

**RAPPORT  
SUR  
L'EXPLORATION MINIERE  
ETUDE DE BASE SUR L'ENVIRONNEMENT  
DANS  
LA ZONE DE BAOULE-BANIFING,  
REPUBLIQUE DU MALI  
RAPPORT FINAL**

**MARS 2002**

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

<b>M P N</b>
<b>JR</b>
<b>02-070</b>

# Préface

En réponse à la demande du Gouvernement de la République du Mali, le Gouvernement du Japon a décidé d'effectuer l'étude de l'environnement et l'exploration minérale dans la région de Baoulé-Banifing qui se situe au sud-ouest de la République du Mali, en confiant ces travaux à Japan International Cooperation Agency (JICA). Comme le contenu de la présente recherche fait partie du domaine spécial des ressources minérales et de la recherche de l'environnement naturel, JICA a confié la mise en œuvre de cette recherche à Métal Mining Agency of Japan (MMAJ).

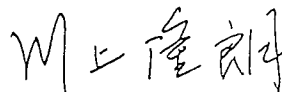
La présente recherche, dont le contenu est la recherche basique de l'environnement, a commencé en 2000 comme l'année première. L'année 2001 correspond à la deuxième et la dernière année. MMAJ a envoyé sur le terrain l'équipe de la recherche de deux et trois membres respectivement pour la saison des pluies et pour la saison sèche. L'équipe de la recherche a été déléguée du 4 septembre au 11 octobre 2001 pour la saison des pluies, et du 5 janvier 2002 au 3 mars 2002 pour la saison sèche.

La recherche sur le terrain s'est achevée comme prévue, en coopération avec le Ministère des Mines, de l'Énergie et de l'Eau, et Direction Nationale de la Géologie et des Mines (DNGM).

Le présent rapport est la synthèse du résultat de la recherche basique de l'environnement que nous avons effectuée dans la deuxième année. Il fait partie du rapport final.

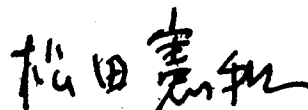
Enfin, nous voudrions exprimer toute notre gratitude aux établissements concernés du Gouvernement de la République du Mali ainsi que le ministère des affaires étrangères, le ministère de l'économie et de l'industrie du Gouvernement du Japon, l'ambassade du Japon au Sénégal, et les sociétés concernées, pour leur coopération à l'occasion de la mise en exécution de notre recherche.

Mars 2002



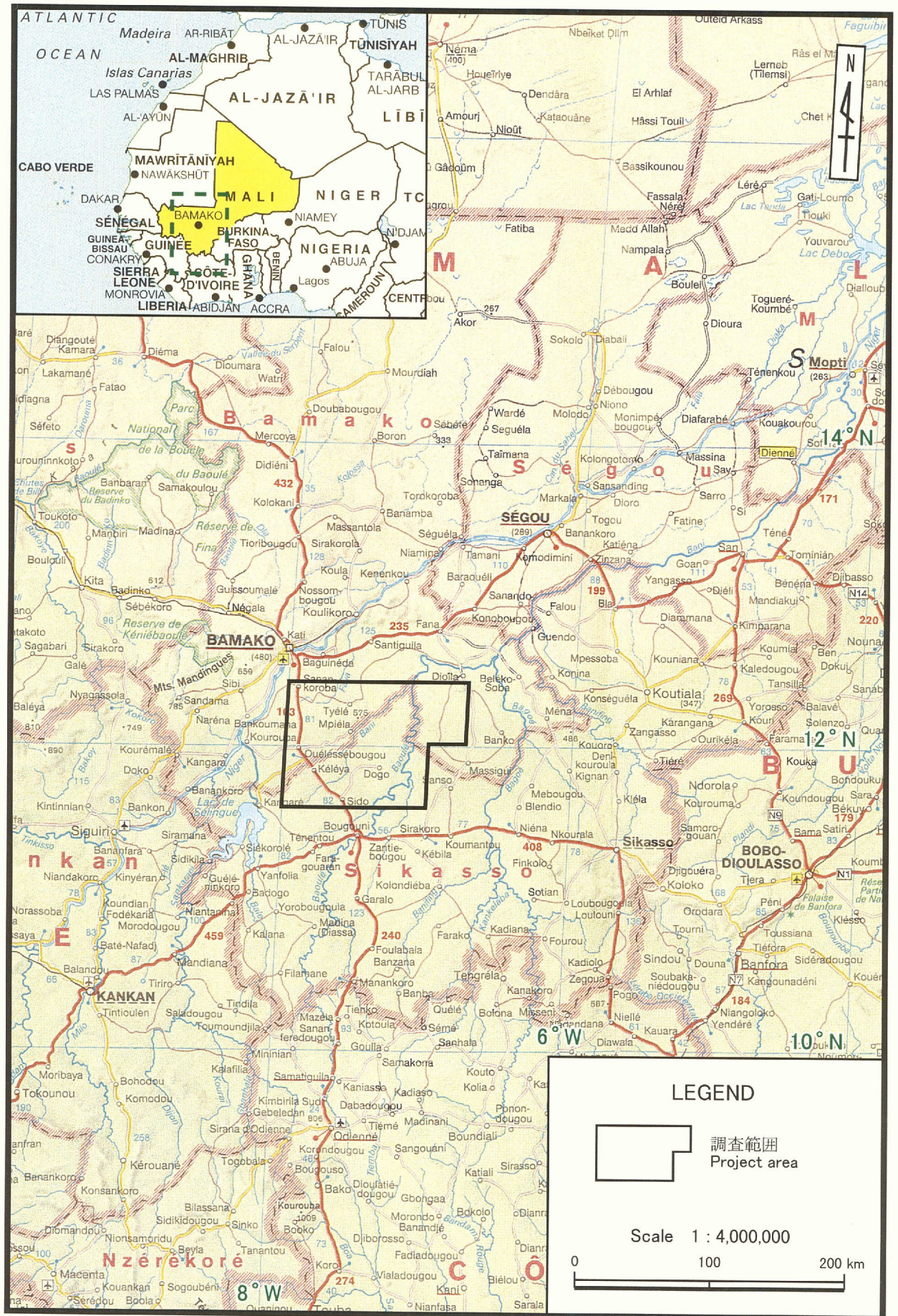
Takao KAWAKAMI

Président de l'Agence Japonaise de  
Coopération Internationale



Norikazu MATSUDA

Président de l'Agence Japonaise de  
Minière des Métaux



Carte de la situation géographique de la zone de la recherche

# Résumé

La présente recherche est celle de la deuxième année de la recherche basique coopérative de l'exploitation des ressources (la recherche basique de l'environnement) dans la région Baoulé-Banifing de la République du Mali. L'objectif de la recherche est de recueillir et mettre en ordre les données basiques liées à l'environnement dans la zone de recherche, en effectuant la recherche basique de l'environnement. L'équipe de recherche a été déléguée deux fois, à savoir du 4 septembre au 11 octobre 2001 pour la saison des pluies, et du 5 janvier 2002 au 3 mars 2002 pour la saison sèche.

La zone de recherche se situe au sud-ouest de la République du Mali, à 30~150 km au sud-est de la capitale, Bamako. La superficie de la zone est 11.300 km<sup>2</sup>. La topographie de la zone de recherche est une quasi-plaine avec peu de relief, de 300~400m d'altitude. Dans la présente zone, il existe deux rivières relativement grandes, à savoir la Baoulé et la Banifing, qui coulent du sud au nord. Le climat est divisé en deux: la saison des pluies entre mai et octobre et la saison sèche entre novembre et avril. La moyenne annuelle de la température est 27~28°C, et la précipitation annuelle est 1.000~1.100mm.

La recherche de la deuxième année se divise en gros en articles suivants: la recherche hydrologique, la recherche du sol et du sédiment au lit, la recherche de la flore.

La recherche hydrologique se constitue de la recherche de l'eau à la surface de la terre et du sous-sol, et de la recherche météorologique. Nous avons prélevé, dans la saison des pluies, 10 échantillons de l'eau des rivières et de 10 échantillons de l'eau souterraine, et, dans la saison sèche, 2 échantillons de l'eau des rivières et de 10 échantillons de l'eau souterraine, et avons effectué la mesure et l'analyse chimique sur la qualité de l'eau. D'après le résultat de l'analyse chimique de l'eau, la teneur des éléments de métaux est très basse sauf le fer. Il n'y avait pas de valeur qui provoque un problème quelconque. Dans la saison des pluies, nous avons effectué aux 10 points la recherche de la quantité de l'eau courante des rivières. La quantité de l'eau courante des rivières est considérée comme proportionnelle à la quantité de précipitations et à la superficie de bassin des rivières. Nous avons récupéré et analysé les données d'un an de la température, de l'humidité, des précipitations, de la direction et la vitesse du vent, et de la quantité de la radiation solaire, qui ont été enregistrées dans le système automatique des observations météorologiques que nous avons installé dans le village de Dogo dans la première année. Nous avons obtenu les données météorologiques de 5 dernières années de Bamako, auprès de l'observatoire

météorologique de Bamako. Le résultat des observations à Dogo est conforme aux données existantes des observations à Bamako et à Bougouni. En basant sur le résultat de la recherche hydrologique de la première et la deuxième années, nous avons établi le modèle de la balance hydrologique, et avons effectué l'analyse, d'après laquelle nous avons confirmé que la balance hydrologique est considérablement à la merci de la condition climatique.

En ce qui concerne la recherche du sol et du sédiment au lit, nous avons prélevé dans la saison sèche 350 échantillons du sol, 50 échantillons du sédiment au lit, et 20 échantillons de la roche, et les avons envoyés à l'analyse chimique. La teneur du groupe des métaux lourds dans le sol et dans le sédiment au lit est généralement basse. La teneur des composants nocifs tels que CN, Cd, Hg, Cr, As, Pb est également basse. La plupart des composants de la haute teneur sont dus à la géologie, à la qualité du sol, à la minéralisation, et à la topographie. La haute teneur de Zn, Ni, Cu, Co, Cr est due au groupe de la roche magmatique basique, et celle d'Au et d'As est due à la minéralisation de l'or. En ce qui concerne la haute teneur de Pb, nous ne pouvons pas nier complètement le facteur humain, mais pouvons supposer qu'en principe, elle est due à la roche plutonique.

Concernant la recherche de la flore, nous avons effectué la recherche sur le terrain en saison des pluies et en saison sèche. Sur le terrain, nous avons vérifié dans la saison des pluies et dans la saison sèche la division de la flore que nous avons déchiffré depuis l'image de satellite de SPOT dans la première année. Nous avons confirmé que le résultat du déchiffrement de l'image est conforme à la situation de la flore sur le terrain, et avons saisi le changement saisonnier. Dans la saison des pluies, nous avons effectué la recherche détaillée de la flore, avons confirmé 90 espèces des arbres, et avons classé la végétation des plantes par les espèces des plantes ayant apparus.

D'après le résultat de la recherche de la deuxième année, nous proposons les points suivants: la recherche du sol dans la zone où l'effet négatif sur l'environnement est clair, l'analyse de haute précision sur la qualité de l'eau concernant la matière nocive et la matière organique, la recherche du changement saisonnier de la flore, de l'influence humaine, de la pollution environnementale, et le contrôle continu stationnaire de la qualité de l'eau.

# Sommaire

Préface

Carte de la situation géographique de la zone de la recherche

Résumé

## Chapitre I Généralité

Section 1	Introduction .....	1
1-1	L'historique de la recherche .....	1
1-2	L'objectif de la recherche .....	1
1-3	L'étendue de la recherche .....	1
1-4	Le contenu de la recherche .....	3
1-5	L'organisation de l'équipe de la recherche .....	4
1-6	La durée de la recherche .....	5
Section 2	L'Environnement naturel et social dans la zone de recherche .....	5
2-1	La position géographique .....	5
2-2	Le trafic .....	5
2-3	La topographie .....	8
2-4	Le réseau hydrographique .....	9
2-5	Le climat .....	10
2-6	La végétation .....	11
2-7	La géologie .....	12
2-8	L'environnement social .....	14
Section 3	Les données existantes relatives à la zone de recherche .....	16
3-1	La recherche dans le passé .....	16
3-2	La situation environnementale de la zone de recherche .....	17
3-3	Les lois concernant l'environnement .....	18
Section 4	Le résultat de la recherche de la première année .....	19
4-1	Le contenu de la recherche .....	19
4-2	Le résultat de la recherche .....	22
Section 5	L'étude synthétique du résultat de la recherche .....	24
5-1	La recherche hydrologique .....	24
5-2	La recherche du sol et du sédiment au lit des rivières .....	25
5-3	La recherche de la flore .....	25
5-4	L'environnement naturel .....	26
5-5	L'environnement social .....	27
Section 6	Conclusion et proposition .....	28
6-1	Conclusion .....	28
6-2	Proposition pour la deuxième année .....	33

## Chapitre II Les exposés détaillés

Section 1 La recherche hydrologique .....	35
1-1 La recherche de l'eau à la surface de la terre et de l'eau souterraine .....	35
1-1-1 La méthode de la recherche .....	35
1-1-2 Le résultat de la recherche .....	39
1-2 La recherche de la quantité du courant des rivières .....	44
1-2-1 La méthode de la recherche .....	44
1-2-2 Le résultat de la recherche .....	46
1-3 La recherche météorologique .....	49
1-3-1 La méthode de la recherche .....	49
1-3-2 Le résultat de la recherche .....	50
1-4 La balance hydrologique .....	59
1-4-1 La méthode de l'analyse .....	59
1-4-2 Le résultat de l'analyse .....	62
1-5 La réflexion .....	65
Section 2 La recherche du sol et du sédiment au lit .....	70
2-1 La méthode de la recherche .....	70
2-2 Le résultat de la recherche .....	75
2-2-1 Le sol (la zone entière) .....	75
2-2-2 Le sol (la zone de Dioila) .....	83
2-2-3 Le sédiment au lit .....	86
2-2-4 La roche .....	93
2-3 La réflexion .....	98
Section 3 La recherche de la flore .....	101
3-1 La méthode de la recherche .....	101
3-2 Le résultat de la recherche .....	102
3-2-1 La recherche de la répartition de végétation .....	102
3-2-2 La recherche de la flore .....	109
3-3 La réflexion .....	111

## Chapitre III Conclusion et proposition

Section 1 Conclusion .....	113
Section 2 Proposition pour l'avenir .....	116

Bibliographie

Appendices

Photos

## [ Figure et tableau insérées ]

### [Figure]

- Figure 1-1-1 La carte de la position géographique de la zone de recherche
- Figure 1-2-1 La carte sommaire des routes principales autour de la zone de recherche
- Figure 1-2-2 La carte géologique de la zone de recherche
- Figure 1-4-1 La carte de la position géographique des points de recherche de la première année
- Figure 1-6-1 Le diagramme de la recherche
- Figure 2-1-1 La carte de la position de recherche hydrologique
- Figure 2-1-2 La carte du réseau hydrographique
- Figure 2-1-3 La figure de la corrélation des valeurs mesurées de la qualité de l'eau
- Figure 2-1-4 La figure du résultat de l'analyse sur la qualité de l'eau
- Figure 2-1-5 La figure de la corrélation de Fe-Ni, Fe-turbidité, Ni-turbidité
- Figure 2-1-6 La figure du résultat de la recherche de la quantité du courant des rivières
- Figure 2-1-7 La quantité du courant des rivières et la superficie des bassins
- Figure 2-1-8 La figure de variation annuelle de la température maximale et minimale par jour, de l'humidité maximale et minimale par jour, et de la quantité des précipitations par jour (Dogo)
- Figure 2-1-9 La figure de la variation journalière et saisonnière de la température, de l'humidité, et de la radiation solaire à Dogo
- Figure 2-1-10 La figure de la variation annuelle de la moyenne par mois de la température et l'humidité maximales et minimales (Dogo-Bougouni-Bamako-Dioila)
- Figure 2-1-11 Le diagramme de la variation successive de balance hydrologique
- Figure 2-1-12 Le diagramme de la variation successive de balance hydrologique
- Figure 2-1-13 La figure de la corrélation des valeurs de mesure sur la qualité de l'eau
- Figure 2-1-14 La figure du changement au fil du temps de la qualité de l'eau la carte de la variation par jour des données météorologiques (Dogo)
- Figure 2-2-1 La carte de la position de prélèvement du sol
- Figure 2-2-2 La carte de la position de prélèvement du sédiment au lit
- Figure 2-2-3 La carte de la position de prélèvement de la roche
- Figure 2-2-4 La carte des lignes de densité égale pour Au, etc. (sol, zone entière)
- Figure 2-2-5 La carte de la répartition des échantillons de la haute teneur de Au, Cd, Pb, P (sol)
- Figure 2-2-6 La carte des lignes de densité égale pour le premier facteur (sol, zone entière)
- Figure 2-2-7 La carte des lignes de densité égale pour le troisième facteur (sol, zone entière)
- Figure 2-2-8 La carte des lignes de densité égale pour Au, etc. (sol, zone de Dioila)
- Figure 2-2-9 La carte géochimique d'Au (sédiment au lit)
- Figure 2-2-10 La carte géochimique de Pb (sédiment au lit)
- Figure 2-2-11 La carte géochimique de la haute densité d'As, Cd, CN, P (sédiment au lit)
- Figure 2-2-12 La carte géochimique des points du deuxième facteur (sédiment au lit)
- Figure 2-2-13 La carte géochimique des points du troisième facteur (sédiment au lit)



- Figure 2-2-14 La carte de corrélation de Ti-K, Fe-Au (recherche de la roche)
- Figure 2-3-1 Les images de satellite (couleur fausse de SPOT)
- Figure 2-3-2 Les images de satellite et les photos de paysage sur le terrain dans la zone de Diban
- Figure 2-3-3 Les images de satellite et les photos de paysage sur le terrain dans la zone de Sido

### [Tableaux]

- Tableau 1-1-1 Le contenu et la quantité de la recherche
- Tableau 1-2-1 Les données météorologiques mensuelles à Bamako
- Tableau 1-4-1 Le contenu et la quantité de recherche de la première année
- Tableau 2-1-1 La comparaison des données d'observations météorologiques Dogo-Bougouni-Bamako-Dioila
- Tableau 2-2-1 La quantité statistique basique de la valeur d'analyse chimique
- Tableau 2-2-2 Le coefficient de corrélation de la valeur d'analyse chimique (échantillons du sol)
- Tableau 2-2-3 Le coefficient de corrélation de la valeur d'analyse chimique (échantillons du sédiment au lit)
- Tableau 2-2-4 La quantité statistique basique de la valeur d'analyse chimique (échantillons de la roche)
- Tableau 2-2-5 Le coefficient de corrélation de la valeur d'analyse chimique (échantillons de la roche)
- Tableau 2-2-6 La comparaison des valeurs moyennes des valeurs de l'analyse chimique des roches affleurant et du sol voisin
- Tableau 2-3-1 La répartition de la flore par l'image de satellite
- Tableau 2-3-2 La relation entre l'indice du sol et la végétation
- Tableau 2-3-3 Le tableau de discernement de la végétation locale

### [ Appendices ]

- Appendice 1 La méthode de l'analyse de la qualité de l'eau
- Appendice 2 Le résultat de la mesure de la qualité de l'eau et de l'analyse simple de la qualité de l'eau
- Appendice 3 Le résultat de l'analyse ICP de la qualité de l'eau
- Appendice 4 Le résultat de recherche de la quantité du courant des rivières
- Appendice 5 La méthode des observations météorologiques
- Appendice 6 Le résultat des observations météorologiques (la température maximale et minimale par jour, l'humidité maximale et minimale par jour, la direction et la vitesse moyennes du vent, la quantité de précipitations, la quantité de radiation solaire)

Appendice 7	Les données des observations météorologiques (toutes les données)
Appendice 8	Les données existantes des observations météorologiques (Bamako)
Appendice 9	Les données existantes des observations météorologiques (Bougouni)
Appendice 10	Les données existantes des observations météorologiques (Dioila)
Appendice 11	Le résultat de l'analyse de la balance hydrologique
Appendice 12	Le résultat de l'analyse chimique du sol
Appendice 13	Le résultat de l'analyse chimique du sédiment au lit
Appendice 14	Le résultat de l'analyse chimique de la roche
Appendice 15	La vérification sur les lieux de la végétation et de l'image de satellite SPOT (la zone de Diban)
Appendice 16	L'indice de végétation (la zone de Diban)
Appendice 17	La vérification sur les lieux de l'image de satellite SPOT (la zone de Sido)
Appendice 18	L'indice de végétation (la zone de Sido)
Appendice 19	Les noms des espèces apparaissant des plantes arborescentes
Appendice 20	Le tableau de végétation—le tableau brut (la zone de Diban)
Appendice 21	Le tableau de végétation—le tableau partiel (la zone de Diban)
Appendice 22	Le tableau de végétation—le tableau brut (la zone de Sido)
Appendice 23	Le tableau de végétation—le tableau partiel (la zone de Sido)

## [ Photos ]

Photo 1	L'environnement naturel dans la saison des pluies
Photo 2	La comparaison du paysage entre la saison des pluies et la saison sèche
Photo 3	La recherche de l'eau à la surface et de l'eau souterraine
Photo 4	La recherche de la quantité du courant des rivières
Photo 5	La observations météorologiques
Photo 6	La recherche du sol et du sédiment au lit
Photo 7	La recherche de la flore
Photo 8	Les points de prélèvement des échantillons de l'eau
Photo 9	Les points de la recherche de la quantité du courant des rivières
Photo 10	Les points de prélèvement des échantillons du sol
Photo 11	Les points de prélèvement des échantillons du sédiment au lit
Photo 12	Les points de prélèvement des échantillons de la roche

# Chapitre I

# Chapitre I Généralité

## Section 1 Introduction

### 1-1 L'historique de la recherche

Cette recherche a été effectuée d'après ETENDUE DES TRAVAUX qui a été signée le 8 septembre 2000 entre Japan International Cooperation Agency, Métal Mining Agency of Japan et le Ministère des Mines, de l'Energie et de l'Eau, Direction Nationale de la Géologie et des Mines, de la République du Mali. La recherche s'est faite dans la région de Baoulé-Banifing qui se situe au sud-ouest du Mali.

Cette année est la deuxième et la dernière année du projet. La recherche hydrologique, la recherche du sol et du sédiment au lit des rivières, et la recherche de la flore ont été effectuées.

### 1-2 L'objectif de la recherche

L'objectif de cette recherche est d'effectuer la recherche basique de l'environnement, portée sur la région de Baoulé-Banifing, et d'obtenir et mettre en ordre les données basiques de l'environnement dans la région concernée. De plus, elles ont pour but de transférer la technique aux établissements de la République du Mali.

### 1-3 L'étendue de la recherche

L'étendue de la recherche se situe au sud-ouest de la République du Mali, à 30~150 km au sud-est de la capitale, Bamako. Elle est la zone entourée par les six points ci-dessous liés l'un à l'autre par la ligne droite, dont la superficie est 11.300 km<sup>2</sup>. Nous montrons la carte présentant la position de la zone de recherche dans la Figure 1-1-1.

	Latitude nord	Longitude ouest
①	12° 25'	8° 00'
②	12° 25'	6° 45'
③	12° 02'	6° 45'
④	12° 02'	7° 00'
⑤	11° 35'	7° 00'
⑥	11° 35'	8° 00'

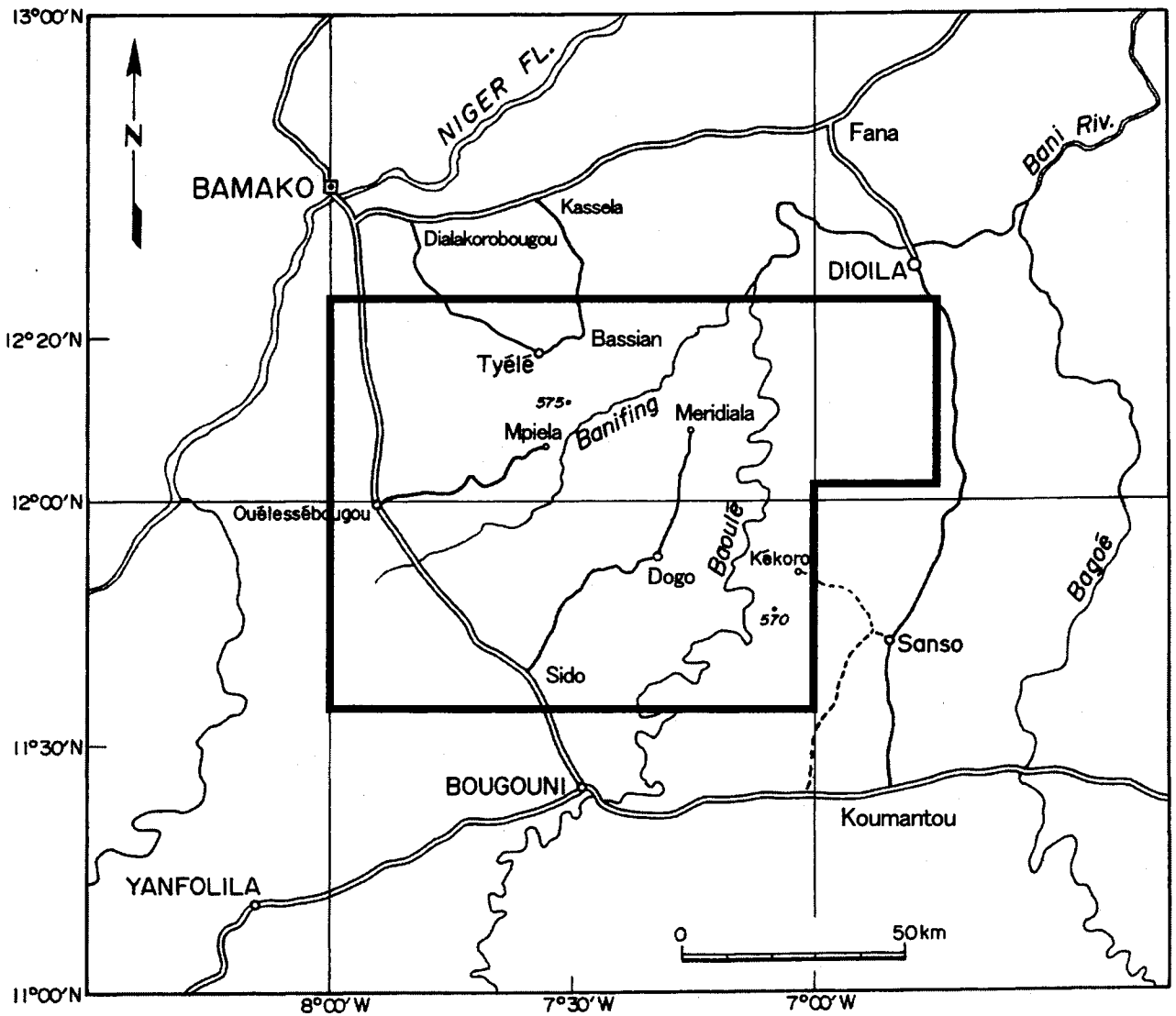
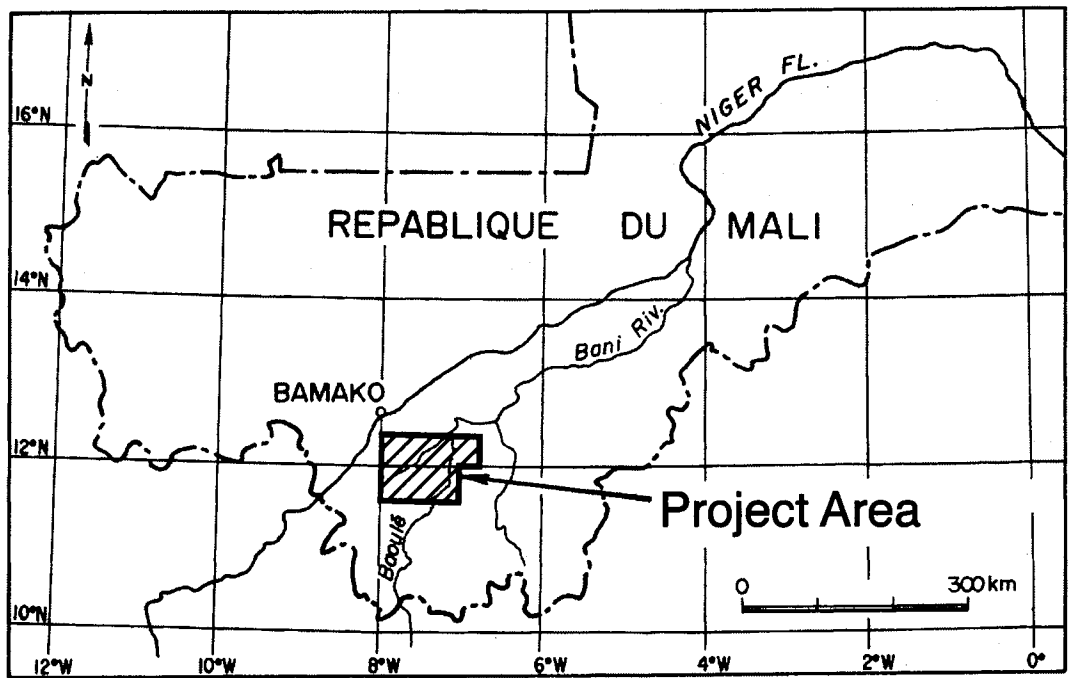


Figure 1-1-1 La carte de la position géographique de la zone de recherche

## 1-4 Le contenu de la recherche

La recherche se constitue de la recherche hydrologique (la recherche de l'eau à la surface de la terre, la recherche de l'eau souterraine, et le recueillement des informations météorologiques), la recherche du sol et du sédiment au lit des rivières, et la recherche de la flore. Nous présentons le contenu et la quantité de la recherche dans le Tableau 1-1-1.

Tableau 1-1-1 Le contenu et la quantité de la recherche

Article de recherche	Quantité de recherche	Contenu de la recherche
<b>1. Recherche hydrologique</b>		
Recherche de l'eau à la surface de la terre	2 points (saison sèche) 10 points (saison des pluies)	Mesure de la qualité de l'eau des rivières * <sup>1</sup> Analyse simple de la qualité de l'eau * <sup>2</sup> , et Analyse chimique d'ICP * <sup>3</sup> Recherche de la quantité de l'eau courante des rivières
Recherche de l'eau souterraine	10 points (saison sèche) 10 points (saison des pluies)	Mesure de la qualité de l'eau souterraine * <sup>1</sup> Analyse simple de la qualité de l'eau* <sup>2</sup> , et Analyse chimique d'ICP * <sup>3</sup> Mesure de niveau de l'eau (Trous de MJME-E1~E4)
Recueillement de données météorologiques	1 point	Obtention et analyse des données de la température, de l'humidité, de la direction et la vitesse du vent, et de la quantité de la radiation solaire, et des précipitations Recueillement des données météorologiques dans le passé
<b>2. Recherche du sol et du sédiment au lit des rivières</b>		
Recherche du sol	200 échantillons 100 échantillons 50 échantillons	Analyse chimique * <sup>4</sup> Etendue de l'objet de la recherche: étendue plus ouest que la longitude ouest 7° 30' Zone de la haute anomalie géochimique de la première année Zone de prélèvement des échantillons de roche
Recherche du sédiment au lit des rivières	50 échantillons	Analyse chimique * <sup>4</sup> Etendue de l'objet de la recherche: Réseau hydrographique de la haute teneur des métaux lourds dans la première année
Recherche de la roche	20 échantillons	Analyse chimique * <sup>4</sup> Zone de l'affleurement de la roche
<b>3. Recherche de la flore</b>		
Recherche de la répartition de végétation	Zone entière	Vérification sur le terrain de la figure de la répartition de la flore que nous avons élaborée dans la première année
Recherche de la flore	50 points	Mise en œuvre de la recherche détaillée de la végétation dans la zone typique de végétation. Confirmation des espèces apparaissant. Division de la végétation.

- \*1:5 composants ; pH, température de l'eau, degré de la conductibilité électrique, quantité de l'oxygène dissous, degré de turbidité
- \*2:13 composants ; COD, Cu, Zn, Cr, Fe, Mn, Ni, Mo, As, F, B, CN, Cr<sup>6+</sup>
- \*3:41 composants ; Ag, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cs, Cu, Dy, Fe, Hg, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Sb, Sc, Se, Sm, Sn, Sr, Ta, Te, Th, Tl, U, V, W, Y, Zn, Zr (12 échantillons seulement pour la recherche dans la saison sèche)
- \*4:29 composants ; Au, Al, Sb, As, Ba, Be, Bi, Cd, Ca, Cr, Co, Cu, Fe, Pb, Mg, Mn, Hg, Mo, Ni, P, K, Ag, Na, Sr, Ti, W, V, Zn, CN

## 1-5 L'organisation de l'équipe de la recherche

Les personnels qui ont participé à la recherche de la deuxième année sont comme suit.

### (1) L'équipe de la recherche sur le terrain

#### Côté japonais

Takumi ONUMA	Chef, direction générale (Sumiko Consultants Co., Ltd.)
Kazuhiro YAMAMOTO	Recherche d'environnement (Sumiko Consultants Co., Ltd.)
Hiroataka NISHIMOTO	Recherche d'environnement (Sumiko Consultants Co., Ltd.)

#### Côté malien

Lassana GUINDO	Recherche d'environnement (DNGM)
Issa COULIBALY	Recherche d'environnement (DNGM)
Mme COULIBALY OUMOU	Recherche d'environnement (DNGM)

### (2) Les directeurs sur le terrain

Nobuhisa NAKAJIMA	MMAJ
Hiroshi SHIMOTORI	MMAJ
Noboru FUJII	MMAJ

JICA: L'Agence Japonaise de Coopération Internationale

MMAJ: L'Agence d'Exploitation des Métaux du Japon

DNGM: Direction Nationale de la Géologie et des Mines

## **1-6 La durée de la recherche**

La recherche sur le terrain a été effectuée deux fois, à savoir du 4 septembre au 11 octobre 2001 dans la saison des pluies, et du 5 janvier au 3 mars 2002 dans la saison sèche.

Les travaux de l'analyse et de la rédaction du rapport ont été faits du 12 octobre 2001 au 22 mars 2002.

## **Section 2 L'Environnement naturel et social dans la zone de recherche**

### **2-1 La position géographique**

La région de Baoulé-Banifing se situe au sud-ouest de la République du Mali, à 30~150 km au sud-est de la capitale, Bamako. Au sud de Bamako, la frontière de la République du Mali est en forme de convexe vers la direction du sud, dont l'ouest est la République de Guinée, le sud est la République de Côte-d'Ivoire, et l'est est Burkina Faso. La distance rectiligne du centre de la zone de recherche jusqu'à chaque frontière est par ordre approximativement 140km, 200km, et 240km. (Veuillez voir la carte de la situation géographique au début de ce rapport.)

Le Niger traverse la partie centrale-sud de la République du Mali, et la zone de recherche se situe au sud du fleuve, se trouvant sur la rive droite. Dans cette zone, il y a deux grandes rivières. L'un est la rivière Baoulé qui coule du sud au nord à l'est de la zone. L'autre est la rivière Banifing qui coule de sud-ouest au nord-est au centre de la présente zone. (Veuillez voir la Figure 1-1-1)

A l'occasion de la recherche sur le terrain, nous avons séjourné à Bamako, Dioila, Bougouni, Ouéléssébougou, et Dogo.

### **2-2 Le trafic**

Le seul moyen de déplacement depuis la capitale Bamako vers la zone de recherche est la voiture. Les routes au sein de la présente zone et de ses environs sont en gros classées en trois d'après la situation routière et d'après les types de voitures qui peuvent circuler. (Figure 1-1-1, Figure 1-2-1)



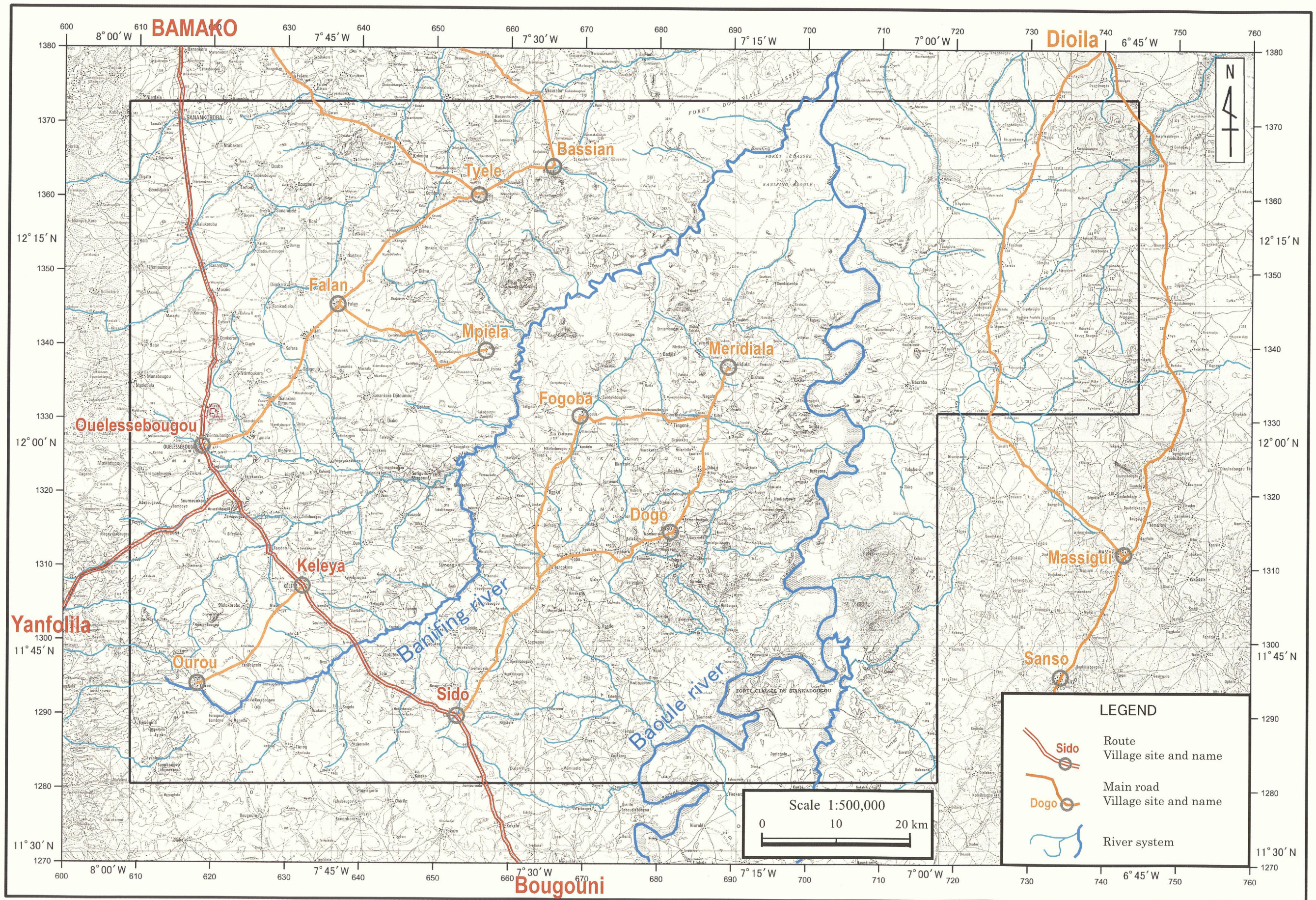


Figure 1-2-1 La carte sommaire des routes principales autour de la zone de recherche

### ① La route nationale bitumée

C'est la route nationale, bitumée et aménagée, qui est l'axe de transport, ayant une voie pour chaque côté de la route. On peut parcourir à vitesse plus de 80km sur ce type de la route nationale.

Dans la partie ouest de la zone de recherche, il existe la route nationale N°7 qui se prolonge du sud au nord, en reliant Bamako et Bougouni. Il existe une autre route qui se prolonge du sud d'Ouéléssébougou de la route N° 7 vers Yanfolila dans la direction du sud-ouest. Ces deux sont les seules routes bitumées dans la présente zone. Au nord de la zone de recherche, il y a la route nationale N°6 qui parcourt de l'est à l'ouest, en reliant Bamako et Ségou. Au sud, la route nationale N°7 parcourt de l'est à l'ouest, en reliant Bougouni et Sikasso.

### ② Les axes non-bitumés

Bien que ces axes ne soient pas bitumés, les voitures, les autobus, et les camions peuvent parcourir même dans la saison des pluies. Le quatre-quatre peut parcourir à vitesse moyenne de 30~40km à l'heure.

Au centre de la zone de recherche, il y a une route d'environ 65km qui part de Sido de la route nationale N°7 vers la direction nord-est, en passant par Dogo ou Fogoba, et menant à Meridiala. Dans la partie nord-ouest de la présente zone, il existe une route d'environ 65km, qui part d'Ouéléssébougou de la route nationale N°7 vers la direction du nord-est, en passant par Falan et Tyele, et menant à Bassian. De Falan, il existe une route qui mène vers l'est, à Mpiela. De Tyele et Bassian, il existe une route qui mène à la route N° 6 qui se situe au nord-ouest. Dans la partie est de la présente zone, il existe l'axe qui part de Fana sur la route nationale N°6 vers la direction du sud, en passant par Dioila, Sanso, et en menant à Koumantou sur la route nationale N°7.

### ③ Les chemins non-bitumés de vie quotidienne

Comme la largeur de ces chemins n'est pas grande, et la situation de la surface est mauvaise, seul le quatre-quatre peut parcourir ce type de chemin. Les habitants utilisent quotidiennement ces chemins en voiture à l'âne, en moto, en vélo, et à pied. Ces chemins de vie se développent en état de réseaux, en reliant les villages, qui se situent à 3~5km de distance l'un à l'autre dans la zone de recherche. Même le quatre-quatre ne peut parcourir qu'à vitesse moyenne de 10~15km à l'heure dans la saison sèche. Dans la saison des pluies, il est extrêmement difficile de parcourir à cause de la boue, de la flaque d'eau, et des herbes poussant dru.

Dans la zone de recherche, les routes d'axe ne se développent pas. Cependant, comme la densité de la répartition des villages est haute, les chemins de vie se développent bien. Toutefois, comme, sauf sur la route nationale, il n'y a pas de pont qui traverse les deux rivières, la Baoulé et la Banifing, qui coulent dans la présente

zone, l'accès au sein de la zone est en général difficile. En ce qui concerne la rivière Banifing, dans la saison sèche, le cours d'eau s'interrompt dans certains points où le 4x4 peut traverser. Dans la saison des pluies, l'eau s'arrête dans les petits lits d'un torrent et dans les terrains creux si bien qu'il est très difficile même pour le quatre-quatre de parcourir les chemins de vie.

Nous montrons ci-dessous le temps nécessaire pour le quatre-quatre de parcourir dans la zone de recherche et de ses environs. Le temps nécessaire dépend de la situation à la surface de la route. Sur les chemins de vie, la vitesse moyenne sera 10~12km à l'heure. A propos, la distance entre Bougouni et la frontière ouest touchant la République de Guinée est près de 110km. Celle entre Bougouni et la frontière sud touchant la République de Côte d'Ivoire est près de 120km. Enfin, celle entre Bougouni et la frontière est touchant Burkina Faso est près de 240km.

#### Route nationale N° 7

Bamako Ouéléssébougou	: 1 heure 20 minutes
Ouéléssébougou Sido	: 40 minutes
Sido Bougouni	: 30 minutes

#### Routes d'axe

Ouéléssébougou Bassian	: 2 heures 30 minutes
Ouéléssébougou Mpiela	: 1 heure 30 minutes
Sido Dogo	: 1 heure
Dogo Meridiala	: 1 heure
Dioila—passant par la zone de recherche Massigui	: 3 heures

#### Routes principales en dehors la présente zone

Bamako Dioila	: 2 heures 30 minutes
Bougouni Koumantou Sanso	: 2 heures

## 2-3 La topographie

La zone de recherche est une quasi-plaine avec peu de relief, de 300~400m d'altitude, qui devient en gros plus haute vers le sud. Le sol tropical qui a subi fortement l'action de latérite se développe épaissement, et beaucoup de plateaux de la dénivellation de 10~30m formés de la croûte de fer-alumina (la croûte de latérite) se répartissent vastement dans la zone entière de la recherche. De plus, beaucoup de petits plateaux (inselberg) de la dénivellation de 100-200m, formés des roches magmatiques basiques et des roches métamorphiques, se répartissent dans la partie

sud-est et nord-ouest de la zone.

La croûte de latérite représente la quasi-plaine de fossile. Comme elle a tendance à résister à la désagrégation et à la dénudation, elle forme le plateau. Au contraire, dans les autres parties, la désagrégation et l'argilisation progressent, en présentant la topographie de bassin à cause de l'érosion. Ces trois éléments, c'est-à-dire, les plateaux plats formés de croûte de latérite, la topographie fluviale en forme de bassin vaste et peu profond, et les inselbergs éparpillés, constituent le caractère topographique de la présente zone.

Seule une partie des plateaux et des petites collines mentionnés ci-dessus, et les lignes de partage des eaux des grandes rivières dépassent la hauteur de 400m d'altitude. Dans la zone de recherche, le point le plus haut d'altitude est la colline Seridjekourou qui se trouve dans le sud-est (l'altitude de 570m), et le point le plus bas est le point extrême nord-est de la rivière Baoulé (l'altitude de 290m). A part les inselbergs, la haute partie est la ligne de partage des eaux dans le bassin en amont de la rivière Banifing (l'altitude d'environ 400m). A propos, Bamako se situe à l'altitude d'environ 320m, et Bougouni, près de 340m.

La Baoulé serpente et traverse la zone de recherche. Sa distance rectiligne de la traverse est environ 100km, mais entre les deux extrémités, la dénivellation n'est que 20m. La Banifing coule également pour la distance d'environ 120km, et sa dénivellation est 100m.

Comme la pente des rivières est très douce, et que la saison des pluies est courte, et la quantité des précipitations n'est pas importante, on peut considérer que l'action de l'érosion linéaire des rivières est faible, et que l'action du ruissellement de l'érosion en feuille (sheet erosion) est forte. En général, les rivières petites et moyennes, étant les petits ruisseaux, représentent la forme concave en état de fossé, profondément creusée à la face transversale. Leur largeur est étroite; leur pente aux bords est presque verticale. Leur dénivellation aux bords est de certains mètres. Mais, il existe aussi de nombreuses rivières dont la largeur est grande, et la pente des bords est très douce. Il nous semble qu'une telle différence résulte de la géologie et de la qualité du sol ainsi que de la quantité et de la vitesse de l'eau courante.

#### **2-4 Le réseau hydrographique**

Dans la zone de recherche, il y a deux grandes rivières. L'une est la Baoulé qui serpente et traverse dans l'est de la zone de recherche, du sud au nord. L'autre est la Banifing qui coule au centre de la zone, du sud-ouest au nord-est. L'amont de la Baoulé remonte jusqu'à la République de Côte-d'Ivoire, au sud de la zone de recherche,

et à son aval, elle se réunit avec la rivière Bagoé, en changeant son nom change en la rivière Bani qui coule en direction du nord-est, parallèlement au Niger, et se réunit avec celui-ci à Mopiti. La Banifing constitue un affluent de la Baoulé. Son bassin se situe presque entièrement dans la zone de recherche, et se réunit avec la Baoulé en aval nord-est. A l'est de la zone, il existe la rivière Bagoé qui coule presque parallèlement à la Baoulé, et mène également à la République de Côte-d'Ivoire. A l'ouest de la zone de recherche, il y a le Niger.

Il existe beaucoup d'affluents petits et grands de la Baoulé et de la Banifing. Plus de 80% de la zone de recherche se trouve dans les bassins de ces deux rivières. Le reste de la partie extrême ouest est le bassin de la rive droite du Niger, et la partie extrême nord-est correspond au bassin de la rive gauche en l'aval de la rivière Bagoé.

Dans la présente zone, la distinction de la saison des pluies et de la saison sèche est très claire, et la précipitation annuelle est de l'ordre de 1.000mm. Seul le courant principal de la Baoulé garde régulièrement l'eau courante pendant toute l'année. Le courant principal de la Banifing devient les flaques intermittentes d'eau pendant la saison sèche. Toutes les autres rivières ne gardent l'eau que dans la saison des pluies, et se dessèchent presque complètement pendant la saison sèche, bien qu'il reste localement des flaques.

Le réseau hydrographique présente une forme de l'écorce, et sa densité et la fréquence sont en général basses. En particulier, sur les plateaux de la croûte de latérite, il se développe très peu. Or, sur la pente de ces plateaux et sur les collines, la densité du réseau hydrographique est un peu plus haute. La partie sud-est de la zone de recherche est riche en inselbergs, en constituant plus de relief que les autres parties, si bien que la densité du réseau hydrographique est haute. (Veuillez voir la Figure 2-1-2)

En général, l'altitude devient plus basse du sud au nord, ou bien du sud-ouest au nord-est. C'est la raison pour laquelle il existe peu de rivières qui coulent en contresens du nord au sud, ou bien du nord-est au sud-ouest.

## 2-5 Le climat

Le climat du sud du Mali où se situe la zone de recherche appartient à la zone de savane, et à la zone de Soudan nord. Du point de vue de la situation du climat, il est divisé en deux: la saison des pluies entre mai et octobre et la saison sèche entre novembre et avril. En plus, du point de vue de la relation entre la température et l'humidité, il est divisé en trois périodes suivantes.

mars~mai: Peu d'humidité. Les températures maximale et minimale sont tous les

deux hautes.

juin~octobre: Beaucoup d'humidité. La température maximale est haute, tandis que la température minimale est basse.

novembre~février: Peu d'humidité et sèche. La température maximale est haute, tandis que la température minimale est basse.

La température maximale en mars et en avril est près de 40°C, et en août, environ 30°C. La température minimale en avril et en mai est environ 25°C, et en décembre, près de 15°C. L'humidité maximale est près de 95% entre juillet et septembre, et environ 40% en février et en mars. L'humidité minimale est près de 65% en août, et environ 15% en février et en mars. Il y a peu de précipitations pendant la période entre décembre et mars. Entre juillet et septembre, elles dépassent 200mm par mois. La précipitation annuelle est 1.000~1.100mm. Dans la Figure 1-2-1, nous montrons la moyenne mensuelle de la température, de l'humidité, des précipitations à Bamako. A propos, en ce qui concerne les données que nous avons recueillies dans la présente recherche, nous faisons une description détaillée dans la première section du chapitre II.

Tableau 1-2-1 Les données mensuelles du climat à Bamako

	Jan.	Feb.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	Jui.	Aou.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Temperature (°C)	24.8	27.7	30.3	31.5	31.3	29.0	26.6	25.8	26.3	27.4	26.4	24.5
Humidity (%)	28	23	23	35	52	67	77	83	80	68	50	36
Precipitation (mm)	0.5	0.5	3.0	15.6	61.6	145.1	244.2	326.1	215.3	65.7	7.5	1.4

Source: Chronologie des sciences, pour la température et les précipitations, le moyen entre 1951~1974, pour l'humidité, le moyen entre 1961~1967

## 2-6 La végétation

La végétation autour de la zone de recherche appartient à la frontière entre la zone de Soudan et la zone de Soudan-Guinée. Son caractère est la répartition en état de mosaïque des forêts peu denses et des prairies. Il y a aussi beaucoup de terres cultivées, où le mil, le maïs, le riz, la cacahouète, le coton, les légumes, et les fruits sont cultivés.

En ce qui concerne la situation naturelle de la végétation, les arbres de la hauteur de 5~20m et les brousses de quelques mètres de hauteur se mêlent, et parmi ces arbres, les plantes herbacées, principalement les chaumes et les plantes de la

famille de riz, se répartissent. Pendant la saison sèche, la plupart des plantes herbacées se flétrissent. Mais les feuilles de la plupart des arbres ne tombent pas entièrement même dans la saison sèche. Certaines espèces d'arbres s'effeuillent dans la saison des pluies, et se garnissent de feuilles dans la saison sèche. Dans la saison sèche, on brûle traditionnellement les champs. La quantité des arbres diminue à cause de l'abattage pour le charbon et pour le bois, et à cause de l'exploitation de la terre cultivée.

La végétation est plus dense le long des rivières, et peu dense sur les plateaux de la croûte de latérite. A part ces zones, la densité de flore dépend largement de l'influence humaine (diminution de la densité des arbres à cause de l'abattage). Dans le cas de l'exploitation de la terre cultivée, tous sont abattus sauf les grands arbres utiles. Dans le cas du bois pour le combustible, on abat les arbres de sorte qu'un certain nombre d'arbres restent, et l'on change le site d'abattage. Nous pouvons supposer qu'il y a plus de plantes du nord vers le sud à cause de la condition du climat telles que l'humidité et les précipitations. Mais, en fait, il n'y a pas beaucoup de variation de la végétation, bien qu'elle existe localement.

Il se trouve les zones de protection de la forêt dans la zone où se réunissent la Baoulé et la Banifing (Forêt Domaniale Classée de Soussan et Forêt Classée du Banifing - Baoulé), et dans la zone de la rive gauche de la Baoulé (Forêt Classée du Siankadougou).

## 2-7 La géologie

La géologie de l'Afrique occidentale se constitue principalement du craton d'Afrique occidentale composé des roches plutonique et métamorphique de l'ère précambrienne, et du dépôt-bouclier de la couche paléozoïque qui est répandu à l'est et à l'ouest de ce craton. La partie ouest du craton de l'Afrique occidentale est les roches Libéria et Mauritanie dans l'ère archéenne (répandues dans Libéria - Guinée - Mauritanie) qui n'a pas subi l'orogénèse panafricaine (il y a environ six cents millions années). La partie est, où se situe la zone de recherche, a subi l'orogénèse panafricaine.

L'extrême sud de la République du Mali se constitue du complexe Birrimien qui est le craton de l'Afrique occidentale dans l'ère protérozoïque et du groupe du granite batholitique qui fait intrusion dans ce complexe. Le complexe Birrimien se répartit dans la zone oblongue de 10km de largeur, et quelques cents kilomètres de longueur, et subit généralement le métamorphisme faible (phase de schiste vert). Le même type de couche se trouve partout dans la République de Guinée et la République

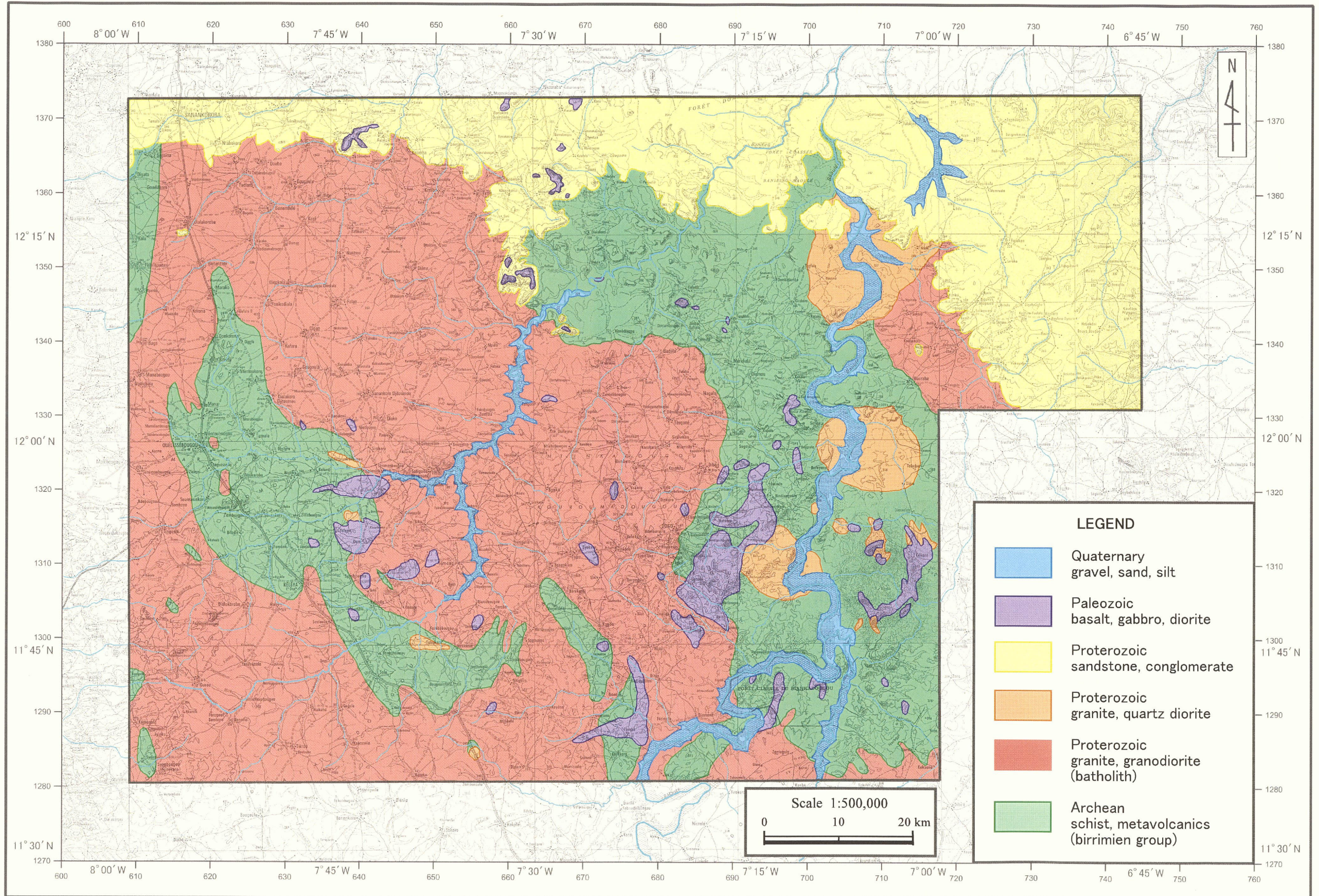


Figure 1-2-2 La carte géologique de la zone de recherche



de Côte-d'Ivoire. Le centre de la République du Mali se constitue du groupe de la roche sédimentaire à la fin de l'ère protérozoïque, et les parties nord et est se constituent de la roche sédimentaire de l'ère paléozoïque et mésozoïque.

Excepté les parties extrême nord et extrême nord-est, la plupart de la zone de recherche se constitue du complexe Birrimien et du groupe du granite batholitique qui y fait intrusion. Nous présentons la carte géologique de la zone de recherche dans la Figure 1-2-2. Le complexe Birrimien est divisé en couche supérieure où le groupe de roche volcanique (le metabasalte, l'andésite, le tuf) est riche, et en couche inférieure où le groupe de roche sédimentaire (le schiste cristallin, l'arkose, la grauwacke) est riche. Elles ont généralement subi le métamorphisme faible, et leur structure géologique présente la direction de décalage générale de NNO-SSE. Le groupe de granite se compose principalement de biotite-granite-granodiorite à petit et moyen grains. Une partie en est constituée de la granodiorite gneisseuse. Dans la zone de recherche, le taux de répartition du groupe de granite et le complexe Birrimien est à peu près 6 : 4. Dans le complexe Birrimien, l'existence de la zone de minéralisation de l'or est reconnue. Autour de la présente zone, il existe beaucoup de gisements et de zones de la minéralisation de l'or.

Dans l'étendue qui est répandue du nord à l'est de la zone de recherche, le groupe de roche sédimentaire de la dernière période du protérozoïque (l'arkose-grès, le conglomérat, la roche de vase) se répartisse vastement, en couvrant le complexe Birrimien et le groupe de granite. Ces roches disposent de la structure quasi horizontale, en étant plus épaisse dans la direction de nord-est. De surcroît, les roches magmatiques basiques du paléozoïque (le basalte à gros grain, le gabbro, la granodiorite) font intrusion dans ces couches.

## 2-8 L'environnement social

La zone de recherche peut être considérée comme commune rurale. Les céréales diverses comme le mil, le riz, et le coton sont cultivés, et fournis aux villes voisines comme Bamako, Bougouni, et Dioila, etc. De plus, la présente zone produit les animaux domestiques comestibles, les bois et les charbons comme combustible. Un village typique se constitue des unités de chaque famille avec ses proches qui habitent dans un bâtiment principal et quelques maisons isolées. Plusieurs unités se rassemblent, et constituent un village. Les maisons traditionnelles sont les bâtiments simples, faites avec le mur cylindrique fabriqué en brique séchée au soleil, et avec le toit en forme de cône fabriqué en chaume. Mais, récemment, un autre type de maisons avec le mur quadrilatéral, cimenté, et avec le toit en zinc, sont de plus en plus

nombreuses.

L'électricité et le téléphone fixe ne sont fournis que les villages qui bordent la route nationale. Récemment, il y a certaines maisons où l'on utilise les électroménagers, en emmagasinant dans les batteries de voiture l'énergie électrique produite par des panneaux des piles solaires. Les charbons et les bois sont utilisés en tant que combustibles pour la cuisine. Les villageois obtiennent de l'eau pour la vie quotidienne en utilisant les puits traditionnels ou les puits de l'eau qu'on puise en appuyant sur une pédale à pied, ou en utilisant la pompe à main. Ces derniers ont été faits par le forage avec l'aide de l'étranger. Ces puits de forage existent dans les villages d'une certaine envergure de population. Dans les grands villages, plusieurs puits de l'eau sont disponibles.

Dans la vie quotidienne, les moyens villageois se déplacent principalement en vélo et à pied. Pour le transport de la charge, les voitures à l'âne et les vélos sont utilisés. Sur les axes principaux, les autobus, les voitures, et les motos parcourent quotidiennement, mais la circulation n'est pas intense. Dans les villages principaux, il y a des écoles primaires, et l'enseignement primaire se développe constamment, mais le taux de scolarité n'est pas haut. Beaucoup de bâtiments publics comme école et hôpital sont construits avec l'aide de l'étranger.

En ce qui concerne la division administrative, la partie nord-ouest de la zone de recherche appartient au Cercle de Kati de la région de Bamako, la partie nord-est, au cercle de Dioila de la Région de Bamako. Tout le reste appartient au Cercle de Bougouni de la région de Sikasso. La partie qui se trouve au centre de la zone de recherche, en se situant entre les rivières Baoulé et Banifing, appartient à l'Arrondissement de Dogo du Cercle de Bougouni. Elle représente environ la moitié de la zone de recherche.