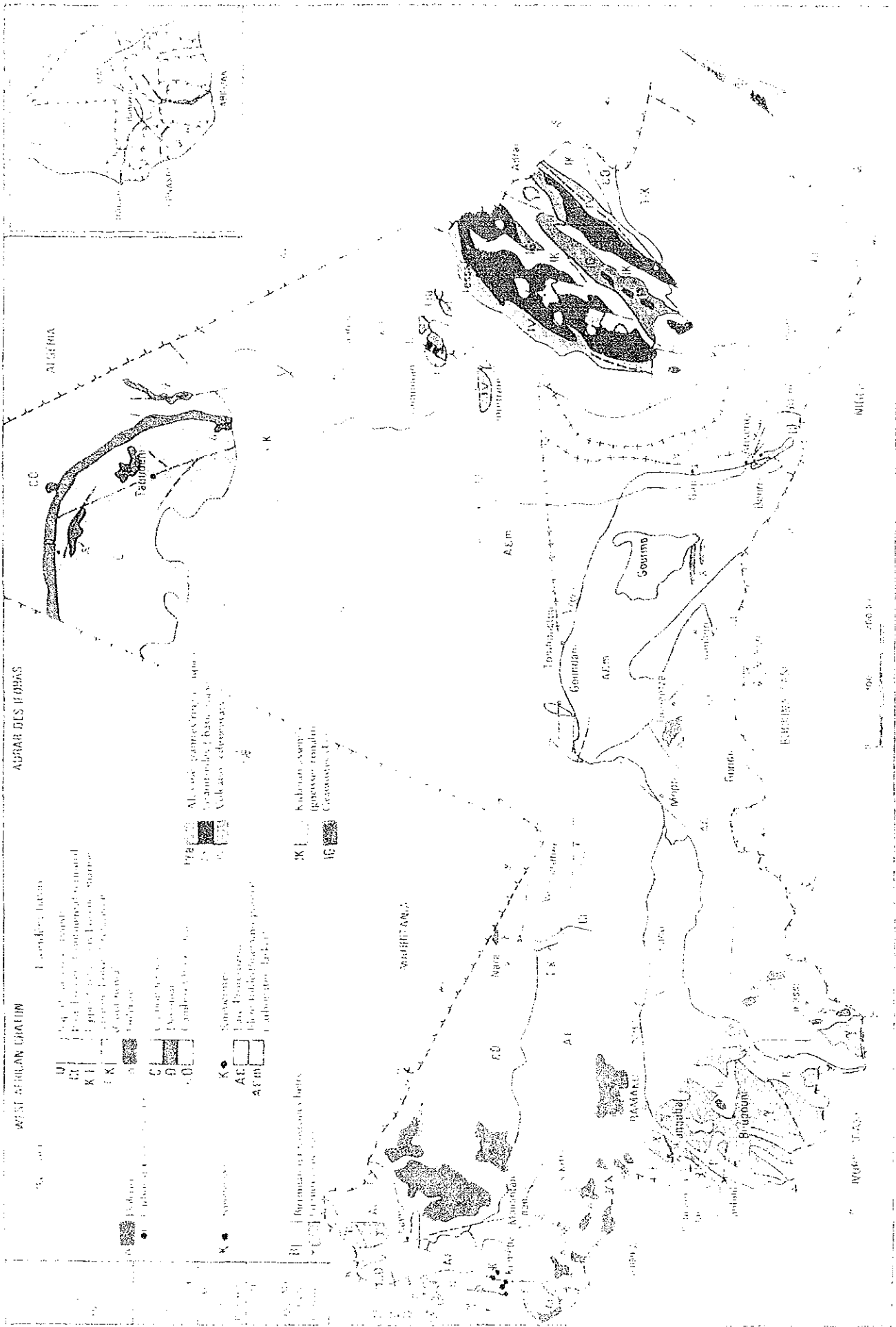


Fig.7 Esquisse géologique du Mali (UNDP, 1987)

submersion lente de la région centrale depuis le précambrien supérieur. Par conséquent, le socle ancien est divisé grosso modo en deux régions nord et sud (Fig.7).

La région étudiée est située au sud-ouest de la République du Mali et appartient à la zone méridionale du socle du craton de l'Afrique de l'ouest. Le socle du craton au sud de l'Afrique de l'ouest est divisé en deux groupes, dont le premier constitué de granite, de gneiss et de roche hybride est très répandu en antiformes tandis que le second constitue la formation birrimienne. La formation birrimienne ou zone de roche verte est divisée en deux parties, celle inférieure composée principalement de roche volcanique et celle supérieure composée principalement de roche sédimentaire.

(3) Géologie de la région étudiée (Fig.8)

La géologie de la région étudiée appartenant à la zone de socle sud du craton de l'Afrique de l'ouest, se compose de roche granitique et de formation birrimienne. La roche granitique se distribue largement en antiforme comme le massif de Kadido, le massif de Kolondiéba-Madinai et le massif de Sankarani, d'est en ouest. La formation birrimienne apparaît sous plusieurs synformes s'allongeant sur quelques centaines de kilomètres en NNE-SSW avec quelques dizaines de kilomètres de large dans la roche granitique. Cette formation birrimienne est divisée en quatre zones d'est en ouest: zones de Bagoé, de Bougouni-Kékoro, de Yanfolila et de Kangaba. La zone de Bagoé, montrant la forme de synclinorium, s'étend le long de la rivière Bagoé. La zone centrale est occupée par des sédiments terrestres (schiste ou grauwacke) mais le bord est composé de méta-volcanite (andésite, basalte, dacite et tuf) rarement accompagné de brèche ou de grauwacke. La zone de Bougouni-Kékoro est caractérisée par une cornéenne à biotite avec quelquefois une méta-volcanite (surtout l'andésite). La zone de Yanfolila, caractérisée par des sédiments de flysch (schiste ou grauwacke), comprend de volcanites et de quartzites.

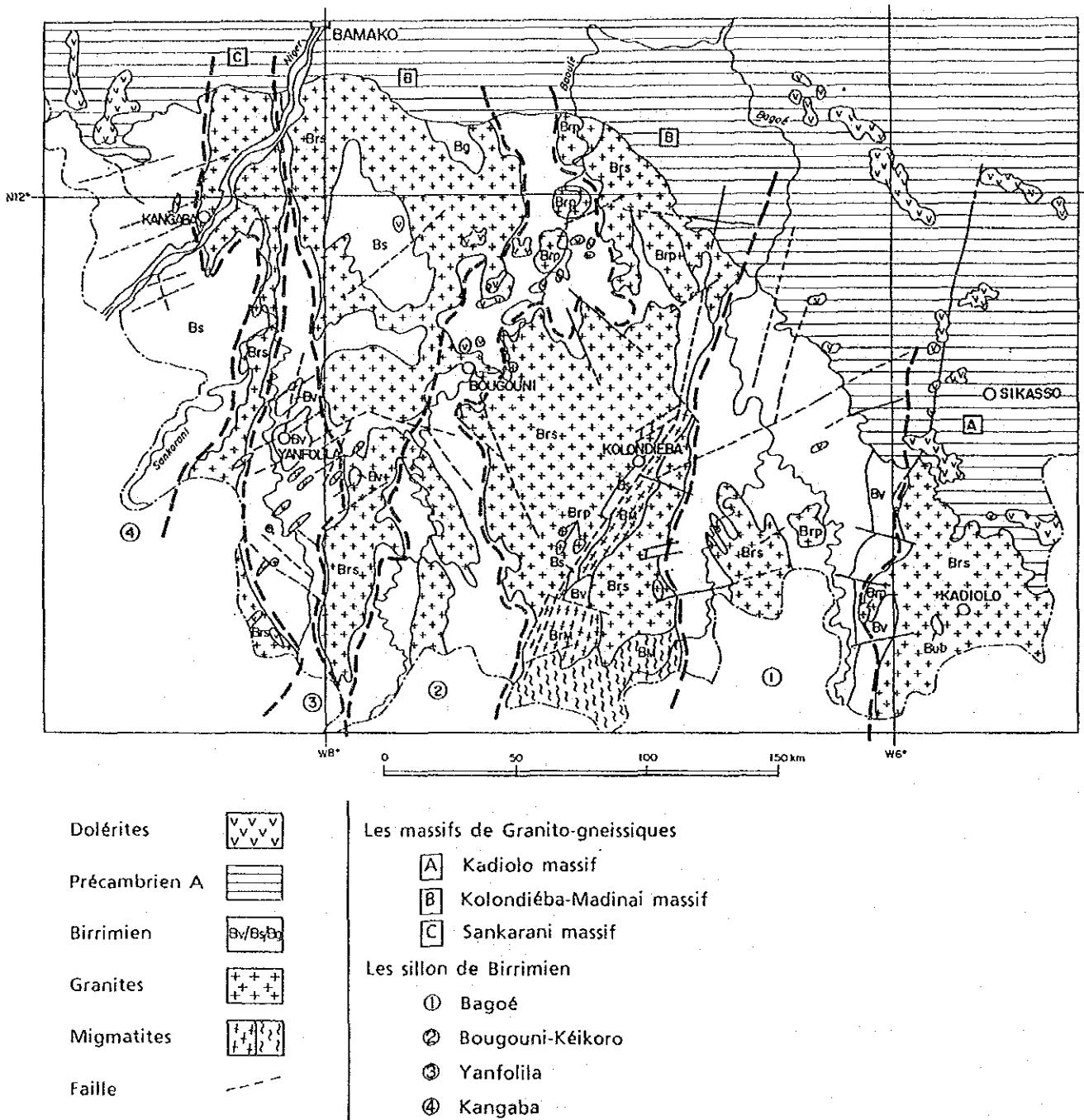


Fig.8 Esquisse géologique à la région de Bougouni étudiée

Le faciès des roches de la zone de Kangaba semble être la même que celle de la zone de Yanfolila, mais elle n'est pas encore claire car sa plus grande partie est en Guinée. Dans la région sud du Mali comprenant la région étudiée, on reconnaît de nombreux indices minéralisés comme suit;

- l'or et le plomb dans la zone de la formation birrimienne,
- le lithium, l'étain, le tungstène, le niobium et le tantale dans la pégmatisation,
- le nickel, le cuivre et le platine rattachés dans la roche ultramafique,
- l'uranium, rattaché au granite.

En particulier, les habitants extraient d'or à la région de la formation birrimienne depuis plusieurs siècles.

1.3.3 Gisements d'or dans la région sud-ouest du Mali

Les gisements d'or trouvés dans la région sud-ouest du Mali apparaissent dans la formation birrimienne (Fig.9).

(1) Région Kéniéba

Dans la région de Kéniéba sont connus les gisements de Loulo et de Medinandi (Fig.10).

Gîte de Loulo: Situé à 30 km au nord-ouest de Kéniéba. BRGM^{*1} a organisé en 1978 un syndicat à un rapport de participation de 65% pour BRGM et 35% pour le gouvernement du Mali dans le but d'investiguer des minéraux au Mali, et a commencé ses activités de sondage en 1979 après avoir obtenu le droit de la exploration pour une superficie de 15000 km² à l'ouest et au sud-ouest du Mali. Pendant la période de 1979 jusqu'à 1980 le gîte de Loulo a été découvert par une investigation géologique, et en 1983 à 1984 on a exécuté les sondages détaillés de prospection de minéraux. Par conséquent, on a vérifié le fait de ce que le gîte de Loulo se compose de deux gisements et que le gisement "0" a une réserve de minéral de 6,800,000 tonnes (teneur moyenne 4.13 g/t en or) et le gisement "3" 915.000 tonnes (teneur moyenne 4.20 g/t en or). Par la suite, une étude de praticabilité a été exécutée en 1984 jusqu'à 1986. Le gisement principal a une longueur totale de 800 mètres et une épaisseur de 8-22 mètres (en moyenne 10.8 mètres) et montre une inclinaison générale de 30-80 degré C vers l'ouest. C'est sa partie oxydée qui fait l'objet de développement.

Aux alentours du gîte sont répandu largement les formations birrimiens. Les formations birrimiennes se composent, de bas en haut, de grès sériciteux, de grès contenant la tourmalines, et de grauwacke métamorphisé. Le gîte qui est

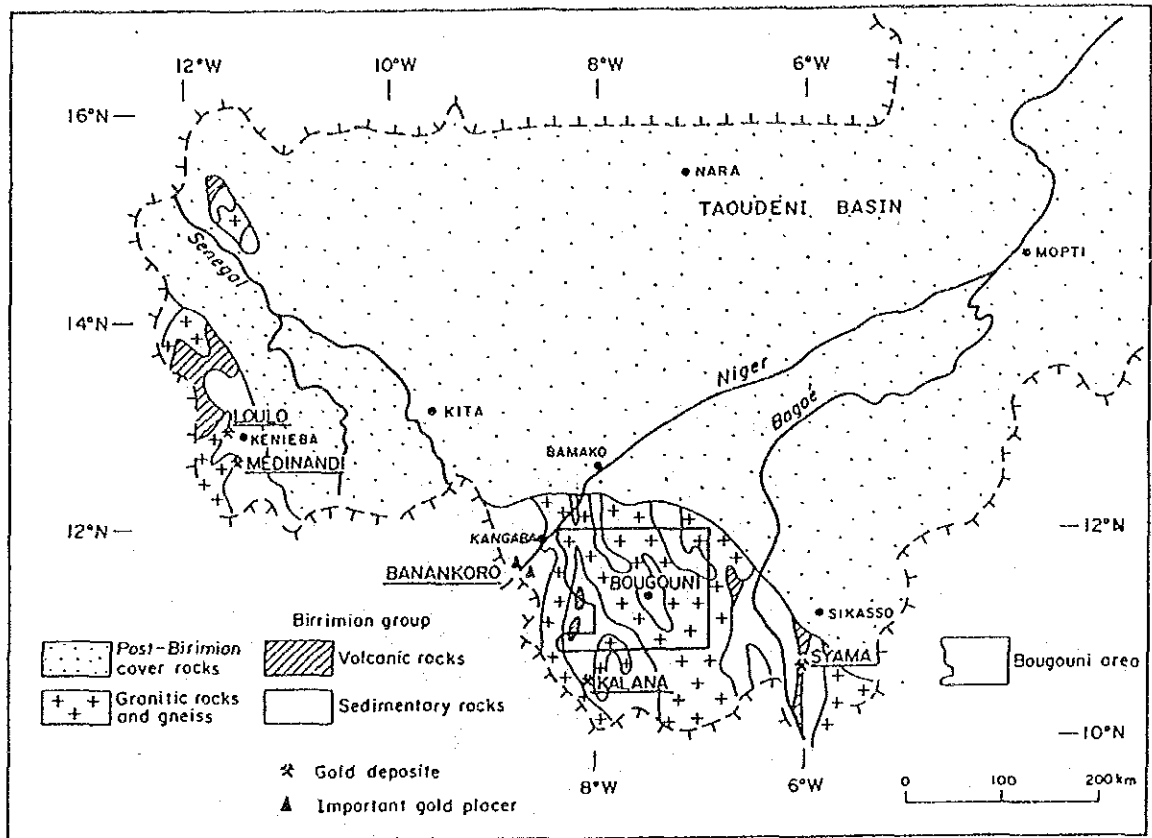


Fig.9 Répartition des gisements aurifère du Sud-ouest du Mali

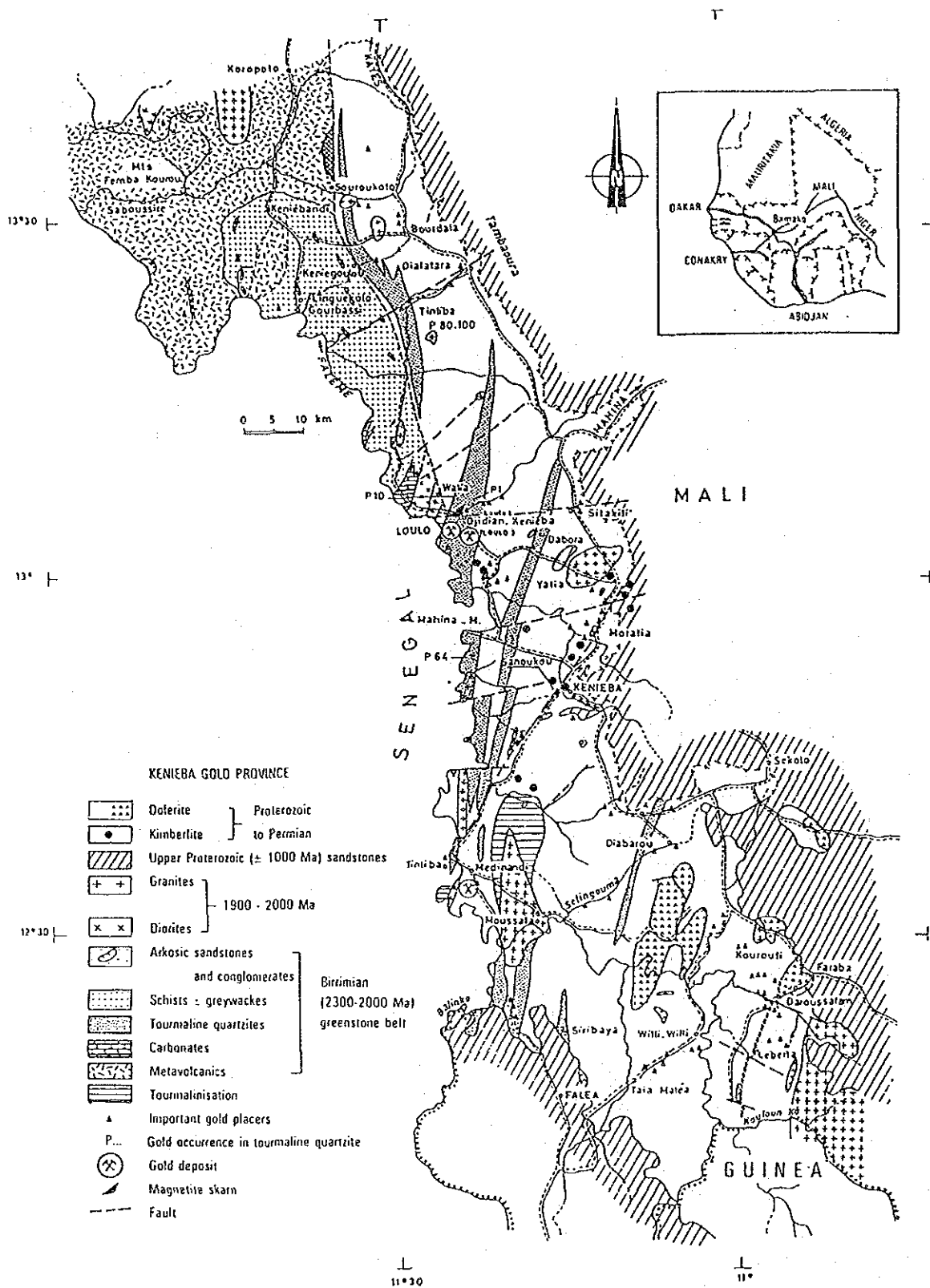


Fig.10 La province aurifère de Kénieba (UNDP-DNGM, 1987)

légèrement métamorphisé est contenu dans du grès riche en tourmaline cryptogène. Ce grès a une épaisseur de 10-22 mètres et une longueur totale d'environ 700 mètres, et contient d'or et de pyrite disséminées. Il est recoupé de filons de quartz-minéral de carbonate-albite-pyrite. Parmi les formations birrimiennes répandues dans la région de Kéniéba sont connues quelques couches de grès susdit, dont l'épaisseur est 20-30 mètres, la longueur totale centaines de mètres jusqu'à quelques kilomètres.

Le gisement principal a une longueur totale de 800 mètres et une épaisseur de 8-12 mètres (en moyenne 10.8 mètres). L'or (l'électrum) a une corrélation étroite avec des sulfures et se produit comme or natif avec un filon de pyrite et de quartz-minéral de carbonate. Les sulfures qui contiennent le plus de pyrite est accompagnés d'une petite quantité de chalcoppyrite et pyrrhotine. Le ratio entre Au et Ag est 1:0.2.

Le gîte de Medinandi: se situe à proximité de la frontière de Sénégal, à 34 kilomètres sud-ouest de Kéniéba. A l'entour des gîtes on continue à extraire du sable aurifère à petite échelle. En 1960, SONAREM^{*2} a exécuté l'exploration et elle a vérifié 4 tonnes d'or (teneur 11.14 g/t en or).

L'encaissante des gîtes consiste de schiste du Birrimien, de grauwacke métamorphié et de andésite, la minéralisation qui est accompagnée de la zone broyée dans les formations birrimiennes présente un état de filon irrégulier et celui de dissémination. La zone minéralisée a une longueur totale de 4-6 kilomètres et une largeur de 0.4-2.0 mètres. L'or se produit accompagnant des filonnets de quartz ou accompagnant du sulfure. Le sulfure consiste le plus

souvent de pyrite et est accompagné d'une petite quantité de pyrrhotine, chalcopryrite, galène et sphalérite.

(2) District aurifère de Kangaba

L'or alluvionnaire se trouve souvent le long du fleuve de Niger et il est exploité dans cette région par des orpailleurs depuis des siècles.

Les alluvions ont fait l'objet d'une prospection par la SONAREM dans les années 1960, mais les résultats ont été jugés décevants. Les réserves ont été calculées seulement sur 3 placers qui ont montré des réserves de 334kg, 147kg et 100 kg d'or.

La zone d'or alluvionnaire s'allonge de 15 km environ de long avec l'orientation en NW-SE le long du fleuve de Niger. Le syndicat exerce actuellement l'exploration par tranchées et par puits au côté sud du fleuve de Niger. En outre, la minéralisation (teneur en or < 3.6 g/t, 1 g/t en moyenne) qui a rapport à la zone cisailée dans le schiste du Birrimien était trouvée.

*1 BRGM: Bureau de Recherches Géologiques et Minières
(France)

*2 SONAREM: Société Nationale de Recherches et
d'Exploitation Minière (Mali)

(3) Région de Kalana

Gisement de Kalana: Ce gisement, découvert par SONAREM en 1966, est situé à une distance de 130 kilomètres de la ville de Bougouni comme le centre de cette région(Fig.11).

Le gisement de Kalana est divisé en deux, Kalana 1 et Kalana 2, dont le premier fait l'exploitation minière de 1985 à 1991. Le gisement Kalana 1 a une réserve actuelle d'or de 30.2 tonnes à une teneur de 28 g/t. Le gisement Kalana 2 qui s'étend dans le sud-est du Kalana 1 est supposé, non avec précision, avoir une réserve d'or de 10 à 20 tonnes(Fig.12).

Autour de ce gisement sont répartis des formations birrimiennes proterozoïques inférieurs, de granite et de dolérite de la période permienne à celle Jurassique qui recoupe les deux premiers. Les formations birrimiennes, composées de schiste et de grauwacke, subissent un faible métamorphisme (le phase de roche verte), avec la direction et la schistosité NNE-SSE et l'inclinaison de 70 à 90 C. Les granites, composées de granite de deux-micas contenant du hornblede rare et de diorite, pénètrent les formations birrimiennes. Le granite de deux-micas qui prend la forme de batholithe est supposé avoir l'age de 2,000 Ma. Le gisement est situé au bord de granite sous la forme de batholithe. Il est supposé que la diorite prenant la forme d'amas et montrant la date de 1860 Ma soit en rapport à la minéralisation.

La minéralisation en or dans le gisement de Kalana est accompagné des filonnets de quartz qui se développe en formations birrimiennes et diorite.

Nombreuse fissures développant dans le gisement, les fissures minéralisées apparaissent dans trois systèmes comme suit;

le filon de quartz avec la direction de NNW-SSE - NNE-SSW et l'inclinaison douce vers l'est,

le filon de quartz avec la direction de ENE-WSW et l'inclinaison rapide,

le filon de quartz avec la direction de NW-SE et l'inclinaison rapide.

Dans les trois, le plus grand est le premier qui se compose par quatre filons ayant l'épaisseur de 0.5-5.5 mètres.

La teneur en or, conditionnée par la nature de l'éncaissante, se trouve plus haute en particulier dans le schiste et moins haute dans le grauwacke et diorite.

L'or s'y produit comme électrum dans filon de quartz, arsénopyrite, pyrite et chalcoppyrite. Le sulfure la plus importante est de arsénopyrite. Le diamètre maximum d'électrum est de 3 à 4 millimètres, son diamètre moyen est de 0.1 à 0.25 millimètres et son ratio d'Au : Ag est de 7.69.

D'après M.T.Dicko (1977), la minéralisation en or développe dans les trois périodes suivantes:

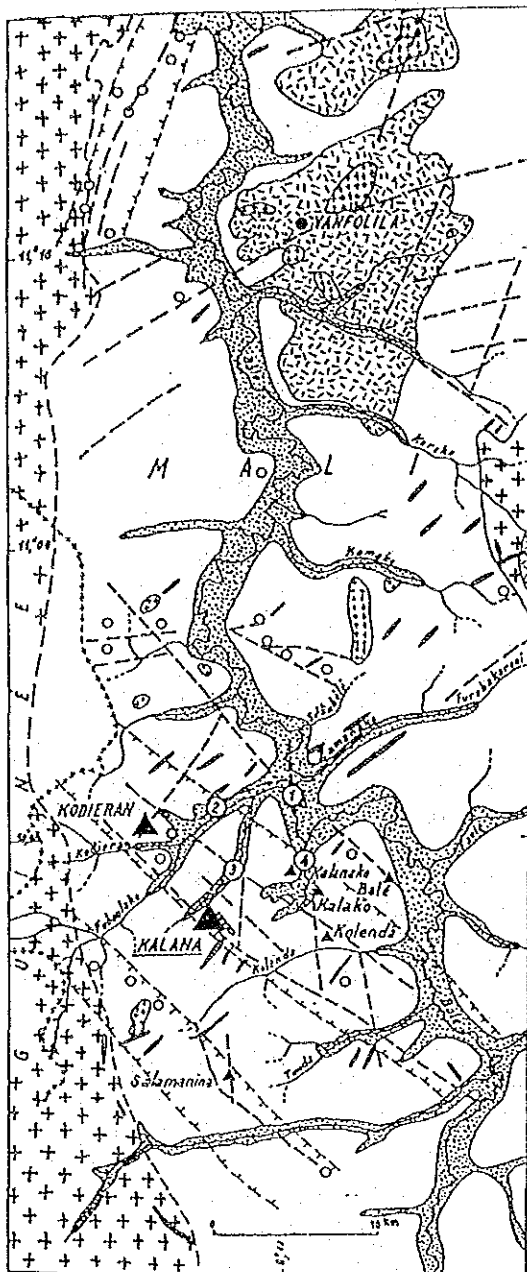
Première étage : quartz +scheelite

Deuxième étage : quartz +carbonate +arsénopyrite +pyrite +or

Troisième étage: quartz +carbonate +sphalérite +galène
+pyrite +chalcoppyrite +or

La température d'homogénéisation d'inclusion fluide dans le quartz se développe de 310 à 120 C.

En plus, beaucoup d'indices minéralisés (Kodiéran, Kalanako, Bale, Kalako, Kolenda) et de gisements d'or alluvial (Bale, Faboulako, Kolakofara) sont découverts autour du gisement de Kalana. Il est supposé que la quantité d'or exploitable s'élève au-dessus de 100 tonnes, y compris ces gisements additionnels.



- Série birrimienne (schistes et grauweekes).
- Série birrimienne (volcanique).
- Granites syntectoniques (type Baoulé).
- Granites posttectoniques (type Bondoukou).
- Diorites.
- Alluvions.
- Falles.
- Zono minéralisée.
- Gisements et indices d'or en place.
- Placers :
- 1 : Balé,
- 2 : Faboulako,
- 3 : Kalansako,
- 4 : Kolokofara.

Fig.11
Environnement géologique
du gisement de Kalana
(J.P.Bassot et H.Traoré, 1980)

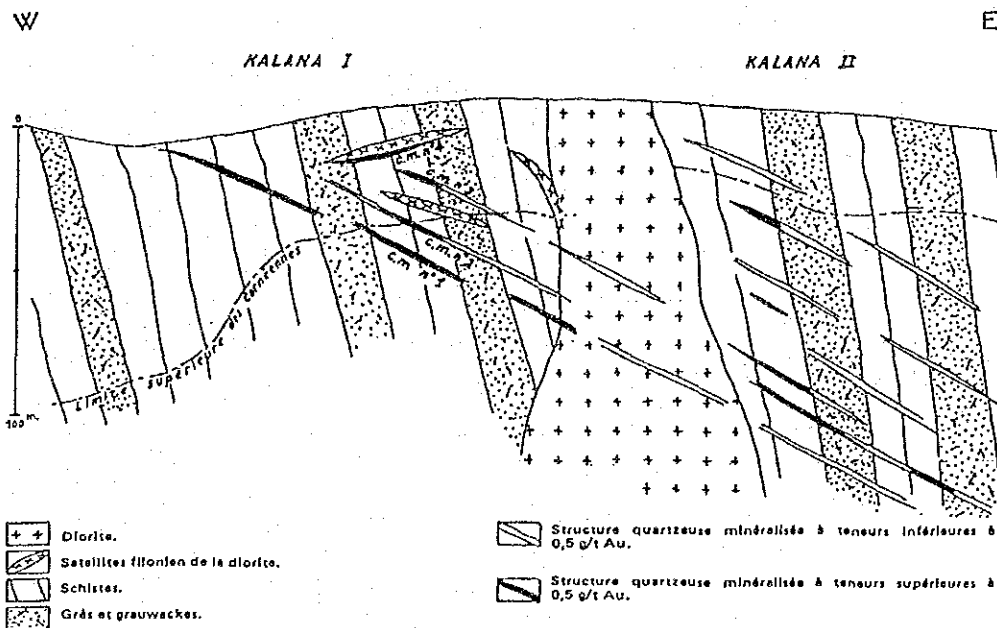


Fig.12 Coupe idéalisée du gisement de Kalana
(J.P.Bassot et H.Traoré, 1980)

(4) Gisement de Syama

Il est porté à notre connaissance que les maliens exploitaient de l'or dans ce gisement situé de 150 kilomètres sud-est de Bougouni du treizième au seizième siècles.

C'est SONAREM qui a fait la première exploration de gisement autour du gisement de Syama. A cette occasion, la SONAREM y a découvert un filon de quartz au moyen d'une exploration magnétique aérienne et de forages subséquents (1965), dont les détails restent néanmoins inconnus.

Ensuite, après une interruption temporaire de l'étude, depuis 1980 les UNDP et DNGM en ont fait une exploration géochimique de sol (exploration stratégique par grilles de 1,000m x 400m et celle tactique par grilles de 100m x 400m) pour y trouver ainsi les anomalies en or. A l'étape d'exploration subséquente, on l'a fait par puits (grilles de 100m x 40m) et de tracheés et détecté un gisement en or alluvial à une profondeur de 3 à 15 mètres de la surface de sol. Par cette façon, on peut supposer l'existence d'une réserve de 1,500,000 tonnes de minerai en or à teneur de 1.67 g/t.

En 1985, la société BHP UTHA a réexaminé les résultats de l'étude géochimique de sol faite par les UNDP et DNGM et décidé que l'aire de Syama et ses alentours offrent la plus grande possibilité pour l'exploitation de minerai en or. En 1987, après avoir conclu un contrat d'exploration avec le gouvernement du Mali, cette société y a démarré une exploration plus concentrée. Par suite, elle a saisi une partie de corps vierge minéralisé par les sondages. Au commencement de son développement, on a estimé que ce grand gisement peut avoir une réserve de minerai de 22,500,000 tonnes à teneur en or de 3.9 g/t qui équivaut en effet à 88.5 tonnes d'or. En 1990, on y a commencé la production d'or par la méthode d'exploitation à ciel ouvert.

Maintenant, le gisement de Syama est en vedette comme la mine

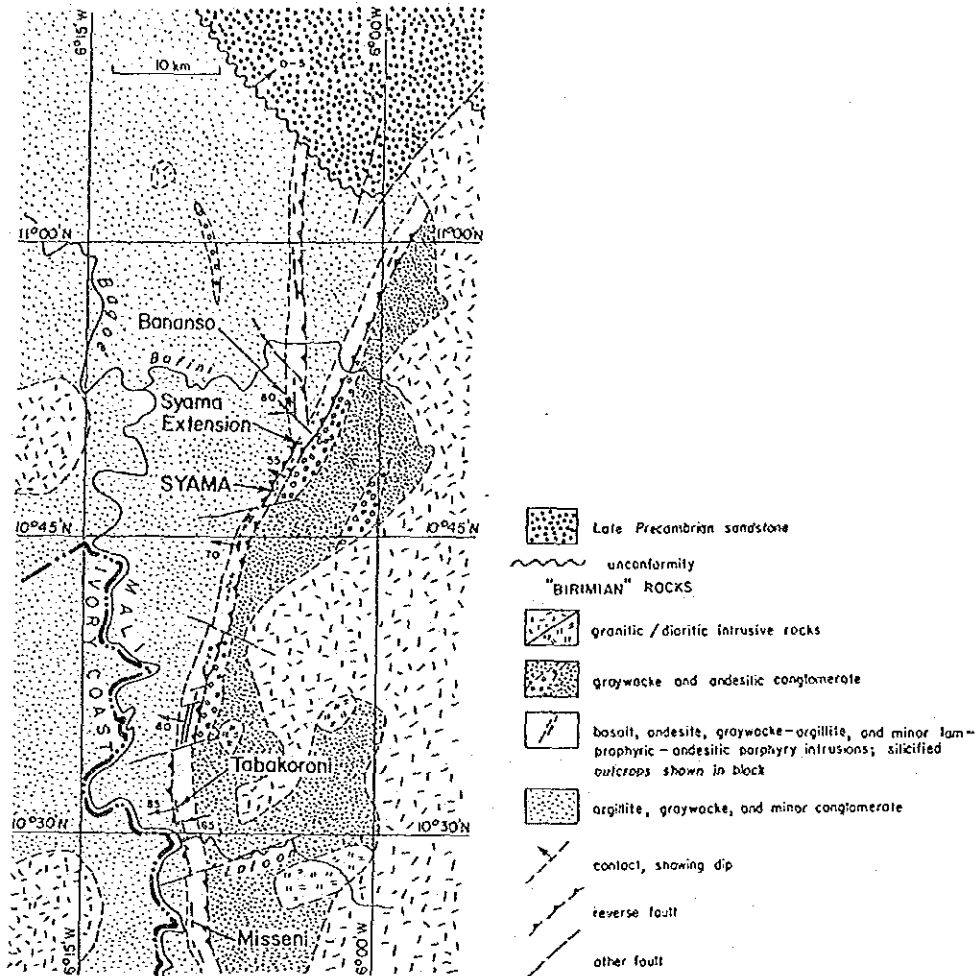


Fig.13 Environnement géologique du gisement de Syama (S.F.Olson et al.,1992)

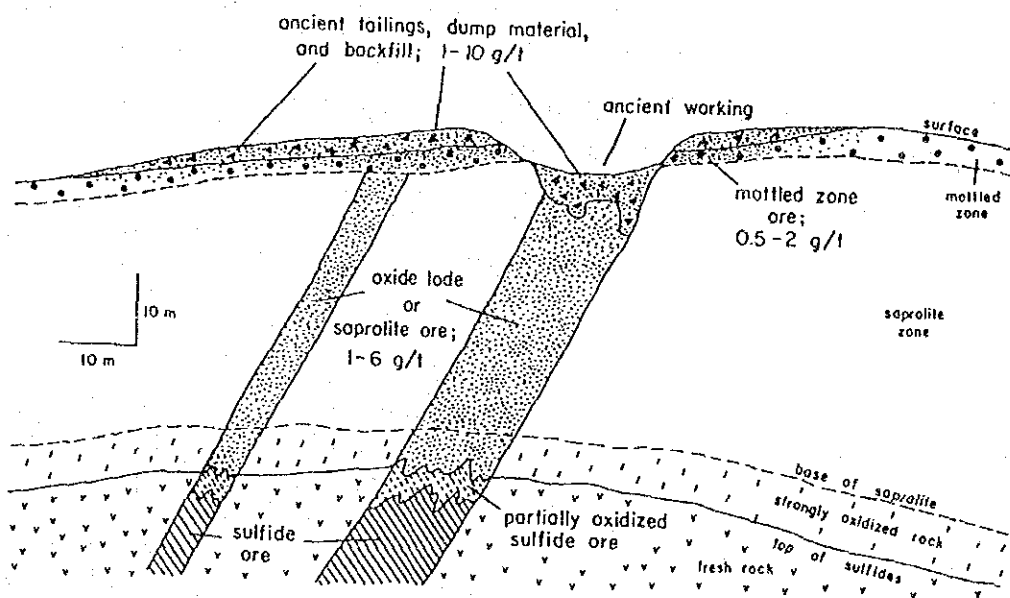


Fig.14 Coupe idéalisée du gisement de Syama (S.F.Olson et al.,1992)

aurifère la plus importante du Mali.

Aux alentours du gisement de Syama sont répartis des formations birrimiennes et de granites. L'encaissante de ce gisement est composé de basalte, d'andésite et de chert. La minéralisation en or prend la forme de dissémination dans une zone cisailée dont la largeur est de 20 à 40 mètres. L'action de cette minéralisation est conditionné principalement par les failles avec la direction NNE-SSW. Le corps principal de ce gisement s'étend jusqu'à une distance d'environ 800 mètres (N-S) avec une longueur pour inclinaison de 300 mètres (55-85W). D'autres corps minéralisé satellites y sont aussi découverts, dont l'importance est néanmoins petite (Figs.13 et 14).

L'altération d'encaissante est la propylitisation, la faible décoloration et on peut observer l'assemblage de quartz-albite-carbonate-pyrite.

Le minéral est composé de minerai oxydé qui git à une profondeur de 35 à 40 mètres de la surface de sol et de celui sulfuré qui git à une profondeur plus importante. On calcule que la réserve de minerai oxydé est de 2,500,000 tonnes (3.09 g/t en or) et celle de minerai sulfuré de 20,000,000 tonnes (4.04 g/t en or). L'or se produit comme un or natif dans fissures délicates de sulfure et de zones oxydées. En ce qui concerne le minerai sulfuré, 50% de l'or produit est contenu avec le pyrite. La sulfure est principalement composée de pyrite, d'une petite quantité de chalopyrite, de galène, de sphalérite, de tennantite, de bornite, d'énergite, de covelline et de tétraédrite. Comme les minéraux oxydés, on a connu les anatase, sphène, chromite et rutile.

CHAPITRE 2
RESULTATS DES ETUDE

CHAPITRE 2: Résultats des étude

2.1 Analyse d'images de Landsat

2.1.1. Méthode d'analyse

(1) Résumé

Nous avons produit des images au moyen des données TM LANDSAT du domaine indiqué par une carte de positions d'images (Fig.15) et par un plan de domaine d'analyse (Fig.16), 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 la formation birrimienne volcano-sédimentaire utilisée 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.

(2) Données utilisées

Les données utilisées pour la production d'images dans cette étude sont des données TM de deux scènes obtenues par les LANDSAT 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
LANDSAT4	199	052	JAN.4 '91	N11° 34' 00" W08° 05' 00"	4308710095
LANDSAT4	198	052	DEC.28 '90	N11° 34' 00" W06° 32' 00"	4309410154

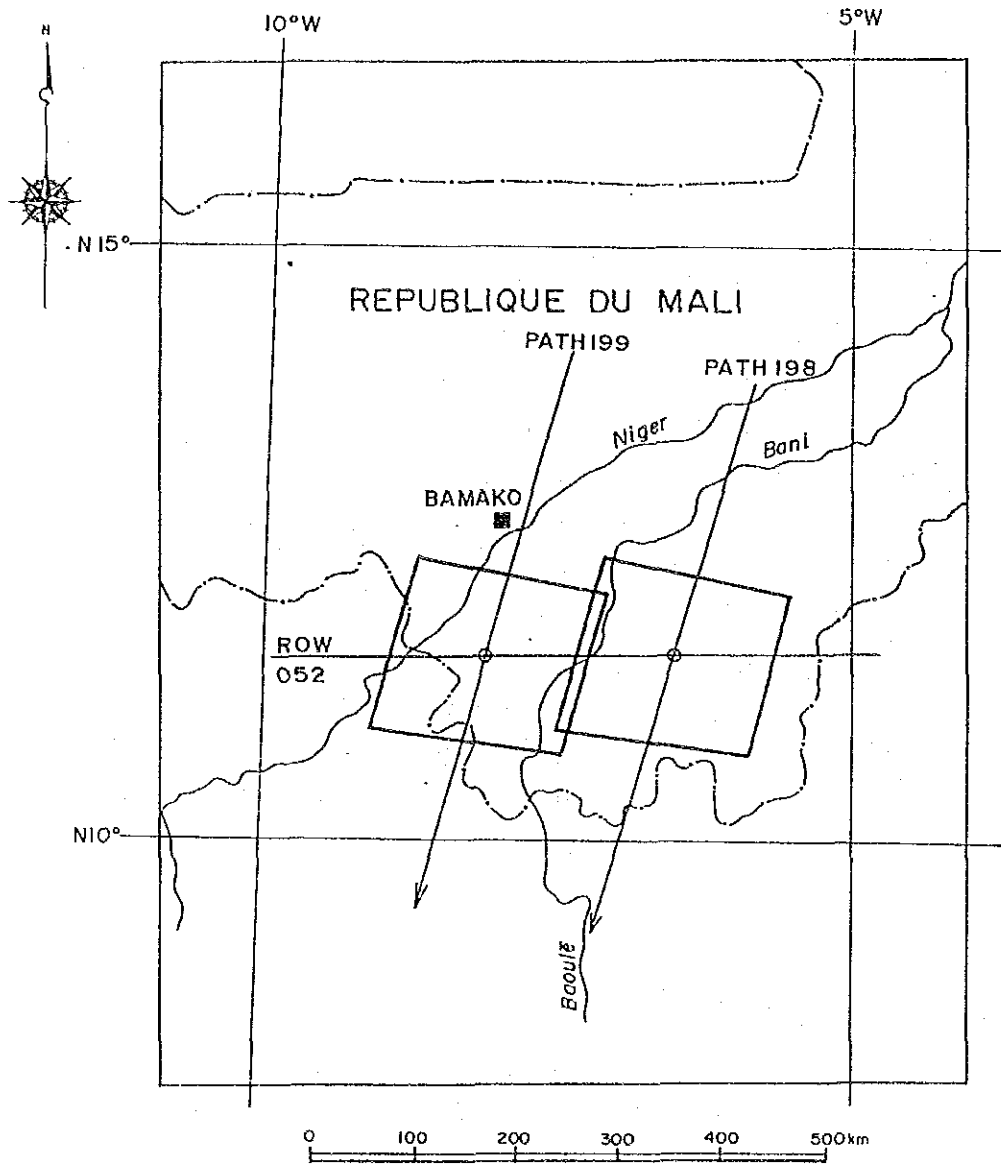


Fig.15 Carte d'index des images de LANDSAT

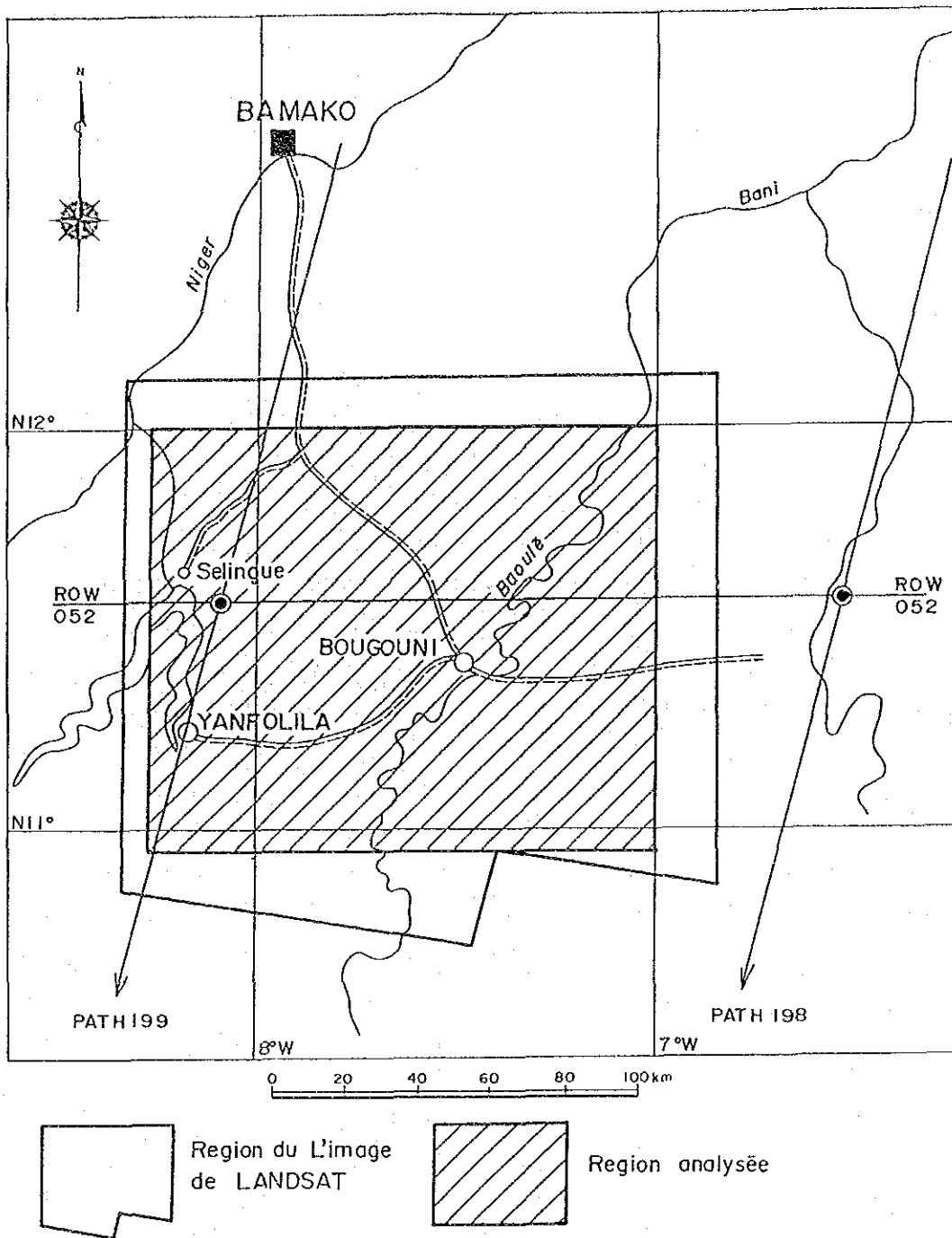


Fig.16 Carte de la région de l'analyse

(3) Production d'images

Des images de différents types ont été produites 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. 17)
- b) Image aux composantes principales comprimés (PC 1-2, 1-3, 1-4/RGB) à l'échelle de 1/2000.000 (Fig. 18)

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 la formation birrimienne volcano-sédimentaire 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 structurés par exemple de linéament pour deviner préalablement la relation avec les indices existants. Nous avons aussi examiné tous les composantes de la bande constituant les images de composantes principales analysés pour évaluer la situation réelle au point de vue de la relation avec l'image en fausses couleurs.

(4) Etude sur place

Dans l'étude sur place nous avons fait un rapport au sol des unités d'image sélectionnées par l'étude préliminaire et pour le linéament parallèlement à l'étude géologique. La méthode d'étude employée consiste à observer dans les moindres détails la situation sur place aux endroits caractéristiques choisis auparavant mais n'avons effectué aucune mesure spectrale. Nous avons analysé d'une façon synthétique les résultats mentionnés ci-dessus ainsi que les résultats de l'étude

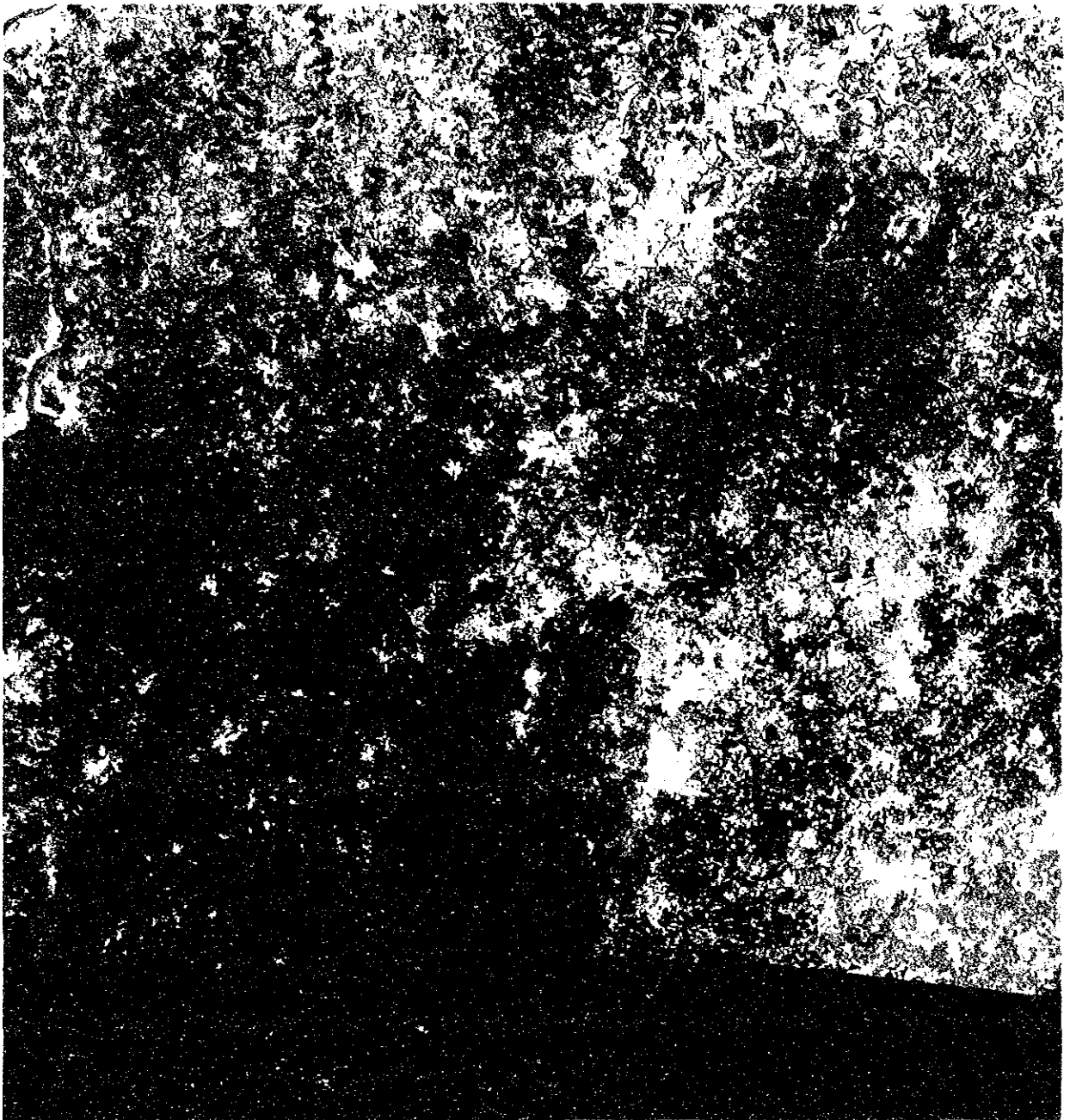


Fig.17 La image de LANDSAT False Colour

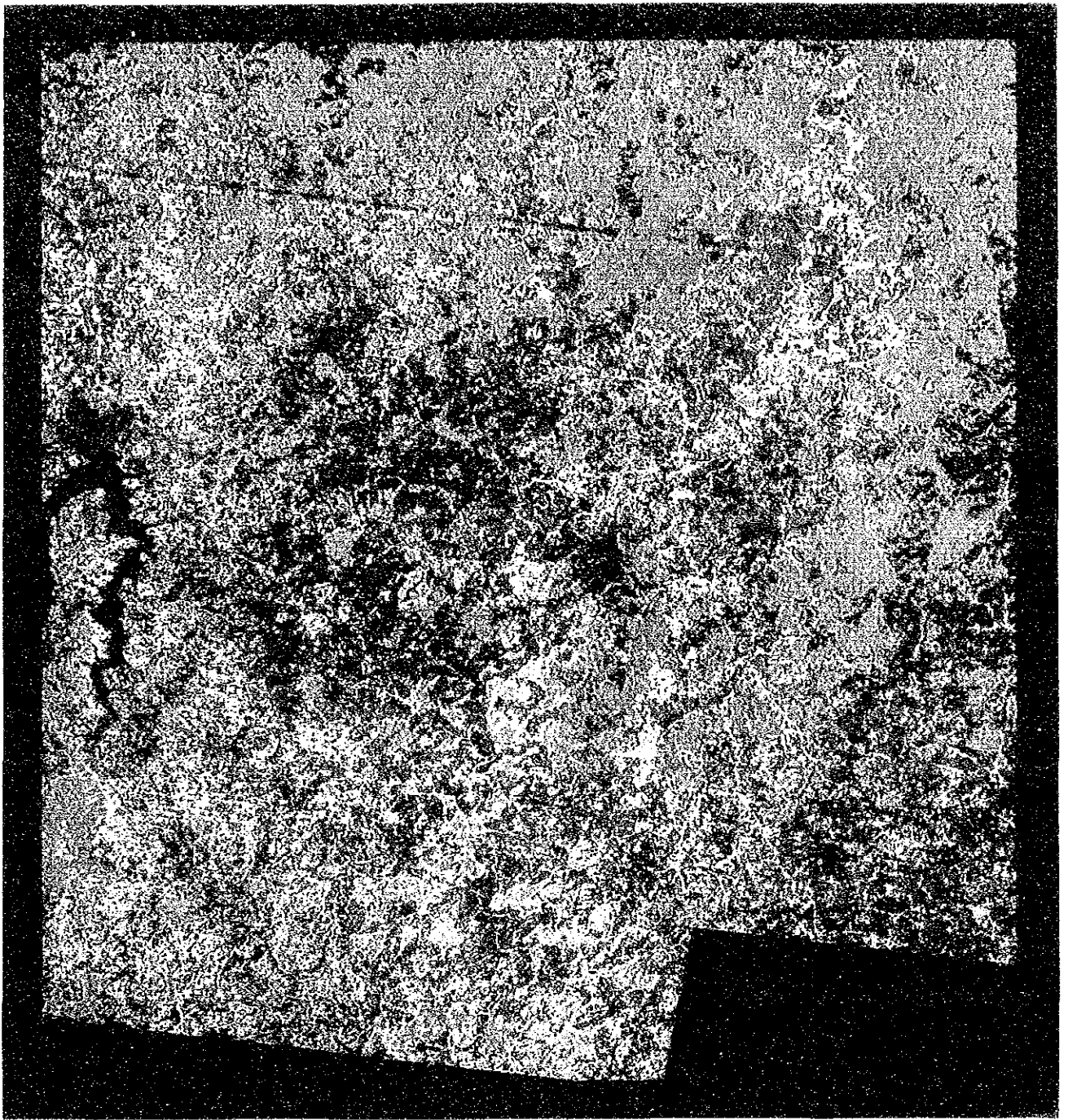


图18 主成分压缩处理画像

Fig.18 La image aux composants principales comprimés

géologique a fin d'examiner la structure géologique et la distribution de gisements.

2.1.2 Résultat d'analyse

(1) Images en fausses couleurs

(i) Division des formations de roche

Le tableau 6 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.19).

Tableau 6: Tableau synoptique des unités d'image

Unité	Tonalité	Clarté	Finesse	Evaluation
a	brun jaune	très clair	fin	roche volcanique désagrégée
b	gris vert	un peu sombre	grossier	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 claire	grossier	batiments urbains terrain inoccupé
h	noir	très sombre	grossier	champ incendié

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

Cette unité prend une teinte brune jaune très claire sur une image en fausses couleurs. Elle est répartie seulement autour de Kékoro. 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 gris vert. Le haut degré d'albédo trouve son explication dans le fait que la surface du sol est couverte de roches décomposées par fente tabulaire.

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

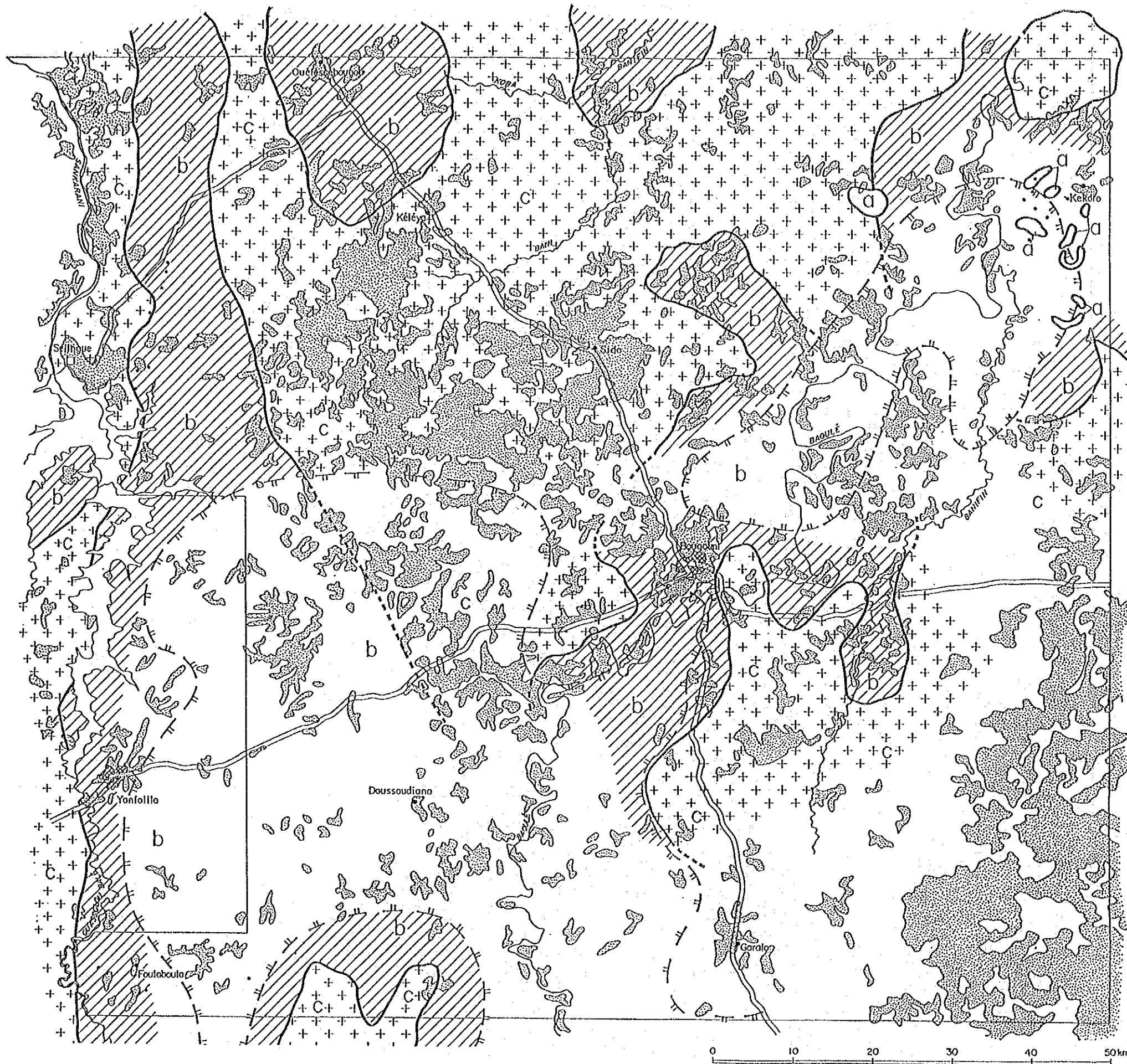
Cette unité présente une teinte grise un peu sombre sur une image en fausses couleurs ainsi qu'une finesse plus lisse que les autres unités d'image. Bien qu'il soit difficile de définir dans une région à végétation abondante, il est possible d'observer en détail dans une région à végétation relativement 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 comme 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 éolienne, alors que son existence ne semble pas correspondre directement au granite de base.

(d) Unité d'image "d" (Latérite)

Cette unité présente une teinte vert foncé 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 qu'une croûte du sol latéritique dur affleure aux sommets de la



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
f: végétation inactive
-  Unité g: batiments urbains
-  /Index minéralisé

Fig.19 Carte d'interprétation de la image LANDSAT False Colour

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 foncé 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 de Baoulé. Elle présente un contact graduel avec l'unité d'image "c". L'étude sur place a montré une forte densité de hauts arbres à teinte verte relativement foncé tels que Néré, 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 graminées jaunes flétries hautes de moins de 1m 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 bâtiments 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" (champ incendié)

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".

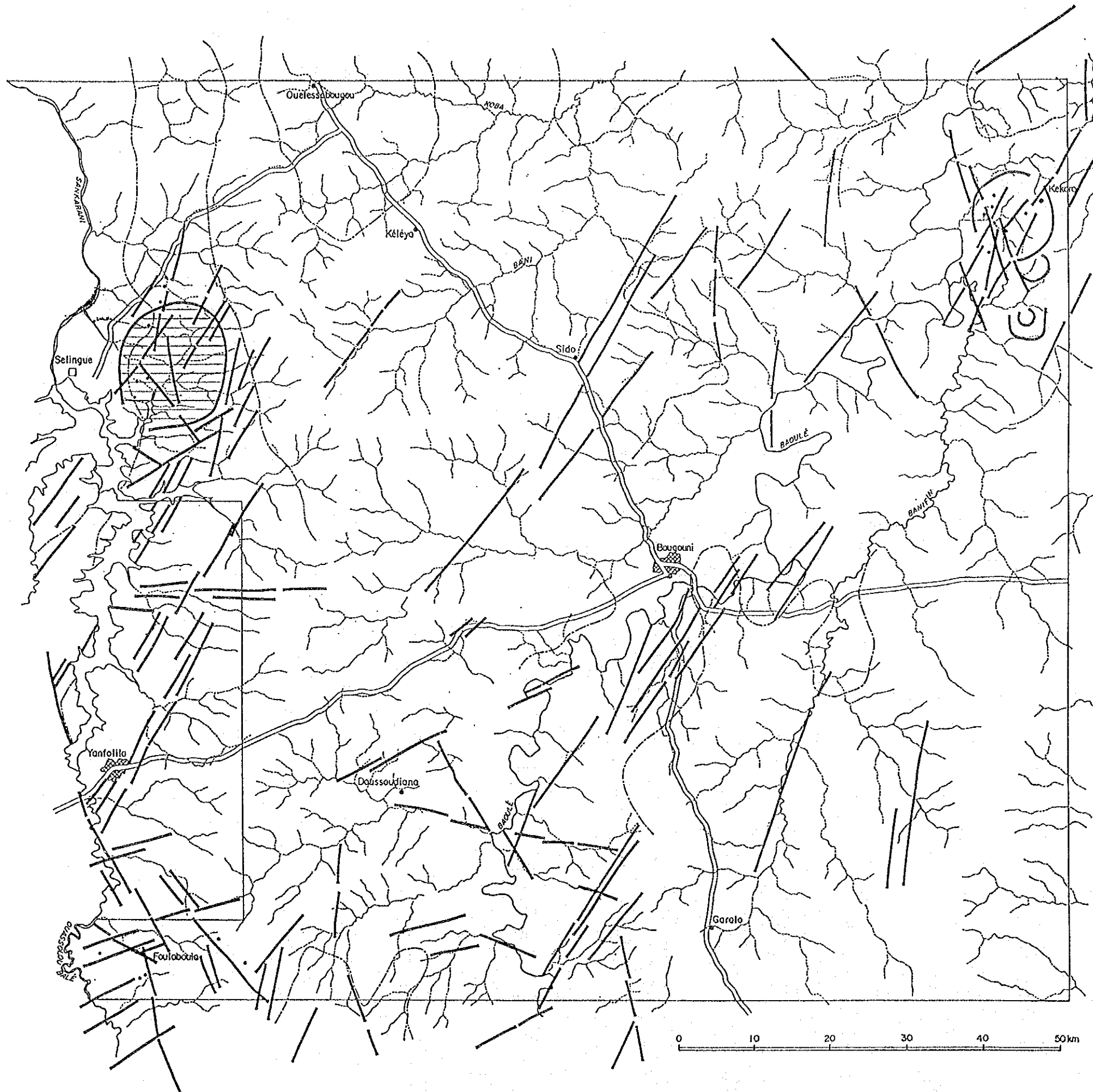
L'étude sur place a montré que le champ incendié se pratique dans presque toute la région étudiée. La plupart de la surface du sol sont couvertes de substances charbonneuses. Les matières clairement distinguées sur l'image sont celle d'une période relativement nouvelle. Il paraît que pour des raisons traditionnelles les champs incendiés se pratiquent souvent dans des régions de latérite.

(ii) Modèle structurel

Le tableau 7 représente un tableau synoptique des éléments de modèle tandis que la figure 20 représente celle d'analyse de la structure géologique.

Tableau 7 Tableau synoptique des éléments de modèle

Elément	Nom	Caractère	Structure géologique présumée
α	Linéament	Réseau hydrographique linéaire, différence en tonalité linéaire, part avec un changement topographique abrupte	Faïlle, zone écrasée, diaclase, frontière géologique
β	Cercle	Arête circulaire Réseau hydrographique circulaire	Dyke circulaire, structure de caldeira
γ	Réseau hydrographique anomal	Changement en densité de réseau hydrographique, réseau hydrographique radial	Changement de faciés des roches



LÉGENDE

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

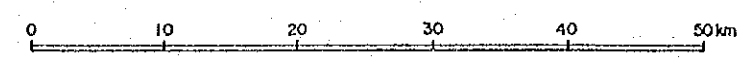


Fig.20 Carte d'interprétation structurale de géologique

(a) Linéament

Le tableau 8 représente une liste des linéaments classifiés par azimuts tandis que la Fig.21 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 a une différence remarquable selon les régions, une distribution concentrée se trouvant principalement dans les quatre endroits suivants:

- 1) Secteur de Sélingué
- 2) Secteur de Foulaboula
- 3) Secteur de Bougouni
- 4) Secteur de Kékoro

La distribution de linéaments correspond pour la plupart à la région où est présente la formation birrimienne volcano-sédimentaire 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 conjuguées.

Dans L'étude sur place, par suite d'une exposition faible il était impossible de attraper 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 Kékoro on observe une structure circulaire de 10km de diamètre composée de quelques linéaments circulaires, un réseau hydrographique et une arête circulaire. Dans l'étude sur place on a découvert un dyke circulaire dont la composition se

situé entre le basalte grenu et l'andésite. Dans la région de Kékoro on constate une concentration de linéaments, qui néanmoins ne dérange pas la structure circulaire.

(c) Réseau hydrographique anormal

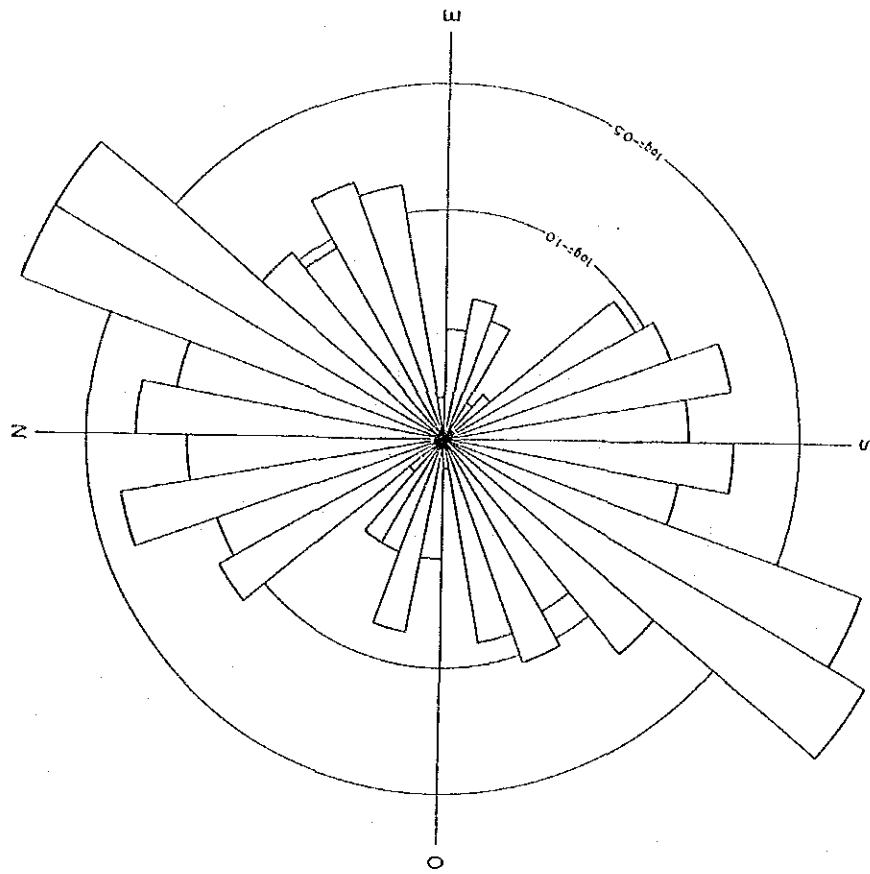
Dans la région de Sélingué le réseau hydrographique est dense et il existe une région à réseau hydrographique énorme constituant presque un cercle de 15 km de diamètre qui converge radialement. Il semble que cette région, où se trouvent aussi beaucoup d'ondulations de terrain, a des caractéristiques 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.

Tableau 8:

Liste des lineaments classifiés par directions

Direction	Fréquence		Etendue	
	n	n%	km	n%
W90 W81	2	1.2	14.0	1.1
W80 W71	4	2.3	18.8	1.4
W70 W61	2	1.2	16.4	3.0
W60 W51	2	1.2	7.6	0.6
W50 W41	1	0.6	8.8	0.7
W40 W31	7	4.1	37.6	2.9
W30 W21	6	3.5	45.6	3.5
W20 W11	13	7.6	72.4	5.5
W10 W01	7	4.1	48.2	3.7
0 E10	11	6.4	72.2	5.5
E11 E20	8	4.7	45.8	3.5
E21 E30	41	23.8	297.8	22.7
E31 E40	41	23.8	444.8	33.9
E41 E50	6	3.5	63.8	4.9
E51 E60	5	2.9	31.6	2.4
E61 E70	8	4.7	44.6	3.4
E71 E80	7	4.1	34.0	2.6
E81 E90	1	0.6	6.8	0.5
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.21 Le diagramme de rose

2.2 Etude des indices minéralisés

2.2.1 Méthode d'étude

L'étude des indices minéralisés a été exécutée sur vingt et un endroits indiqués par le DNGM.

2.2.2 Résultats de l'étude

Ces indices minéralisés montrent une distribution concentrée autour de Foulaboula et Sélingué ainsi que à l'ouest et au sud-ouest de Kékoro (fig.22).

Nous avons examiné et évalué les données sur les indices minéralisés obtenues par les études des documents existants, les études sur place et les études de divers essais de laboratoire.

(1) Région de Foulaboula

La surface du sol est couverte de latérite et on trouve une couche contenant du sable aurifère à un niveau d'environ 5 m sous la surface, dont la continuité et la teneur en or ne sont pas connues. Contre une anomalie géochimique d'une masse aurifère, UNDP et DNGM sont en train d'exécuter un forage d'essai.

Il s'ajoute 4 zones de filon de quartz en brèche contenant de la roche sédimentaire de la formation birrimienne volcano-sédimentaire sous l'indice minéralisé F-1.

DNGM est en train de faire une évaluation des zones de quartz en brèche.

(2) Région de Sélingué

La surface du sol est couverte de latérite et on trouve une couche contenant du sable aurifère à un niveau entre 10m et 15m sous la surface, dont la continuité et la teneur en or ne sont pas connues. Des villageois sont en trains d'exploiter du sable aurifère. Quoique dans cette région aucune exploitation organisée n'a été exécuté jusqu'ici, on peut espérer la présence

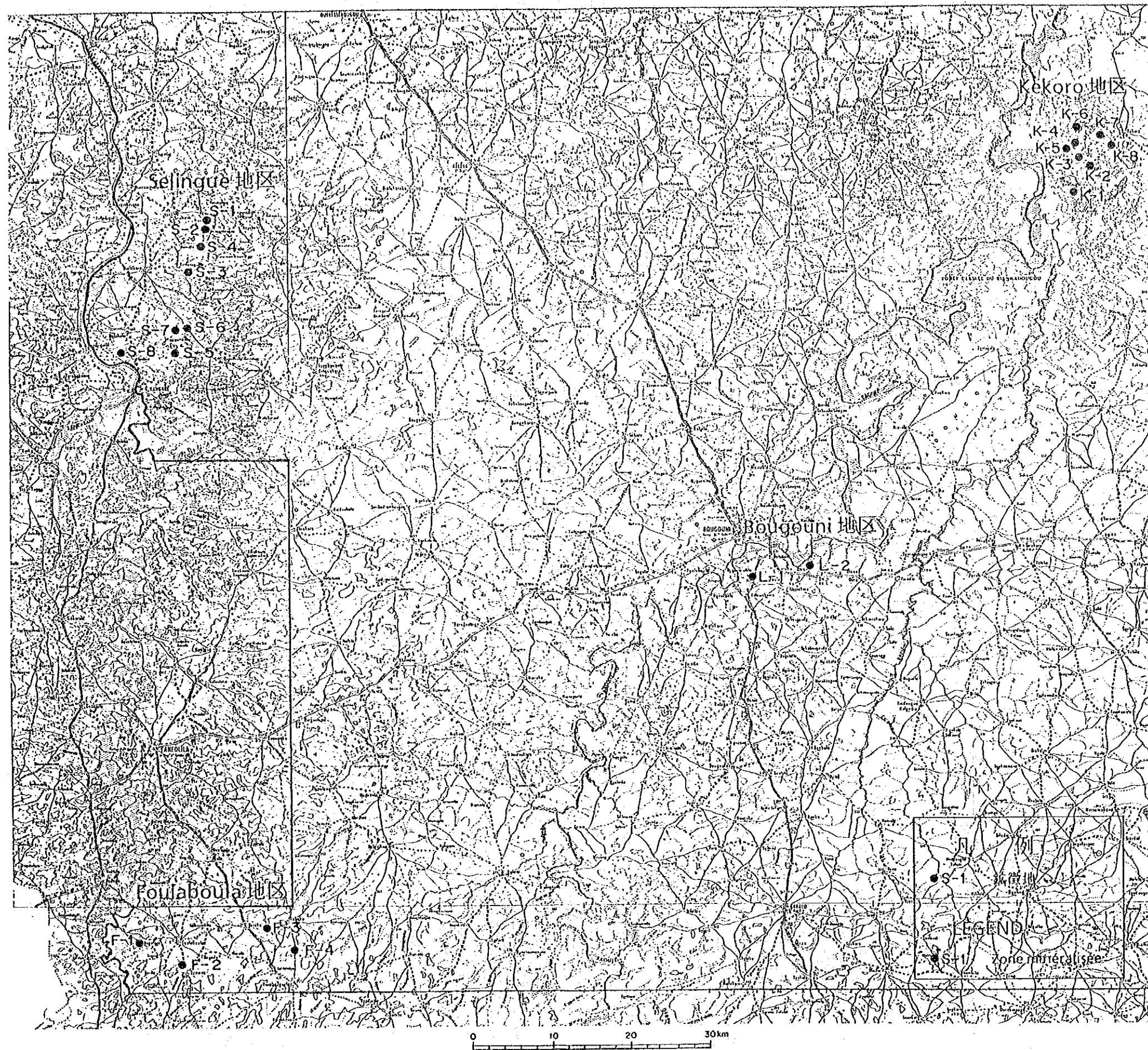


Fig.22 Carte de situation des minéralisés dans la région étudiée

de gisement du type de Syama.

En fonction de la manière de l'exploitation future, il est possible de découvrir de nouvelles mines.

(3) Région de Kékoro

Il y a un chantier abandonné. Un dyke d'aplite contenant de l'or apparaît dans les roches sédimentaire de la formation birrimienne volcano-sédimentaire (Au 0,0013 g/t). Il existe un filon de quartz divisé par mouvements structuraux.

La couche de sable aurifère et l'aplite contenant de l'or n'ont aucune valeur économique.

2.3 Composition chimique de la terre

2.3.1 Objectif et méthode

La surface de la région de Bougouni est couverte de terre latéritique désagrégée (latesol) de sorte qu'il est difficile de saisir la géologie du bedrock. On a discriminé chimiquement la terre formée sur le bedrock d'une géologie différente (groupe de la formation birrimienne et massifs granitiques) et on a examiné la composition chimique de la terre dans le but d'aider l'investigation géologique.

Les échantillons soumis à l'analyse, au nombre de 1.009 en tout, ont été prélevés dans la première année par le prélèvement exécuté le long des chemins principaux à 1 km d'intervalle en principe jusqu'à une profondeur de 40 cm sous la surface de la terre. Là, où il est difficile de creuser parce que la surface de la terre est couverte de la croûte dure, on les a pris de la croûte. Après un séchage naturel les échantillons ont été tamisés, et séparés des fines particules à moins de 80 mesh et posés à 100 g, et envoyés à la société canadienne "Chemex" pour exécuter l'analyse suivante:

Emplacement de l'analyse: Société canadienne "Chemex"

Composition analysée (méthode d'analyse): Al_2O_3 (ICP-AES), BaO (ICP-AES), CaO (ICP-AES), Fe_2O_3 (ICP-AES), K_2O (ICP-AES), MgO (ICP-AES), MnO (ICP-AES), Na_2O (ICP-AES), P_2O_5 (ICP-AES), SiO_2 (ICP-AES), TiO_2 (ICP-AES), L.O.I. (fourneau), FeO (titration)

2.3.2 Composition chimique de la terre

La plupart des valeurs de l'analyse chimique renferment beaucoup d'éléments réduits par chauffage (L.O.I.) (maximum 25,7%), qui semblent indiquer une quantité de substances organiques contenues dans la terre. Pour l'analyse on a employé les valeurs obtenues

par la re-calculation des poids relatifs des oxydes à l'exclusion de L.O.I.

(1) Composition chimique principale

Le schéma indique le territoire des oxydes dans la terre aussi bien que la comparaison avec les valeurs moyennes du granite et de la glaise. Les éléments dans lesquels la valeur moyenne de la terre entière a diminué par rapport à celle de la roche sont ceux dont une partie est dissolue et dispersée dans l'eau souterraine et l'eau d'une rivière pendant la formation de la terre. Les éléments qui ont une valeur moyenne peu différente de celle de la roche sont ceux qui se sont réincorporés dans la terre sans se disperser sur tout le territoire.

La somme des 3 éléments Al_2O_3 , Fe_2O_3 , SiO_2 est 98,68% au maximum. Ces trois éléments constituent les oxydes principaux contenues dans la terre. $Al_2O_3 + Fe_2O_3$ et SiO_2 montrent une parfaite corrélation négative (Fig.23).

Le schéma divisé par les types de terre indique que la saprolite se situe au centre de la répartition. La comparaison des valeurs moyennes entre le granite et la couche sédimentaire glaiseuse montre que la saprolite appartient au territoire, où SiO_2 a diminué plus que le rapport de la composition de la roche originelle. Le latesol fait partie du territoire riche en $Al_2O_3 + Fe_2O_3$. Le sol conglomératique et celui silteux sont renfermés dans le territoire riche en SiO_2 .

Si, maintenant, on établit l'index de latéritisation comme suit:

Index de latéritisation = $(Al_2O_3 + Fe_2O_3)/SiO_2$,

alors, étant donné que la valeur moyenne de l'index de latéritisation de la saprolite est 0,4, on peut considérer que dans la région de Bougouni l'index supérieur à 0,4 représente du latesol.

On peut mentionner à titre de facteurs contribuant à

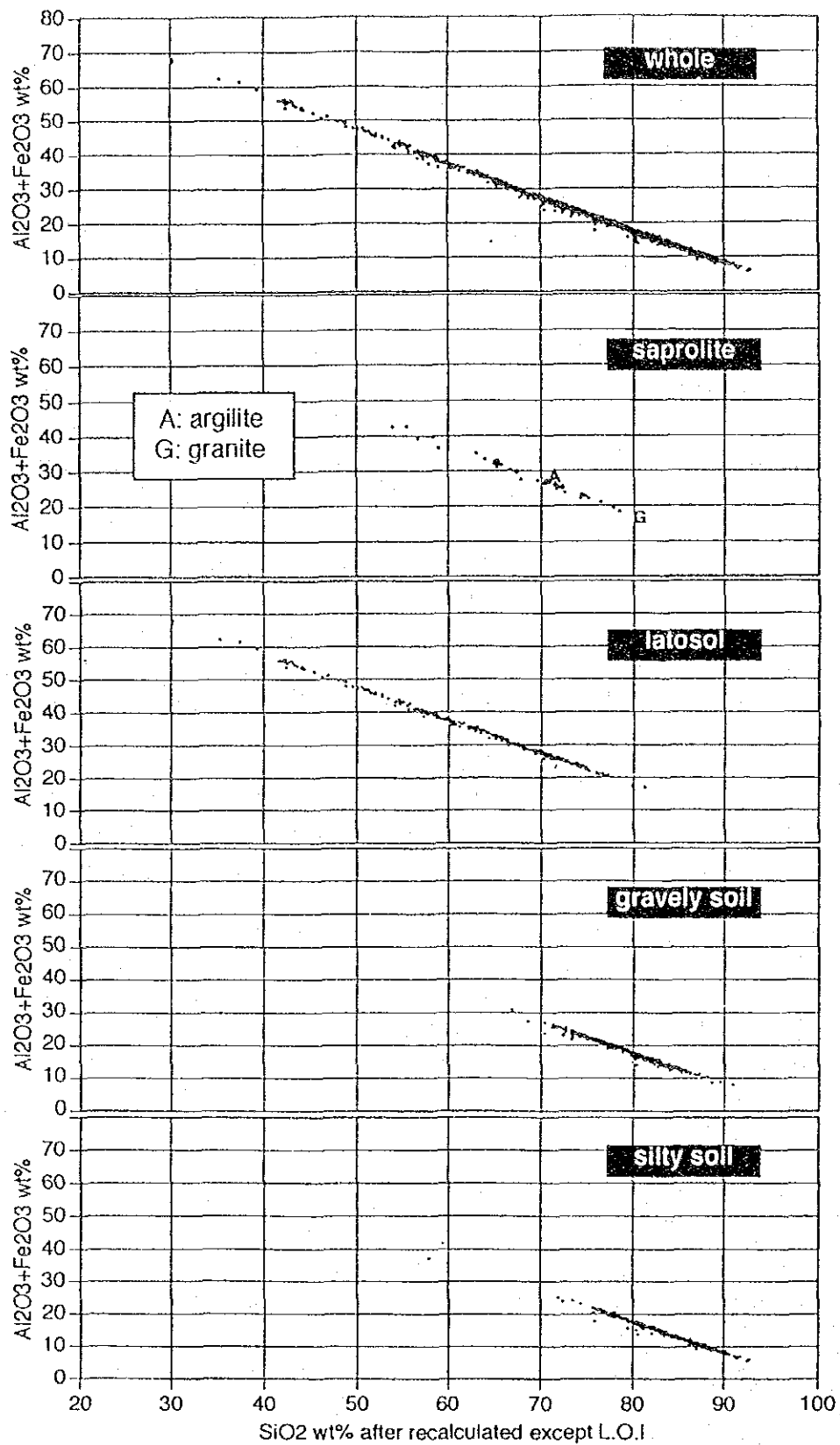


Fig.23 Relation de $\text{SiO}_2 - (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3)$

l'augmentation de l'index de latéritisation les points suivants:
1) l'accroissement relatif d'alumine due à l'érosion des minéraux du sol par action de l'acide silicique, 2) la formation de gypse et 3) l'addition et la précipitation d'hydroxydes de fer aussi bien que la formation de goéthite et d'hématite. D'autre part, on peut considérer comme facteur contribuant à la diminution de l'index de latéritisation : la précipitation du quartz due à la séparation de la glaise du sol.

(2) Composition chimique auxiliaire

Les quantités des éléments auxiliaires pour tout le sol indiquent des valeurs remarquablement plus basses par rapport aux valeurs moyennes du granite et de la glaise (Fig.24). Ces éléments semblent pour la plupart être déjà dispersés de leur roche mère durant la phase initiale de la désagrégation de latérite. Dans le laterol se trouvent concentrés des éléments résiduels après l'érosion et le lessivage concentrés des minéraux. Une partie des éléments dissouts dans l'eau souterraine précipite dans les sédiments aux alentours de la surface de la terre et dans les terrains bas tandis que la plupart d'eux sont emportés, par l'eau d'une rivière.

Le comportement des composants chimiques se définit par trois sortes de mouvements à partir de la matrice relative (Tableau 9):

1) Composition chimique résiduel après le procédé de la formation de latérite:

1)-A Elément résiduel: Al_2O_3

2)-B Composition chimique contenue dans les minéraux non-désagrégés: SiO_2 , TiO_2

2) Composition chimique dissoute transportée par l'eau souterraine:

2)-A Composition chimique qui peut précipiter suivant les conditions à la surface de la terre: Fe_2O_3 , MnO

2)-B Composition chimique dispersée pour la plupart: SiO_2 , Na_2O , MgO , CaO , K_2O , BaO , P_2O_5 , FeO

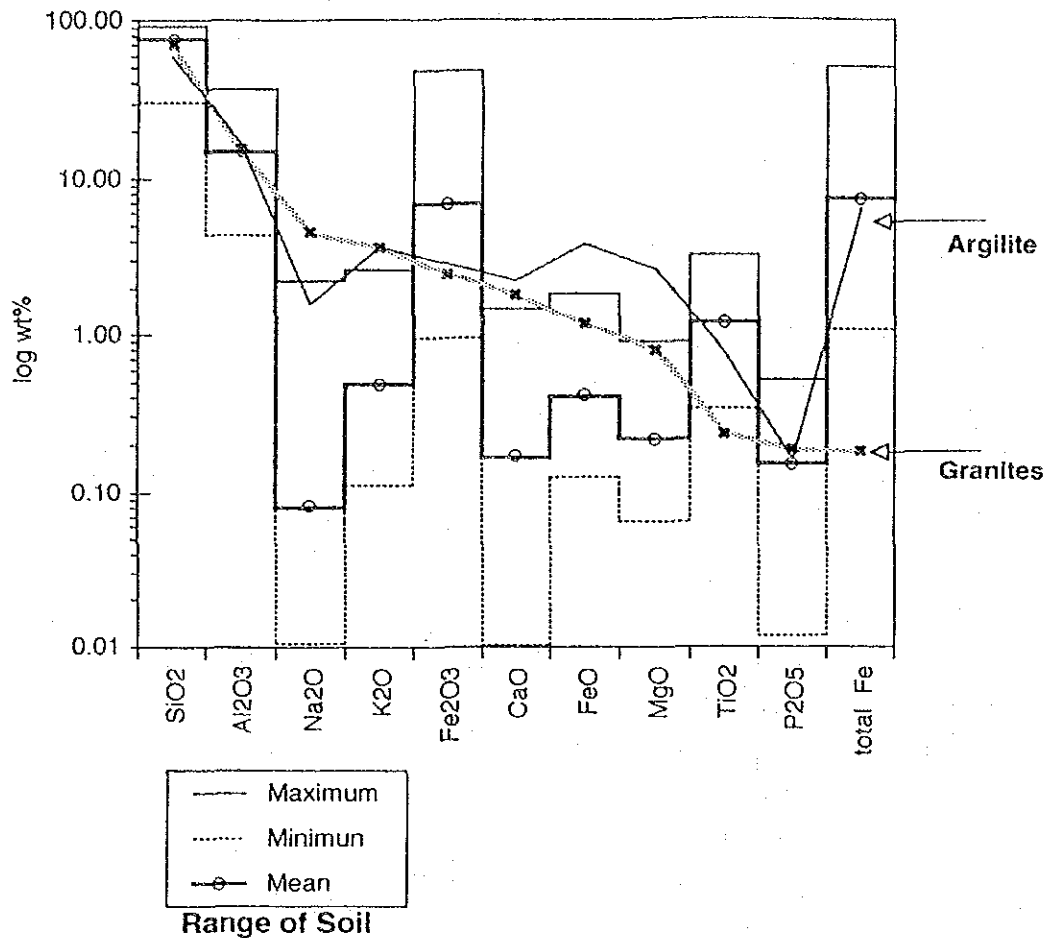


Fig.24 Composition chimique de la terre

		Cu	Zn	Pb	As	Au	Al2O3	BaO	CaO	Fe2O3	K2O	MgO	MnO	Na2O	P2O5	SiO2	TiO2	FeO	Al+Fe'	Al''	Li'''	
Cu	laterite soil	1.00																				
	gravelly soil	1.00																				
	silty soil	1.00																				
Zn	laterite soil	0.60	1.00																			
	gravelly soil	0.46	1.00																			
	silty soil	0.52	1.00																			
Pb	laterite soil	0.19	-0.01	1.00																		
	gravelly soil	0.19	0.12	1.00																		
	silty soil	0.41	0.28	1.00																		
As	laterite soil	0.11	-0.02	0.34	1.00																	
	gravelly soil	0.38	0.13	0.43	1.00																	
	silty soil	0.52	0.28	0.34	1.00																	
Au	laterite soil	-0.05	-0.02	-0.03	0.11	1.00																
	gravelly soil	0.10	-0.05	-0.05	0.03	1.00																
	silty soil	0.00	0.09	-0.02	0.09	1.00																
Al2O3	laterite soil	0.06	-0.07	0.08	-0.06	0.01	1.00															
	gravelly soil	0.02	0.06	0.14	0.11	-0.03	1.00															
	silty soil	0.37	0.28	0.45	0.13	-0.03	1.00															
BaO	laterite soil	0.31	0.22	-0.05	-0.08	0.00	0.15	1.00														
	gravelly soil	0.02	0.06	-0.11	-0.05	0.01	-0.09	1.00														
	silty soil	0.16	0.24	0.00	0.06	-0.01	-0.01	1.00														
CaO	laterite soil	0.21	0.28	0.00	0.00	-0.04	-0.01	0.08	1.00													
	gravelly soil	0.07	0.30	-0.07	-0.02	0.00	-0.06	0.14	1.00													
	silty soil	0.20	0.38	0.09	0.04	0.01	0.04	-0.27	1.00													
Fe2O3	laterite soil	0.26	0.04	0.23	0.44	-0.10	0.06	-0.10	-0.01	1.00												
	gravelly soil	0.30	0.17	0.60	0.53	-0.06	0.07	-0.06	-0.06	1.00												
	silty soil	0.82	0.49	0.56	0.42	-0.02	0.56	0.05	0.15	1.00												
K2O	laterite soil	0.19	0.06	-0.27	-0.11	0.00	0.16	0.57	0.14	0.28	1.00											
	gravelly soil	0.20	0.34	0.01	0.00	-0.01	0.11	0.15	0.21	-0.09	1.00											
	silty soil	0.37	0.40	0.11	0.18	-0.01	0.17	0.53	0.25	0.15	1.00											
MgO	laterite soil	0.23	0.38	-0.21	-0.02	0.01	0.06	-0.22	0.46	0.29	0.39	1.00										
	gravelly soil	0.13	0.43	0.16	0.13	-0.07	0.27	0.06	0.51	0.12	0.41	1.00										
	silty soil	0.59	0.58	0.35	0.36	0.00	0.40	0.33	0.50	0.53	0.53	1.00										
MnO	laterite soil	0.34	0.28	0.43	-0.01	-0.07	0.03	-0.06	0.24	0.42	-0.09	0.01	1.00									
	gravelly soil	0.42	0.38	0.17	0.13	0.03	-0.06	0.09	0.24	0.29	0.04	0.13	1.00									
	silty soil	0.57	0.52	0.33	0.34	0.03	0.07	0.22	0.36	0.47	0.30	0.44	1.00									
Na2O	laterite soil	0.16	0.22	-0.18	-0.15	-0.03	-0.06	0.46	0.31	-0.15	0.42	0.43	-0.01	1.00								
	gravelly soil	0.04	0.27	-0.10	-0.05	0.00	-0.05	0.09	0.60	-0.05	0.39	0.56	0.06	1.00								
	silty soil	0.17	0.27	0.05	0.04	-0.03	0.04	0.40	0.68	0.08	0.48	0.48	0.15	1.00								
P2O5	laterite soil	0.21	0.34	0.08	0.25	-0.01	-0.28	-0.07	0.55	0.21	-0.09	0.25	0.13	0.25	1.00							
	gravelly soil	0.25	0.23	0.02	0.07	0.05	-0.19	0.03	0.39	0.10	-0.03	-0.05	0.17	0.01	1.00							
	silty soil	0.26	0.24	0.07	0.03	0.02	-0.02	-0.01	0.48	0.16	0.02	0.07	0.27	-0.01	1.00							
SiO2	laterite soil	-0.27	-0.02	-0.69	-0.34	0.08	-0.55	-0.01	-0.62	-0.88	0.12	0.17	-0.35	-0.14	-0.06	1.00						
	gravelly soil	-0.20	-0.18	-0.41	-0.19	0.05	-0.66	0.08	0.01	-0.56	-0.12	-0.36	-0.13	0.00	0.09	1.00						
	silty soil	-0.53	-0.42	-0.54	-0.25	0.03	-0.86	-0.06	-0.15	-0.75	-0.25	-0.58	-0.25	-0.13	-0.05	1.00						
TiO2	laterite soil	0.11	0.15	-0.26	-0.17	-0.03	0.10	0.03	0.64	-0.35	0.08	0.31	0.12	-0.02	-0.05	0.31	1.00					
	gravelly soil	0.16	0.00	0.10	0.12	0.02	0.25	-0.07	-0.17	0.19	-0.07	0.18	0.27	-0.23	-0.16	-0.36	1.00					
	silty soil	0.25	0.07	0.29	0.12	0.06	0.27	-0.09	-0.13	0.18	0.05	0.22	0.25	-0.15	-0.08	-0.31	1.00					
FeO	laterite soil	0.13	0.25	0.15	0.10	-0.10	-0.27	-0.17	0.16	0.18	-0.18	0.22	0.17	-0.06	-0.24	-0.04	0.36	1.00				
	gravelly soil	0.22	0.28	0.24	0.26	-0.01	-0.03	0.03	0.49	-0.09	0.20	0.44	-0.04	0.00	-0.29	0.40	0.36	1.00				
	silty soil	0.21	0.26	0.15	0.07	0.04	0.24	0.04	0.20	0.42	0.01	0.30	0.25	-0.01	0.07	0.35	0.16	1.00				
Al+Fe'	laterite soil	0.24	0.00	0.29	0.34	-0.08	0.50	-0.01	-0.01	0.82	-0.16	-0.21	0.33	-0.16	0.04	-0.00	-0.31	0.02	1.00			
	gravelly soil	0.17	0.13	0.42	0.18	-0.06	0.87	-0.11	-0.08	0.56	0.04	0.28	0.08	-0.07	-0.11	-0.39	0.30	0.24	1.00			
	silty soil	0.49	0.37	0.53	0.23	-0.03	0.87	0.00	0.07	0.74	0.18	0.48	0.20	0.06	0.03	-0.39	0.27	0.32	1.00			
Al''	laterite soil	-0.21	-0.07	-0.59	-0.43	0.12	0.33	0.15	0.01	-0.88	0.31	-0.28	-0.38	0.12	-0.26	0.47	0.30	-0.31	0.37	1.00		
	gravelly soil	-0.23	-0.10	-0.47	-0.31	0.06	0.44	0.00	0.04	-0.84	0.16	0.02	-0.27	0.03	-0.17	0.05	-0.05	-0.43	0.06	1.00		
	silty soil	-0.33	-0.29	-0.17	-0.26	-0.01	0.26	-0.05	-0.14	-0.51	0.01	-0.19	-0.44	-0.00	-0.23	0.00	0.02	-0.32	0.02	1.00		
Li'''	laterite soil	0.25	0.00	0.68	0.32	-0.06	0.19	-0.01	0.00	0.85	-0.16	-0.23	0.36	-0.15	0.06	-0.07	-0.33	-0.01	0.37	0.55	1.00	
	gravelly soil	0.17	0.13	0.43	0.18	-0.05	0.68	-0.10	-0.07	0.54	0.08	0.29	0.09	-0.05	-0.10	-0.39	0.31	0.25	1.00	0.08	1.00	
	silty soil	0.41	0.40	0.54	0.27	-0.03	0.95	0.02	0.09	0.77	0.19	0.51	0.24	0.08	0.04	-0.29	0.25	0.33	0.29	0.00	1.00	

Al+Fe'=Al2O3-Fe2O3 Al''=Al2O3-Fe2O3 Li'''=(Al2O3+Fe2O3)/SiO2

Tableau 9 La matrice relative

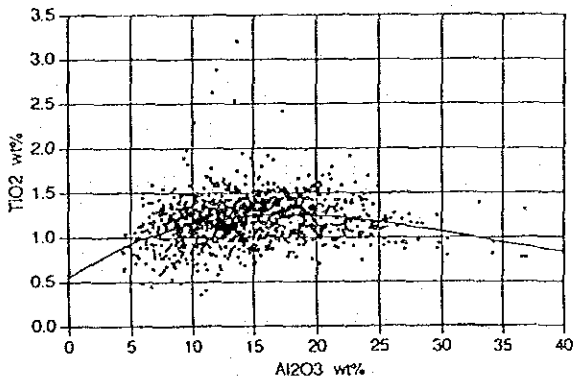


Fig.25 Relation de Al2O3-TiO2

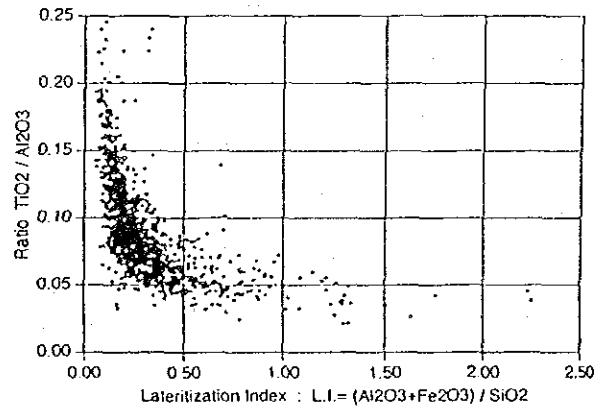


Fig.26 Relation de L.I.-(Al2O3/TiO2)

2.3.3 Observations

Pour diviser la roche originelle à partir de la composition chimique du sol, on a fait une hypothèse de travail comme suit:

- 1) Extraire ses éléments du sol lesquels se sont transportés en petites quantités.
- 2) Le rapport entre les éléments, s'il est constant pour tout le sol, peut exprimer le rapport de la composition de la roche originelle.
- 3) Discriminer les groupes par rapport aux éléments et déterminer la relation entre ces groupes et la division de la roche originelle.

A partir des résultats de l'analyse mentionnée jusqu'ici on suppose que deux des éléments constitutifs du sol, à savoir Al_2O_3 et TiO_2 , ne sont influencés qu'un peu par le transport occasionné par la désagrégation de latérite. TiO_2 est renfermé surtout dans les minéraux qui possèdent une résistance extrêmement haute à la désagrégation, à titre d'exemple: le méthyle. Al_2O_3 est un élément bien stable dans les conditions normales de l'eau naturelle (ph 4 -9).

Si l'on observe les figures 11,12, la relation entre le rapport de TiO_2/Al_2O_3 et l'index de latéritisation, on peut voir que si l'index de latéritisation s'accroît le rapport de TiO_2/Al_2O_3 diminue brusquement, ce qui indique le fait de ce qu' Al_2O_3 aussi s'ajoute au cours de la formation de latesol. Par conséquent, en ce qui concerne TiO_2 et Al_2O_3 cette hypothèse de travail ne peut pas s'appliquer pendant la phase 2) mentionnée ci-dessus. Les autres éléments dispersés et condensés remarquablement sous l'effet de la désagrégation ont perdu les caractéristiques de la roche originelle.

De tout cela on peut déduire que dans le cas du sol ayant rapport

au latesol la composition chimique du bedrock se récompose complètement dès qu'il est extrêmement difficile de discriminer la roche originelle à l'aide des éléments principaux.