

3-4 Interprétation photo-géologique des images

L'objectif de cette étude étant, outre d'étudier la structure géologique et le lithofaciès de la zone concernée, d'évaluer le potentiel de ressources minérales, nous avons réalisé une interprétation photo-géologique des images satellite traitées.

Pour cela, nous avons utilisé la méthode DPCA, qui permet d'éliminer les informations dues aux végétaux.

3-4-1 Interprétation des linéaments

La Figure II-3-5 présente un exemple d'interprétation des linéaments de la zone étudiée. Les linéaments de la zone étudiée ont en gros deux orientations: NW-SE et NE-SW. Selon une carte géologique existante (DNGM, 1998), les linéaments NW-SE respectent la structure d'ensemble des formations birrimiennes et des roches granitiques.

De leur côté, les linéaments NE-SW correspondent à la direction des failles qui coupent la structure géologique d'ensemble. Il existe au sud de Kékoro de bons linéaments continus dans les directions N-S à NE-SW. Dans la mesure où on trouve des argilisations dans la région de Kékoro, on peut penser qu'il sera nécessaire d'étudier la relation entre les bandes d'argilisation et les linéaments de direction N-S à NE-SW.

Par ailleurs, on trouve dans la région étudiée des structures circulaires dont le diamètre varie entre 10 et 50 km. En particulier, dans la région de Kékoro, les roches intrusives basiques sont distribuées en arcs de cercle. On peut donc penser qu'il sera nécessaire d'étudier ces structures sur le plan géologique.

3-4-2 interprétation géochimique

La Figure II-3-6 présente la carte d'interprétation géologique de la région concernée par l'étude. Le Tableau II-3-2 donne les éléments de base de l'interprétation géologique.

Voici les principales caractéristiques des images dans les différentes unités photogéologiques.

- unité photogéologique Q

Couleur: vert, violet et jaune-vert. Texture fine à très fine. Alluvion quaternaire répartie essentiellement dans le bassin du fleuve Baoulé qui traverse la partie Est de la région étudiée du sud vers le nord. Coloration violette au voisinage des zones granitiques, verte à jaune-vert dans les formations birrimiennes.

- unité photogéologique L

Couleur: vert et jaune-vert. Texture fine. Répartie dans l'ensemble de la zone étudiée, elle forme des surfaces plates en forme de tables. On peut penser qu'il s'agit de la table latéritique.

- unité photogéologique D

Couleur: rouge et violet. Texture moyenne. Répartie essentiellement dans la partie Est de la zone étudiée, elle se caractérise par une disposition en forme de cercles dans

Tableau II-3-2 Le diagramme d'interprétation photo-géologique

Photo-geologic Unit	Geologic Units	Image Characteristics		Geomorphological feature			
		Tone	Texture	Drainage		Rock Resistance	Bedding
				Pattern	Density		
Q	Quaternary	green, purple, yellowish green	very fine	parallel	low	very low	none
L	Laterite Crust	green, yellowish green	fine	dendritic	medium	high	none
D	Mafic Intrusives (Diorite)	red, purple	medium	parallel	medium	high	none
G	Granitoides	purple, pink, sky blue	medium	parallel	low	low	none
B	Birimien Group	black, yellow, yellowish green	coarse	dendritic	medium	high	none

la région de Kékoro. D'après une carte géologique existante (DNGM, 1988), on peut penser qu'il s'agit de roches intrusives basiques (diorite). Les caractéristiques spectrales laissent à penser que ces roches intrusives s'accompagnent d'altérations par argilisation.

• unité photogéologique G

Couleur: violet, rose et bleu ciel. Texture moyenne. Répartie dans la partie ouest de la région étudiée ainsi qu'au nord et à l'ouest de Kékoro. Cette unité photogéologique forme souvent des terrains bas. D'après une carte géologique existante (DNGM, 1988), on peut penser qu'il s'agit de granites.

• unité photogéologique B

Couleur: noir, jaune et jaune-vert. Texture grossière. Répartie dans la partie nord-est à sud-est de la région étudiée. On observe dans cette unité photogéologique des altérations géomorphologiques, et la résistance de la roche est élevée. D'après une carte géologique existante (DNGM, 1988), on peut penser qu'il s'agit des roches sédimentaires des formations birrimiennes.

3-4-3 Résultats d'étude au terrain

Le Tableau II-3-3 présente la description de la végétation et de la géologie faite aux points montrant les couleurs particulières sur les images fausses couleurs (échelle : 1/200 000) apportées sur place lors d'étude au terrain.

Parmi les 18 points visités, 11 points montrent le taux de couverture de surface par la végétation soit 50 ~ 100%. Les 7 points du reste montrent 5 ~ 30 %.

En comparaison de la résultat d'Analyse d'Images la terre exposé et la latérite faiblement altérée sont les plus correspondantes aux résultats d'analyse d'Images, puis la croûte latéritique riche en fer oxydé (cuirasse et carapace) et le sol latéritique sont leur harmonieux.

Par contre, pour les roches sédimentaires, la saprolite et la zone d'altération, à défaut d'affleurement convenable, le constat au terrain n'a pas été possible.



Tableau II-3-3 Tableau synoptique des unités d'images fausses couleurs

Image fausses couleurs			Résultats de l'étude sur terrain						interprétation
Ton	Texture	UTM(Est)	UTM(Nord)	Taux de surface exposée	geologie	végétation	genèses d'images fausses couleurs		
1	blanc	moyenne	716,300	1,262,700	100%	Granite et sol blanc désagrégé	Végétation faible	granite et sol désagrégé	granite granite désagrégée ,saporite,etc.
2	blanc	fine	692,300	1,349,600	90%	Sable fin, gris clair ,terrain de champs (sol cultivé)	Champs de culture de coton récoltés	Sable fin	
3	blanc	fine	689,600	1,338,200	90%	Sable fin gris calir	Végétation d'arbres à feuillage caduque,espacé de 20-100m	Sable fin	
4	blanc	moyenne	693,700	1,351,400	75%	Sable fin, brun pâle-gris,terrain de champs	Surface partiellement couverte de graminacées, arbres à feuillage persistant ,espacé de 50m	Sable fin	
5	brun sombre	grosse	680,300	1,336,300	80%	Cuirasse (pisolite) et blocs de croûte, brune rougeâtre-brune sombre	Végétation d'arbres à feuillage persistant,espacé de 20-30m, arbres à feuillage caduque,espacé de 5-10m	Cuirasse (pisolite) et blocs de croûte	latérite (principalement pisolite)
6	brun	moyenne	675,000	1,349,300	90%	Cuirasse (pisolite), brun rougeâtre, biens des fourmillières existantes	Peu de végétation	Cuirasse (pisolite)	
7	gris clair brunâtre	moyenne	679,300	1,341,000	100%	Sable à grain fin-moyen contenant les nodules ferralitiques(Φ2-5mm), de couleur brun	Champs de culture de coton récoltés, arbres à feuillage persistant ,espacé de 50m	Sable contenant les nodules ferralitiques	Sol latéritique à grain fin
8	brun pâle	moyenne	699,400	1,349,500	70%	Sable fin gris sombre , surface brûlée pour la cultivation	Arbres à feuillage caduque,espacé de 5-10m,surface partiellement couverte de feuilles mortes	Sable fin, surface brûlée pour la cultivation	Surface brûlée pour la cultivation
9	brun pâle -brune rougeâtre	moyenne	694,400	1,335,700	70%	Sable fin, gris brunâtre-noir, surface brûlée pour la cultivation	Peu de végétation, arbres à feuillage persistant ,espacé de 50m	Sable fin, surface brûlée pour la cultivation	
10	bleu verdâtre	fine	630,200	1,329,000	20%	Sable fin, gris -brun pâle	Végétation d'arbres à feuillage persistant et arbres à feuillage caduque,espacé de 5-10m	Arbres à feuillage caduque, arbres à feuillage persistant	
11	vert sombre	moyenne	686,400	1,346,500	<10%	Sable fin ,beaucoup de blocs(Φ10-30cm) de croûte latéritique, surface couverte de feuilles mortes brunes	Surface totalement couverte de graminacées, arbres à feuillage caduque,espacé de 5-10m	Arbres à feuillage caduque, les graminacées	végétation : graminacées , arbres à feuille caduque, arbres à feuille persistant, feuilles mortes d'arbres
12	vert pâle	fine	684,900	1,326,600	30%	Sable fin ,gris clair	Surface totalement couverte de graminacées , arbres à feuillage persistant ,espacé de 30-40m, arbres à feuillage caduque,espacé de 80m	Les graminacées	
13	vert pâle - bleu pâle	fine	689,761	1,343,500	<20%	Cuirasse (pisolite) et blocs de croûte, brune rougeâtre-brune sombre	Surface totalement couverte de graminacées, arbres à feuillage persistant et arbres à feuillage caduque,espacés de 10m	Les graminacées ,arbres à feuillage caduque, arbres à feuillage persistant	
14	vert brunâtre	fine	673,100	1,342,100	<10%	Cuirasse (pisolite) brune	Surface totalement couverte de graminacées et de feuilles mortes, arbres à feuillage persistant espacés de 10m et arbres à feuillage caduque,espacés de 5-10m	Les graminacées, arbres à feuillage caduque, feuilles mortes, arbres à feuillage persistant	
15	brun verdâtre foncé	fine	674,700	1,345,000	60%	Cuirasse (pisolite)et croûte, brune rougeâtre-brune sombre	Surface partiellement couverte de graminacées, arbres à feuillage caduque,espacés de 5-20m	Les graminacées, la cuirasse(pisolite)	
16	brun verdâtre	moyenne	677,700	1,337,300	50%	Cuirasse (pisolite), brune rougeâtre-brune	Surface partiellement couverte de graminacées , arbres à feuillage persistant espacés de 20-30m et arbres à feuillage caduque,espacés de 10m	Les graminacées , la cuirasse(pisolite)	
17	brun foncé	moyenne	696,900	1,341,100	<10%	Cuirasse (pisolite), brune, surface couverte de feuilles mortes brunes	Surface totalement couverte feuilles mortes, arbres à feuillage persistant espacés de 5m et arbres à feuillage caduque,espacés de 5m	Arbres à feuillage caduque, feuilles mortes, arbres à feuillage persistant	
18	gris clair - blanc	fine	689,600	1,340,100	<5%	Sable fin, brun clair -gris, surface totalement couverte de feuilles mortes brunes	Surface totalement couverte de graminacées et de feuilles mortes, arbres à feuillage caduque,espacés de 10-20m	Les graminacées , arbres à feuillage caduque, feuilles mortes	

LANDSAT IMAGE OF THE KEKORO AND BAOULE-BANIFING AREA, MALI

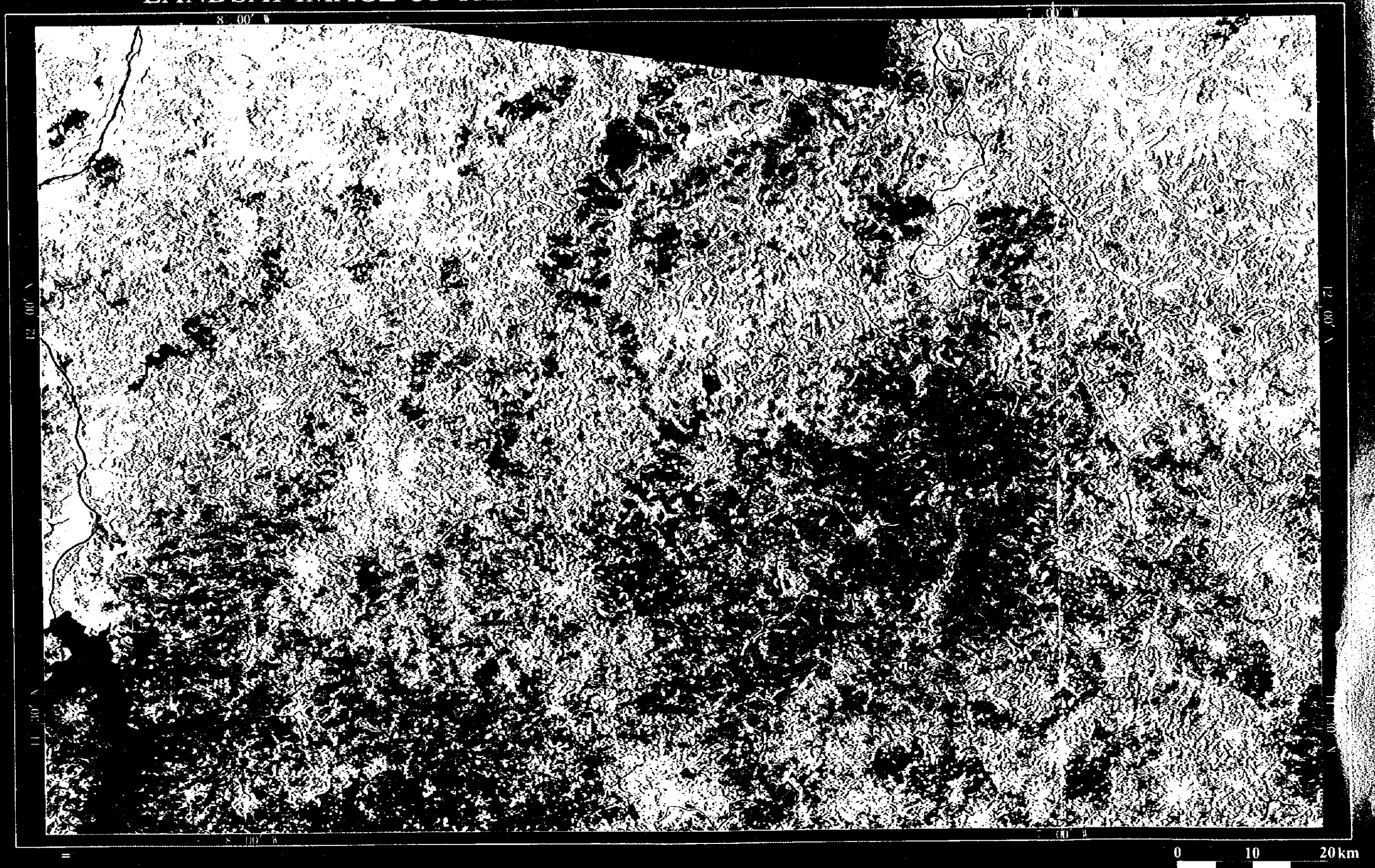


Fig.II-3-2 L'image fausses couleurs

LANDSAT IMAGE OF THE KEKORO AND BAOULE-BANIFING AREA, MALI

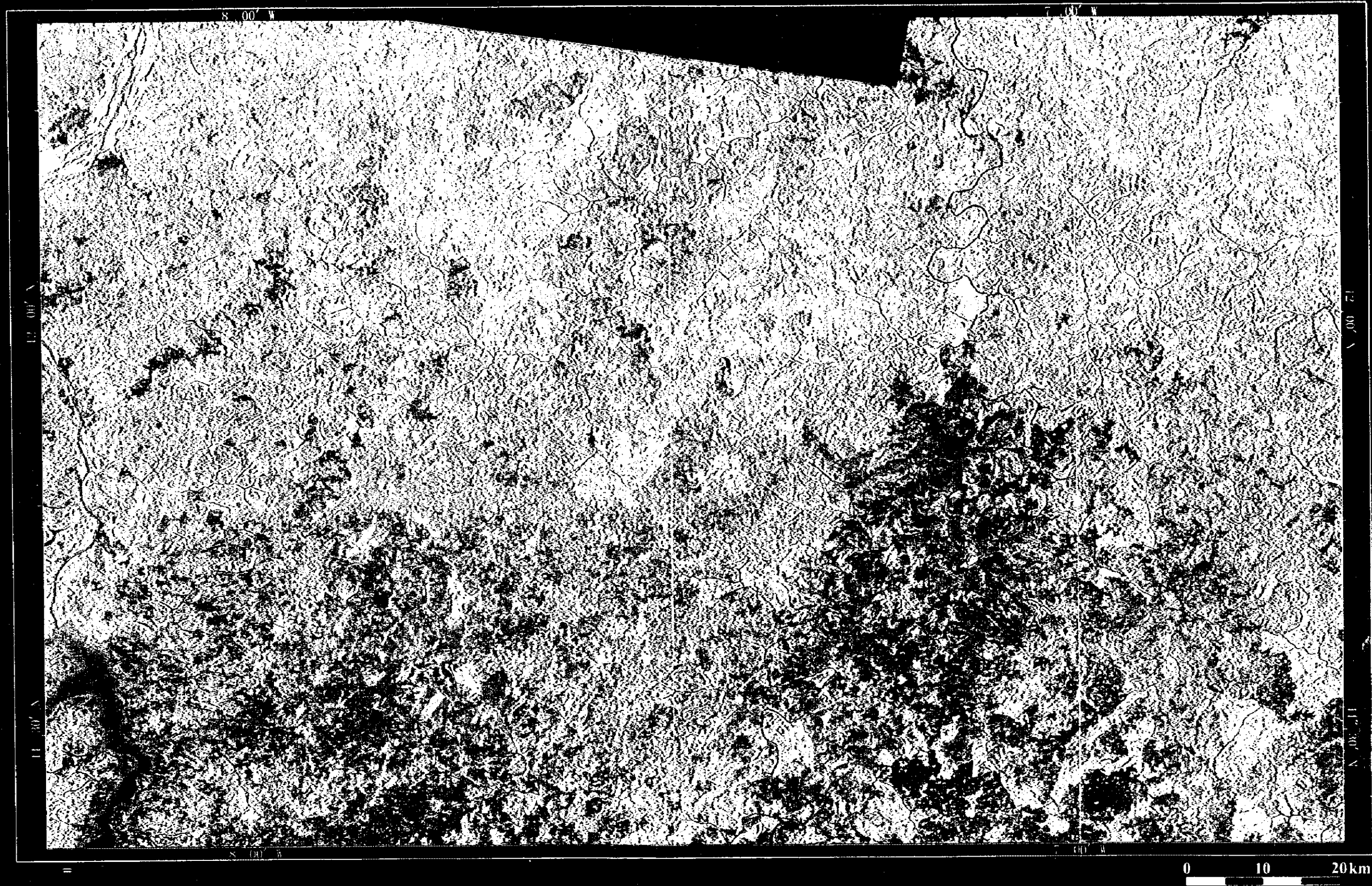


Fig.II-3-3 L'image de Rapport composite

LANDSAT IMAGE OF THE KEKORO AND BAOULE-BANIFING AREA, MALI

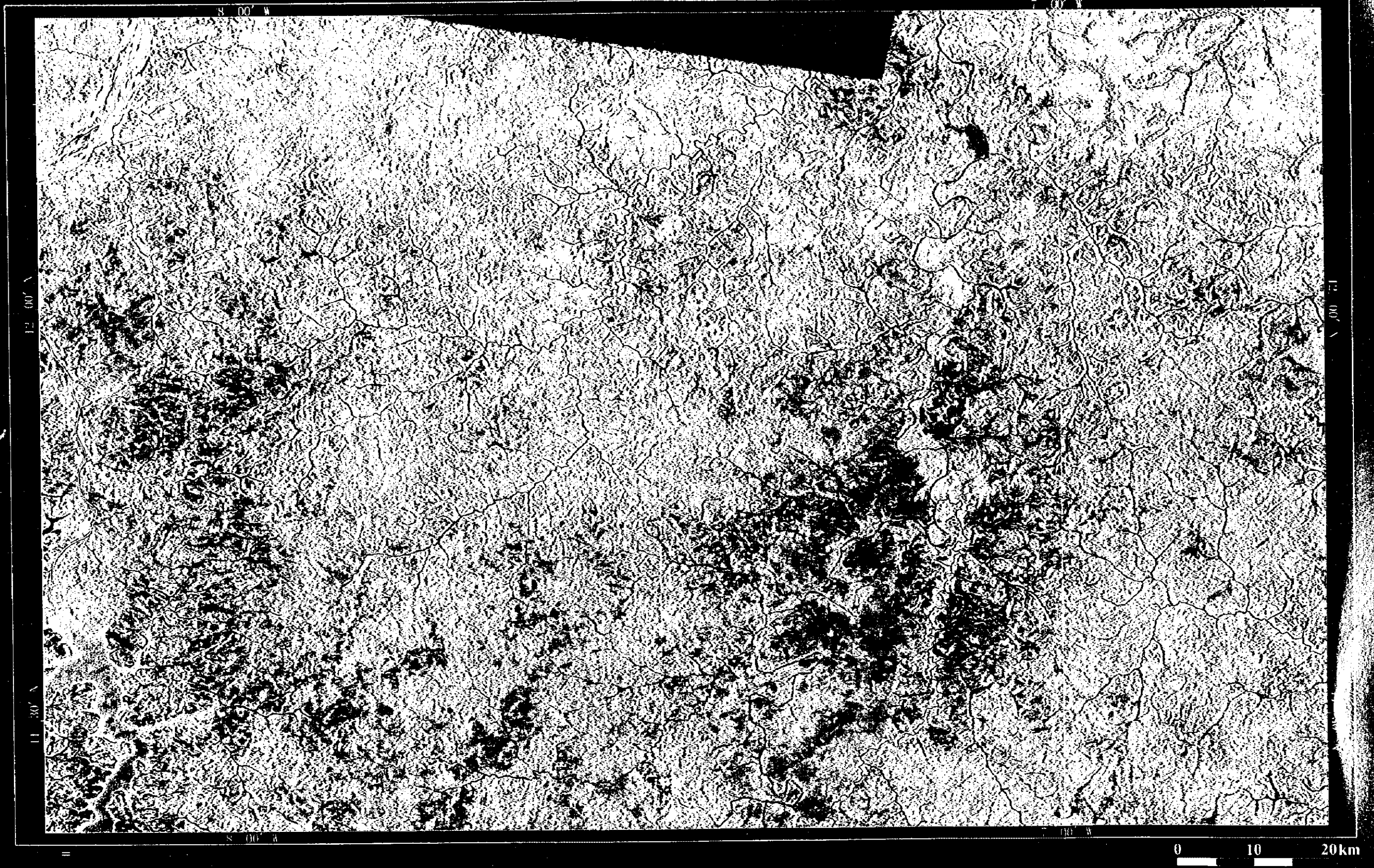


Fig.II-3-4 L'image d'Analyse des Composantes Principales dirigées(DPCA)

LANDSAT IMAGE OF THE KEKORO AND BAOULE-BANIFING AREA, MALI

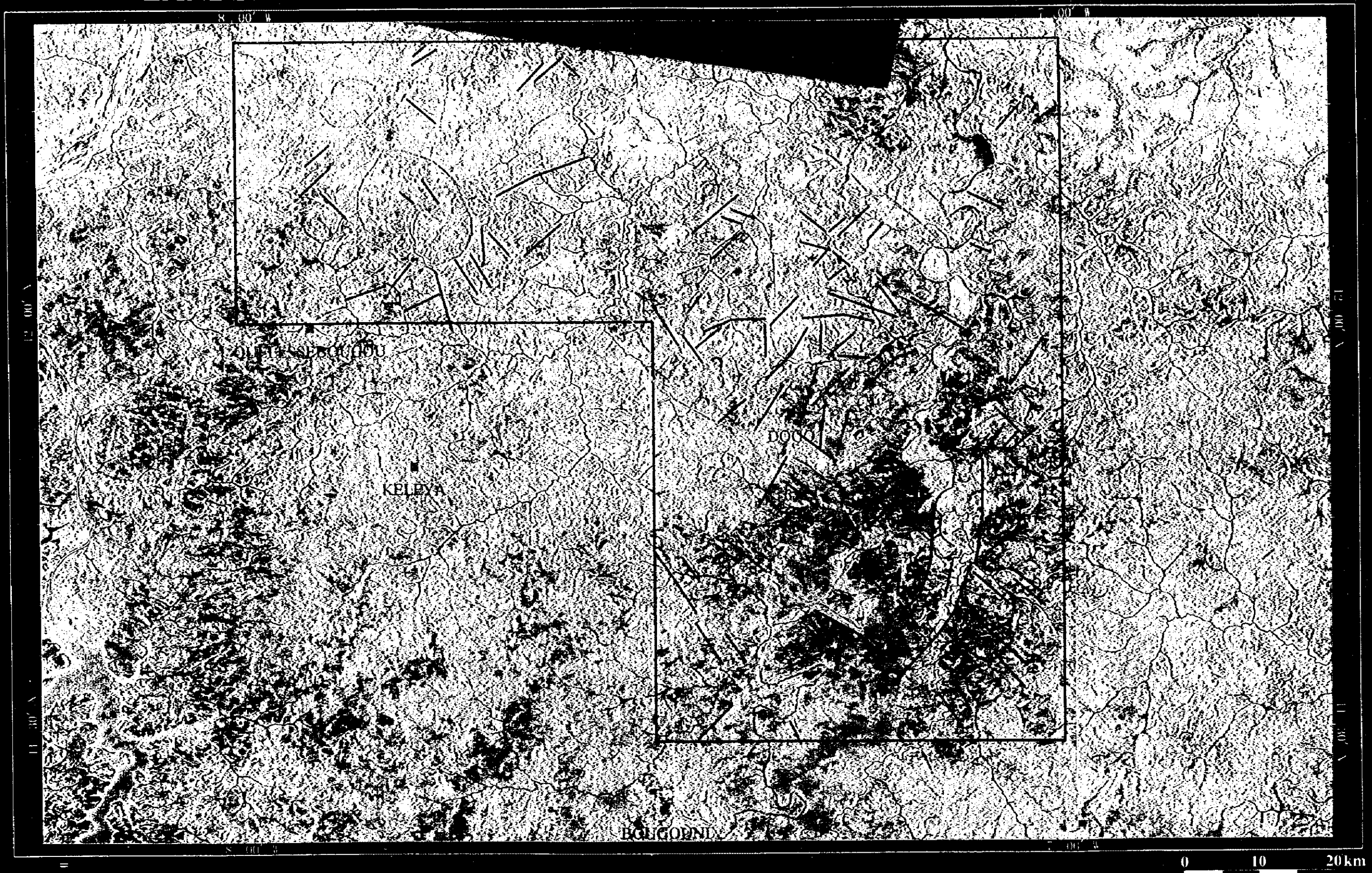


Fig.II-3-5 La carte interprétative de "Lineament" de la zone d'exploration

LANDSAT IMAGE OF THE KEKORO AND BAOULE-BANIFING AREA, MALI

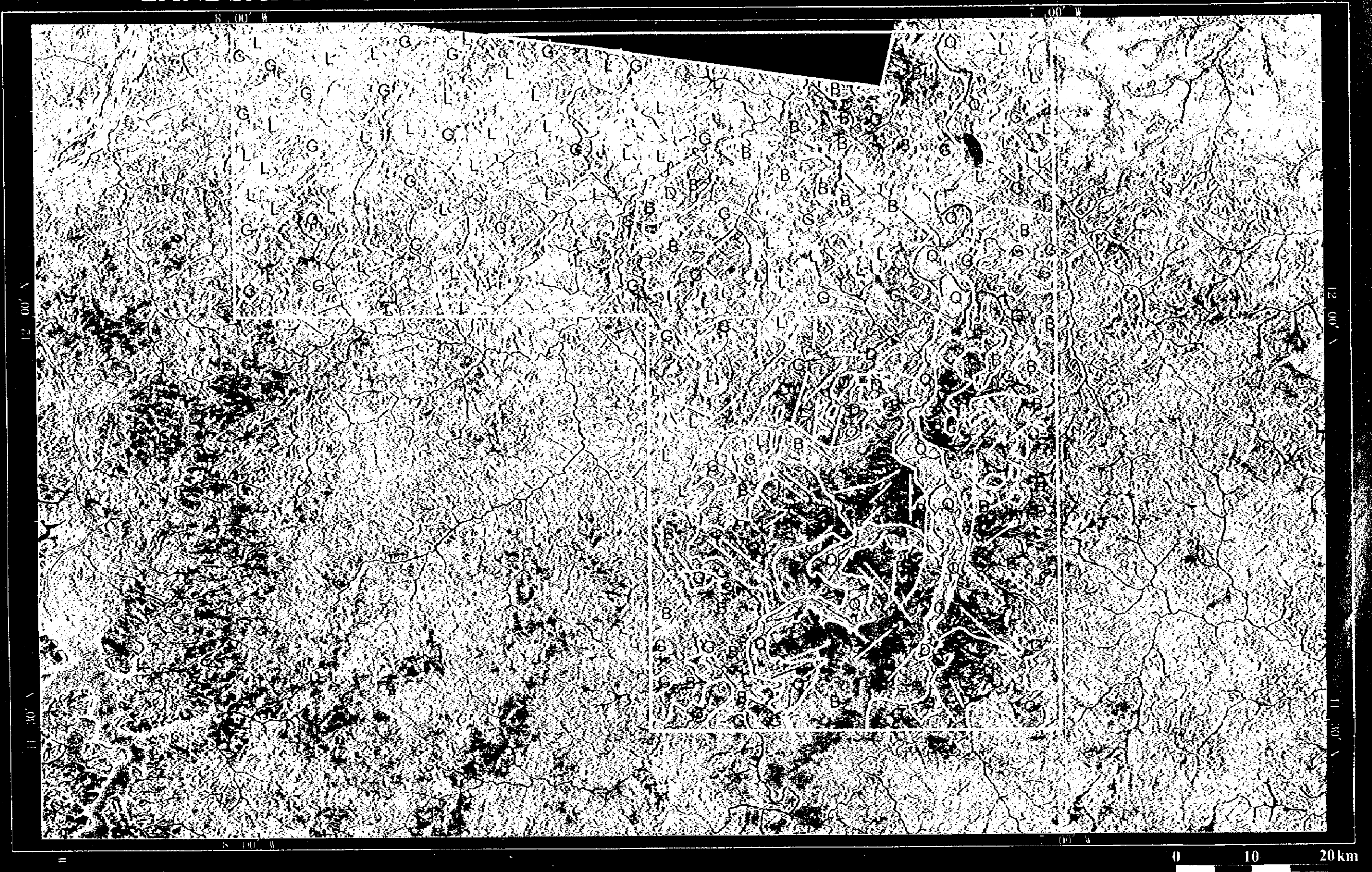


Fig.II-3-6 La carte d'interprétation géologique de la zone d'exploration

Chapitre II-4. Architecture du système d'informations géographiques

4-1 Objectifs

Le système d'Informations Géographiques (Geographic Information System :GIS) est une appellation de l'ensemble de système d'informatisation par ordinateur de Traitement et Gestion des données spatiales, reliées aux coordonnées géographiques ainsi que des informations relatives et les coordonnées mêmes, tout en les graphiquement matérialisant.

Dans la présente Etude , une base de données a été constituée pour le système d'Information Géographique(GIS), en vue de réaliser la gestion standardisée de diverses données à savoir : données géologiques ,géographiques de la région étudiée, données disponibles par les études antérieures ,par les prospections géophysique et Images satellite.

4-2 Equipements et systèmes utilisés

Le Tableau II-4-1 présente la composition d' équipements et systèmes utilisés pour l'étude.

Tableau II-4-1 Constitution d'équipements et Systèmes

Equipment	Vintage pro 266(Pentium II 266MHz)
Operation System	Windows NT 4.0
Software	Arc View 3.0

4-3 Composition des Informations géographiques

La base de données d'informations géographiques constituée dans le cadre de la présente Etude a été conservée en CD-ROM annexé.

Les titres des informations géographiques disponibles par la base de données de l'étude sont les suivants :

- Images Satellite (traitées par Méthode DPCA)
- Carte topographique(échelle:1:200.000,informatisation graphique par balayeur(scanner)
- Carte d'interprétation de linéaments
- Carte d'interprétation géologique
- Carte géologique
- Données de prospections géochimiques
- Données de prospections géophysiques

Les données en titres ci-dessus sont informatisées en base de données en format utilisable par le logiciel "Arc View 3.0"



Partie III. CONCLUSION ET PROPOSITION

Chapitre 1. Conclusions

1.1 Région de Kékoro

(1) La zone minéralisée de Kékoro se situe à environ 2 km au sud-ouest du village de Kékoro. Dans les environs, l'extraction de l'or à partir de la latérite et de ses sédiments secondaires a été pratiquée du 14^{ème} siècle et jusqu'à une date récente. Mais aujourd'hui (en 1998), on ne trouve pratiquement plus aucune exploitation organisée. Les anciens sites d'orpaillage, de même que les zones de blocs de quartz et les zones de silicification, sont répartis sur un périmètre de 9 km dans le sens nord-sud et de 3 km dans le sens est-ouest. En fonction de la répartition de ces zones, on distingue six Secteurs: du nord au sud, Kékoro F, Kékoro A, Kékoro B, Kékoro C, Kékoro D et Kékoro E.

(2) La grande majorité des sites d'orpaillage exploités sont situés dans la latérite ou dans des alluvions de rivières. Dans une partie des sites, des veines de quartz ou de rhyolite silicifiée sont également exploitées. A part dans le Secteur Kékoro F, le fond des sites n'atteint pratiquement jamais la couche de saprolite. Parmi les échantillons dont l'analyse a révélé une teneur en or supérieure à 0,1 g/t, la latérite brune à l'intérieur des sites offre une teneur de 0,1 à 0,4 g/t, la saprolite une teneur de 2,7 à 3,7 g/t, les blocs de quartz à l'entour une teneur de 0,4 à 86,0 g/t et les filons de rhyolite silicifiée une teneur de 0,2 g/t.

(3) On peut considérer que l'or contenu dans la latérite a connu un déplacement secondaire à partir d'une zone primaire par effet combiné de latéritisation et de fluctuations des eaux souterraines.

Les exemples de sondages réalisés précédemment en Afrique de l'ouest montrent qu'il est nécessaire de connaître au moins la zone de sédiments secondaires située dans la saprolite pour déterminer la position de la zone de minéralisation primaire en-dessous de la latérite. On peut donc penser qu'une combinaison de forage par percussion et d'explorations de puits constituera une méthode efficace d'étude des couches profondes. Les échantillons prélevés dans les Secteurs Kékoro F, Kékoro A et Kékoro B présentant des teneurs en or élevées, il sera souhaitable de réaliser l'étude des couches profondes en priorité dans ces trois Secteurs.

(4) Les endroits où une minéralisation primaire de l'or a été observée sont les blocs de quartz des Secteurs Kékoro A, Kékoro B et Kékoro C ainsi que les affleurements de filons de rhyolite silicifiée du Secteur Kékoro E. Parmi les résultats représentatifs de présence d'or, on peut citer les blocs de quartz accompagnant les disséminations d'arsénopyrite (teneur de 86 g/t), le schiste pélitique contenant des veines de quartz à structure brecciolarisée (0,5 g/t), les blocs de quartz gris foncé à gros grains (0,4 g/t) et les filons de

rhyolite silicifiée contenant des quantités importantes de minéraux sulfurés disséminés (0,2 g/t). L'analyse au microscope a révélé un électrum étroitement lié à la présence d'arsénopyrite, de pyrite et de pyrrhotine dans les disséminations ou dans les veines.

(5) A l'exception des endroits où l'on extrayait l'or dans les alluvions, les sites d'orpaillage et les zones reconnues minéralisées sont orientés nord-sud sur une longueur de 9 km. Dans certains Secteurs, des crêtes et des concaves morphologiques se développent en ligne droite suivant les directions N-S ou NE-SW. Des concentrations importantes d'or ont été observées dans la latérite et dans les blocs de quartz prélevés dans cette zone. La direction d'intrusion des dykes de rhyolite silicifiée où se produit une minéralisation de l'or est elle aussi nord-sud. D'après toutes ces observations, on peut dire que la probabilité est grande que la zone de minéralisation de la région de Kékoro soit fortement influencée par la structure géologique orientée nord-sud. On pourra donc espérer que l'interprétation photo-géologique, l'étude géologique détaillée à la surface et l'étude géochimique fine de sol nous permettront d'accumuler les informations relatives à la minéralisation dans la région et d'aboutir à la découverte de nouvelles zones minéralisées.

1-2 Région de Baoulé - Banifing

(1) Conclusion de l'étude des zones reconnues minéralisées

Dans la partie d'Est de la région de Baoulé - Banifing, autant que dans la région de Kékoro, les sites de Kouloukoro, Siriba - Sobala, Diamou ont été reconnus comme les mines traditionnelles exploitées. En plus, l'étude de la présente Recherche a découvert les deux minéralisations à nouveau : l'une en Secteur Soba, l'autre en Secteur B.B (Banifing-Baoulé)

1) Secteur Soba

Ce secteur a été remarqué par la concentration de nombreux blocs d'épandage de quartz. Dans les blocs de quartz on observe le quartz pégmatisé, quartz blanc à grain gros, quartz contenant de l'hématite ou de la tourmaline. Seuls les certains quartz contenant les oxydes de fer présentent une teneur en Au de 0,01g/t.

L'anomalie géochimique d'Or n'étant pas détectée, la teneur d'Or peu élevée, l'exploration ne sera pas requise dans ce secteur.

2) Secteur B.B (Banifing-Baoulé)

Dans ce Secteur, les chapelets des puits d'extraction aux sites d'orpaillage sont distribués en conglomération dont l'étendue est de 300m x 150m, avec une tendance d'extension vers NNW-SSE.

Un échantillon prélevé à la latérite, supposée les déchets d'extraction présente une

teneur d'Au : 1,2g/t

La particularité de ce Secteur est qu'existent les horizons contenant d'or en carapace du profil de latérite , sans montrer d' anomalies géochimiques .

Dans la partie d'Est de la région de B.B , la zone d'une haute anomalie géochimique est constituée par 2~3 colonnes(bandes)d'anomalie ,orientés NW-SE. Le Secteur B.B situé au NE des dites colonnes(bandes), donc, n'appartient à aucune d'elles.

Quant à la recherche à venir ,il serait requis et nécessaire d'élucider l'occurrence d'or dans les profils latéritiques aux zones minéralisés ,par l'exécution de creusement des puits aux sites de puits d'orpailleurs et à leur alentour.

3) Secteur Kouloukoro - Siriba -Sobala

La distribution de l'ensemble des puits existants est en direction de WNW-ESE, mais irrégulière. Le sol latéritique recouvrant le socle de formations birrimiennes est très mince.

La plupart de nombreux blocs de quartz sont ,massifs et transparents et par endroits , accompagnés de la tourmaline ou de la muscovite. La teneur en Au de ces quartz sont :

quartz transparent à grain gros : moins de 0,015g/t, quartz accompagné de la tourmaline ou de la muscovite : 0,015~0,005g/t.

Quant aux échantillons de la croûte latéritique , on n'a pas détecté de teneur intéressante.

En comparaison des caractéristiques de Secteur Siriba-Sobala et de Secteur Kouloukoro, les certaines sont semblables ,par exemple,une faible profondeur du niveau de socle , un recouvrement latéritique peu épais , etc. En plus de ces éléments communs, une continuité des zones d'anomalie d'Au ,même si elle ne présentent que de faible anomalie nous fait penser la présence d'effets de la même minéralisation .

La minéralisation primaire serait distribuée le long des failles,supposées à la bordure Nord des collines orientées WNW-ESE. Le profil de latérite recouvrant cette minéralisation étant peu épais, la teneur même d'Au à la minéralisation primaire serait importante.

4) Secteur Diamou et zone d'anomalie d'Au de Diamou:

A défaut de distribution de la croûte latéritique ,les formations birrimiennes et les roches intrusives de dacite sont directement affleurées,et sur lesquelles nombreux puits d'extraction d'orpailleurs sont distribués.L'ensemble des chapelets des puits ayant une tendance d'extention de WNW-ESE . Ces puits pourraient être exploités sur les filons ,type échelon dont la longueur estimés de 130 m et la largeur estimée de 30~40m. Cependant ,on n'a détecté qu'une teneur en Au dans la zone de fracture, supposée la partie

d'enrichissement.

Pour estimer le potentiel du Secteur Diamou ,une étude détaillée géologique et l'analyse de teneur en Au sur les puits existants seront requises.

Quant aux résultats d'étude géochimique, si le secteur Diamou situé en zone anomle d'Au ,orientée NWN-SSE en liaison de Kouloukoro au nord ,il ne présente pas de forte anomalie aux sites minéralisés. Plutôt , une zone anormale d'Au distribuée au sud de Diamou sera intéressante, puisqu'elle , située sur le plateau latéritique, au cas optimiste, pourrait nous faire penser l'existence de la minéralisation primaire et l'effet d'enrichissement d'or dans le profil de latérite au bas des zones anormales géochimiques.

(2) Conclusion d'étude géochimique

Dans la région de Baoulé - Banifing, on a exécuté une étude géochimique du sol pour les éléments d'analyse :Au,Ag,As,Cu,Mo,Pb,Sb,Zn.

Les teneur de Cu et Zn plus élevée en partie d'Est de la région, seraient dûes à la présence de roches intrusives de dolérite. A part , Au sera un élément indépendant ,puisque'il ne présente pas de corrélation avec d'autre éléments.

Les zones d'haute anomalie d'Au étendues en direction de NW-SE et poursuivies sur une distance de 40Km à partir de la région de Kékoro .Les 5 zones anormales d'Au de plus de 200ppb sont : Sagala,Diamou,Sirikoro, Kalako et Torokoro.

Toutes ces zones anormales d'Au ,orientées NW-SE ou NNW-SSE sont en concordance avec la schistosité de formations birrimiennes et les linéaments NW-SE. Les zones anormales d'Au à la partie d'Est de la région,sont en deux colonnes de zones d'anomalie orientées NW-SE. Sagala pourrait être indépendant à ces deux colonnes, parcequ'il se trouve au SW d'elles. Au nord de ces deux colonnes, à défaut de formations birrimiennes ,si l'on suppose une 3ème colonne d' anomalie géochimique en liaison de zones d'anomalie du secteur Kekoro, mais on ne la connaît pas de façon précise.

Dans la partie d'Est de la région de Baoulé-Banifing et la région de Kékoro qui est leur extention SE, le plus intéressant est l'augmentation considérable de la largeur de zones de haute anomalie d'Au.