

NO. 23

**RAPPORT
SUR
L'EXPLORATION MINIERE
DANS
LA ZONE DE BAoule-BANIFING,
REPUBLIQUE DU MALI
DEUXIEME ANNEE**

MARS 2002

JICA LIBRARY



J1169213(4)

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

M P N

CR(2)

02-042

**RAPPORT
SUR
L'EXPLORATION MINIERE
DANS
LA ZONE DE BAOULE-BANIFING,
REPUBLIQUE DU MALI
DEUXIEME ANNEE**

MARS 2002

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



1169213[4]

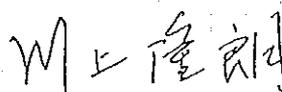
Préface

En répondant à herche du gisement telle que la prospection géologique, la prospection géophysique, la prospection par sondage, afin de confirmees travaux ont été confiés à l'Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA) qui les a confiés de nouveau à l'Agence Japonaise Minière des Métaux(MMAJ), car le contenu de ces travaux appartient à l'année de Recherche qui a suivi la première année de Recherche qui était l'année fiscale 2000 du Japon. Pour la réalisation des travaux, la MMAJ a organisé l'équipe de l'étude composée de cinq personnes, et l'a délégué sur le terrain du 12 novembre 2001 au 6 février 2002. Les travaux de prospection sur le terrain ont été achevés dans les délais, avec la coopération des Autorités maliennes et de la Direction Nationale de la Géologie et des Mines de la République du Mali.

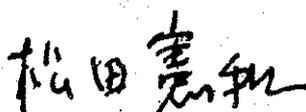
Le présent rapport rassemble les résultats de la deuxième année de recherche et fait partie intégrale du Rapport définitif.

Nous tenons à témoigner notre reconnaissance à toutes les Autorités maliennes qui nous ont apporté leur concours lors de l'exécution des travaux, ainsi qu'au Ministère des Affaires Etrangères du Japon, au Ministère de l'économie et l'industrie du Japon, à l'Ambassade du Japon au Sénégal et à toutes les personnes concernées qui ont collaboré à ces activités.

Mars 2002

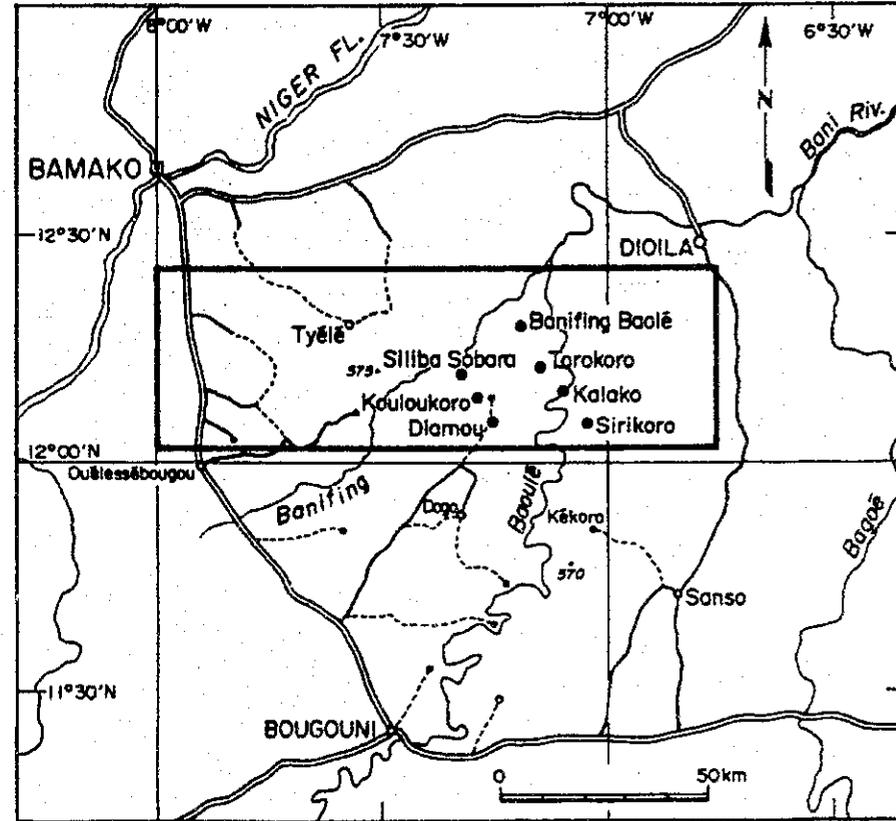
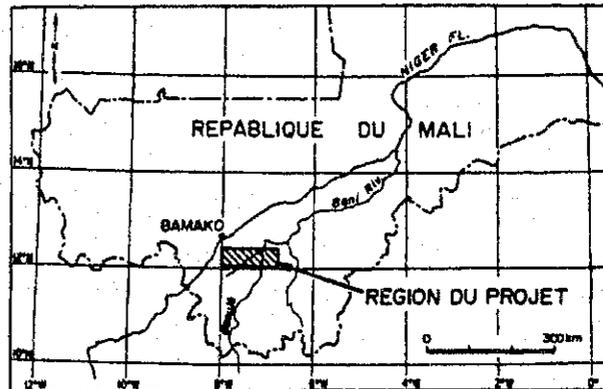
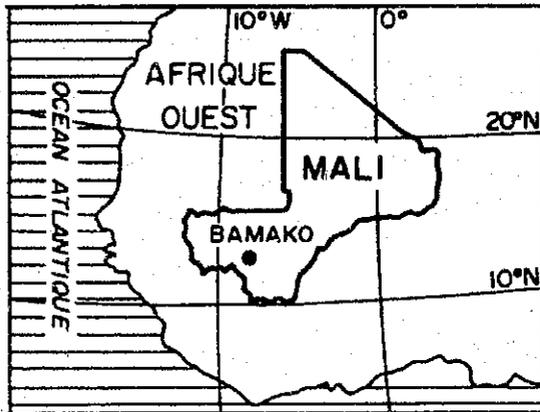


Takao KAWAKAMI
Président de l'Agence Japonaise
de Coopération Internationale



Norikazu MATSUDA
Président de l'Agence Japonaise
de Minière des Métaux

CADRE GEOGRAPHIQUE



Location Map of Survey Area

Résumé

Le présent rapport rassemble les résultats des travaux réalisés au cours de la deuxième année de Recherche dans la région du Baoulé-Banifing en République du Mali dans le cadre de " l'étude de base pour le développement des ressources minérales par la coopération japonaise".

Les travaux ont été effectués par l'équipe de l'étude déléguée par l'Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA) et l'Agence Japonaise Minière des Métaux (MMAJ) pour la période du 12 novembre 2001 au 6 février 2002.

En ayant objet le secteur de Diamou, le secteur de Sirikoro et le secteur limitrophe et nord de Torokoro qui avaient été choisis comme les secteurs potentiels (prometteurs) d'après les résultats des prospections réalisées au cours de la première année de recherche ainsi que les études précédentes, nous avons exécuté les travaux de la prospection par tranchées, par puits et par les sondages.

La région du Baoulé-Banifing située dans la partie sud-ouest de la République du Mali dont les zones environnantes constituent une région potentielle où existent bien des gîtes d'or et zones minéralisées aurifères qui sont contrôlés par les formations birrimiennes et par les failles se trouvant dans les roches magmatiques qui pénètrent les formations birrimiennes. En tenant compte de ce fait, nous avons réalisé de différentes prospections, tout en ayant pour objectif principal pour cette année de Recherche, d'élucider la relation entre les fractures et les zones minéralisées.

D'après les résultats des travaux de prospections réalisés, nous présentons la conclusion comme suit :

- (1) Secteur de Diamou : On a réalisé la prospection par puits (250 puits) et la prospection par tranchées (4.852m) ainsi que la prospection par sondages (sondage RC : 60m x 30 trous, sondage à carotter : 1.250m). A la suite de l'examen des résultats obtenus, on a extrait deux (2) zones minéralisées prometteuses qui s'allongent parallèlement l'une à l'autre dans la direction de NNW-SSE. La zone minéralisée située à l'est de l'autre serait encaissée au long du chapelet de failles et se continuerait sur une extension de plus de 2 km. Dans bien des cas, la minéralisation se trouve dans les bordures du dyke de quartz-porphyre tandis que l'or se présente sous forme d'électrum qui se trouve isolément ou dans l'arsénopyrite comme inclusions. La minéralisation aurifère accompagne les minéraux à savoir : l'arsénopyrite, la pyrrhotine, la pyrite. Les sondages à carotter ont vérifié les teneurs de 1,0g/t Au (valeur moyenne dans la section de 11m, 0,86g/t Au (valeur moyenne dans la section de 11m) et autres. La teneur maximale obtenue dans la section de 1 m est de 7,9g/t Au.

La zone minéralisée située à l'ouest de l'autre devrait s'étendre sur une extension de plus de 1 km au moins. Dans cette zone, on a observé deux (2) types de minéralisations. Le premier constituera la zone minéralisée qui se présente aux pourtours de la partie plissée. Dans ce cas, l'électrum se présente indépendamment et la minéralisation aurifère n'accompagne pas de l'arsénopyrite. Dans les parties minéralisées de ce type, au cours de la première année de recherche, on a eu une teneur de 1,7g/t Au (valeur moyenne de la section de 8m) et autres. La teneur maximale a été de 5,1g/t Au (dans la section de

1m). Le deuxième serait estimé à la minéralisation générée suivant la venue de la rhyolite, mais, on ne connaît pas bien les caractéristiques et la nature de la minéralisation de ce type.

- (2) Secteur de Sirikoro : On a réalisé la prospection par puits (450 puits) et la prospection par sondages (sondage RC : 60m × 60 trous). La prospection par puits a pu capter une bande anormale constituée par les zones d'anomalie dans une continuité de 2 km tout au long de la structure des linéaments qui a été reconnue par la prospection magnétique aéroportée. Les sondages RC ont pu recouper les parties minéralisées, mais la continuité des zones n'a pas été prouvée.
- (3) Secteur limitrophe et nord de Torokoro : On a exécuté les levés de la prospection géochimique et l'on a extrait les anomalies géochimique d'or qui sont rassemblées dans 4 périmètres. Ces anomalies situées sur la structure des linéaments qui a été reconnue par la prospection magnétique aéroportée pourront très probablement refléter l'existence d'une zone minéralisée enfouie.

A propos des travaux à réaliser dans le secteur de Diamou en troisième année, nous proposons de réaliser les travaux dont la partie majeure sera les sondages, dans le but d'examiner dans le détail les caractéristiques et la nature des deux (2) zones minéralisées citées plus haut ainsi que de vérifier si existent les parties de la haute teneur ou non.

En ce qui concerne des autres secteurs, à l'exception du secteur de Diamou, nous proposons de réaliser les travaux destinés à vérifier l'existence des zones minéralisées dans les secteurs prioritaires à savoir : le secteur limitrophe et nord de Torokoro, le secteur de Sirikoro et le secteur de Banifing -Baoulé où sont distribués de nombreux anciens puits d'orpailleurs locaux. Mis à part le secteur de Diamou, ces secteurs auront la première priorité de recherche à venir.

Sommaire

PRÉFACE

RÉSUMÉ

SOMMAIRE

CHAPITRE I GÉNÉRALITÉ

Section 1 Le sommaire des recherches	1
1-1 L'objectif des recherches	1
1-2 L'étendue des recherches	1
1-3 Le contenu des recherches	1
1-4 La période des recherches sur le terrain	3
1-5 L'organisation de l'équipe des recherches	3
Section 2 La topographie	4
2-1 La situation géographique et le trafic	4
2-2 Le climat et la flore	4
2-3 Le relief terrestre	4
Section 3 Le sommaire géologique de la région de Baoulé-Banifing	6
3-1 La géologie dans la vaste région autour de la zone des recherches	6
3-2 La géologie de la zone des recherches	6
3-3 La situation de latérite	8
3-4 La zone prometteuse de la minéralisation	12
Section 4 L'exploration dans le passé au sein de la zone des recherches	17
4-1 L'historique de l'exploration	17
4-2 Le résultat sommaire des recherches entre 1998 et 2000	17

CHAPITRE II LES EXPOSÉS DÉTAILLÉS

Section 1	L'arrière-plan des recherches de la deuxième année	19
1-1	Le résultat des recherches de la première année	19
1-2	Le contenu des recherches de la deuxième année	20
Section 2	La zone de Diamou	21
2-1	La géologie	21
2-1-1	Le sommaire de la zone	21
2-1-2	La géologie	21
2-2	La prospection de puits	31
2-2-1	La méthode des recherches	31
2-2-2	Le résultat des recherches	31
2-3	La prospection de fossé	39
2-3-1	La méthode des recherches	39
2-3-2	Le résultat des recherches	39
2-4	La prospection de sondage RC (Reverse Circulation)	49
2-4-1	Les travaux de sondage	49
2-4-2	Le résultat des recherches	51
2-5	L'analyse synthétique du résultat de l'analyse chimique	57
2-6	La prospection par le sondage au diamant	63
2-6-1	Les travaux de sondage	63
2-6-2	Le résultat de la prospection	67
2-7	L'examen synthétique	93
2-7-1	Le caractère de la minéralisation dans la zone centrale de minéralisation de la zone de Diamou	93
2-7-2	L'extraction des sites prometteurs	96
Section 3	Secteur de Sirikoro	111
3-1	Aperçu de la prospection	111
3-2	Prospection par puits	111
3-2-1	Aperçu des travaux	111
3-2-2	Géologie observée dans les puits	111
3-3	Prospection par le sondage à injection inverse (reverse circulation :RC)	115
3-3-1	Aperçu des travaux	115
3-3-2	Situation géologique	115
3-4	L'examen synthétique des résultats d'analyse	116
3-4-1	L'examen synthétique des résultats d'analyse d'or	116
3-4-2	Analyse multivariable	117
3-5	Examen synthétique	120
3-5-1	Secteur de Sirikoro (Secteur prospecté par les puits)	120
3-5-2	Secteur prospecté par les sondages	127
3-6	Synthèse et observations	133

Section 4	Le Secteur limitrophe et Nord de Torokoro	134
4-1	Secteur de Mala	134
4-1-1	Aperçu du secteur	134
4-1-2	Géologie	134
4-1-3	Résultats d'étude géochimique	134
4-2	Secteur de Boutouba	145
4-2-1	Aperçu du secteur	145
4-2-2	Géologie	145
4-2-3	Résultats d'étude géochimique	145
4-3	Résumé	155
4-3-1	Résultats de prospection	155
4-3-2	Recherches pour la prochaine campagne	155

CHAPITRE III CONCLUSION ET PROPOSITION

Section 1	Conclusion	159
Section 2	Proposition pour la troisième année des recherches	162

BIBLIOGRAPHIE	164
----------------------------	------------

Figures insérées dans le texte

Fig. I-1-1	La carte de la position géographique de la zone des recherches	2
Fig. I-2-1	La carte du climat et de la végétation du Mali.....	5
Fig. I-3-1	La figure du type de la coupe géologique	7
Fig. I-3-2	La carte géologique et de la coupe géologique de la zone des recherches	9
Fig. I-3-3	La situation de latérite.....	11
Fig. I-3-4	Les gisements dans la partie sud du Mali	15
Fig. I-4-1	La carte de la présentation de l'historique de l'exploration	18
Fig. II-2-1	La carte géologique et la carte de la coupe géologique dans la zone de Diamou	23
Fig. II-2-2	La carte de la projection stéréographique de la faille (fossé A)	27
Fig. II-2-3	La carte de la position des recherches dans la zone de Diamou.....	29
Fig. II-2-4	La carte de la position de la prospection de puits dans la zone de Diamou	32
Fig. II-2-5	La carte géologique des puits dans la zone de Diamou (à 5m au-dessous du sol)	33
Fig. II-2-6	La carte du résultat de la prospection de puits dans la zone de Diamou	37
Fig. II-2-7	La carte de la position de la prospection de fossé dans la zone de Diamou.....	40
Fig. II-2-8	La carte du résultat de la prospection de fossé dans la zone de Diamou	43
Fig. II-2-9	La figure du croquis des fossés (le groupe des anciens puits).....	47
Fig. II-2-10	La carte de la position de la prospection de sondage RC dans la zone de Diamou	50
Fig. II-2-11	La carte du résultat de la prospection de sondage RC dans la zone de Diamou (coupe géologique).....	55
Fig. II-2-12	La carte de l'analyse multivariée dans la zone de Diamou (prospection de fossé)	61
Fig. II-2-13	La carte de la position de la prospection de sondage DD dans la zone de Diamou	64
Fig. II-2-14	La figure de la collone géologique de sondage dans la zone de Diamou (1)....	70
Fig. II-2-14	La figure de la collone géologique de sondage dans la zone de Diamou (2)....	73
Fig. II-2-14	La figure de la collone géologique de sondage dans la zone de Diamou (3)....	77
Fig. II-2-14	La figure de la collone géologique de sondage dans la zone de Diamou (4)....	80
Fig. II-2-14	La figure de la collone géologique de sondage dans la zone de Diamou (5)....	83
Fig. II-2-14	La figure de la collone géologique de sondage dans la zone de Diamou (6)....	86
Fig. II-2-14	La figure de la collone géologique de sondage dans la zone de Diamou (7)....	89
Fig. II-2-14	La figure de la collone géologique de sondage dans la zone de Diamou (8)....	92
Fig. II-2-15	La figure de la coupe géologique de sondage dans la zone de Diamou (1).....	97
Fig. II-2-15	La figure de la coupe géologique de sondage dans la zone de Diamou (2).....	99
Fig. II-2-15	La figure de la coupe géologique de sondage dans la zone de Diamou (3)....	101
Fig. II-2-15	La figure de la coupe géologique de sondage dans la zone de Diamou (4)....	103

Fig. II-2-16	Le profil d'Au et d'As de sondage DD dans la zone de Diamou (1)	105
Fig. II-2-16	Le profil d'Au et d'As de sondage DD dans la zone de Diamou (2)	106
Fig. II-2-17	Les blocs-diagrammes dans la zone de Diamou	107
Fig. II-2-18	La carte de l'analyse synthétique dans la zone de Diamou	109
Fig. II-3-1	La carte de la position de puits et de sondage RC dans la zone de Sirikoro ..	113
Fig. II-3-2	La carte géologique dans la zone de Sirikoro	121
Fig. II-3-3	La carte de l'anomalie géochimique d'Au dans la zone de Sirikoro (prospection de puits)	123
Fig. II-3-4	La carte différentielle première verticale par le levé magnétique aérien	123
Fig. II-3-5	La carte de l'anomalie géochimique d'As dans la zone de Sirikoro (prospection de puits)	125
Fig. II-3-6	La carte du résultat de la prospection de sondage RC dans la zone de Sirikoro	129
Fig. II-3-7	La carte de la coupe géologique de l'analyse synthétique dans la zone de Sirikoro	131
Fig. II-4-1	La carte sommaire de la géologie et la figure de la coupe géologique dans la zone de Mala	135
Fig. II-4-2	La carte de la position de prélèvement des échantillons de la prospection géochimique dans la zone de Mala et de Batouba	137
Fig. II-4-3	La carte de l'anomalie géochimique d'Au dans la zone de Mala	139
Fig. II-4-4	La carte de l'analyse multivariée dans la zone de Mala	143
Fig. II-4-5	La carte sommaire de la géologie et la figure de la coupe géologique dans la zone de Batouba	147
Fig. II-4-6	La carte de l'anomalie géochimique d'Au dans la zone de Batouba	149
Fig. II-4-7	La carte de l'analyse multivariée dans la zone de Batouba	153
Fig. II-4-8	La carte de la corrélation entre l'anomalie d'Au et l'anomalie magnétique (carte différentielle première) autour et au nord de Torokoro	157

Tableaux insérés

Tableau I-1-1	La liste du contenu et de la quantité des recherches.....	1
Tableau I-1-2	La liste de la quantité des expériences intérieures	3
Tableau I-1-3	La liste des noms de l'équipe des recherches	3
Tableau I-2-1	Le climat de la capitale, Bamako	4
Tableau I-3-1	les gisements d'or dans la partie sud du Mali.....	16
Tableau I-4-1	le sommaire du résultat des recherches entre 1998 et 2000	17
Tableau II-2-1	La liste des valeurs de la limite de détection	34
Tableau II-2-2	La liste de la quantité statistique basique (puits).....	35
Tableau II-2-3	La quantité statistique basique (fossé).....	41
Tableau II-2-4 (1)	La liste de la position de sondage RC (zone de Diamou).....	49
Tableau II-2-4 (2)	La liste de la position de sondage RC (zone de Sirikoro)	49
Tableau II-2-5	La liste de la partie de la concentration d'Au dans le sondage RC.....	53
Tableau II-2-6	Le déterminant corrélatif.....	59
Tableau II-2-7	Le résultat de l'analyse des facteurs.....	60
Tableau II-2-8	La liste de la position des trous de sondage au diamant.....	63
Tableau II-2-9	Teneurs en or des zones de concentration (MDDH-6)	69
Tableau II-2-10	Teneurs en or des zones de concentration (MDDH-7)	72
Tableau II-2-11	Teneurs en or des zones de concentration (MDDH-8).....	75
Tableau II-2-12	Teneurs en or des zones de concentration (MDDH-9)	79
Tableau II-2-13	Teneurs en or des zones de concentration (MDDH-12)	88
Tableau II-3-1	Quantité standard (basique) et Valeur de seuil.....	116
Tableau II-3-2	Coefficient de corrélation	118
Tableau II-3-3	Résultats d'analyse multivariable	119
Tableau II-4-1	Quantité statistique standard (Secteur de Mala).....	138
Tableau II-4-2	Résultats d'analyse monovariabile d'Au (Secteur de Mala)	138
Tableau II-4-3	Résultats d'analyse multivariable d'Au (Secteur de Mala)	142
Tableau II-4-4	Quantité statistique standard (Secteur de Boutouba)	146
Tableau II-4-5	Résultats d'analyse monovariabile d'Au (Secteur de Boutouba).....	146
Tableau II-4-6	Résultats d'analyse mltivariable d'Au (Secteur de Boutouba).....	152

Documents à la fin du rapport

- Ap. 1 La figure de la colonne géologique des puits
- Ap. 2 Le profil de la concentration d'Au (puits)
- Ap. 3 La figure de la colonne géologique de RC
- Ap. 4 Le profil de la concentration d'Au (RC)
- Ap. 5 La figure de la colonne géologique de DDH
- Ap. 6 La liste du résultat et le Tableau du procédé de sondage RC
- Ap. 7 Les machines utilisées, les biens consommables et la liste de leur quantité pour le sondage RC
- Ap. 8 La liste du résultat et le Tableau du procédé pour le sondage DDH
- Ap. 9 Les machines utilisées, les biens consommables et la liste de leur quantité pour le sondage DDH
- Ap. 10 Le résultat de l'examen par le microscope (lame rocheuse, lame polie)
- Ap. 11 La liste du résultat de l'analyse chimique
- Ap. 12 La courbe de la fréquence cumulative
- Ap. 13 La liste du résultat de l'examen de l'analyse de rayons X pour les poudres
- Ap. 14 Le résultat de l'examen de l'inclusion fluide
- Ap. 15 La carte des zones prometteuses de minéralisation et de la position du prélèvement des échantillons
- Ap. 16 Le résultat de l'analyse de la roche entière
- Ap. 17 La liste du résultat de la mesure de la période

Figure jointe

- Ct. 1 La figure du croquis des fossés (zone des anciens puits)

Chapitre I

Généralité

Chapitre I Généralité

Section 1 Le sommaire des recherches

1-1 L'objectif des recherches

Cette recherche est destinée de clarifier la situation de la géologie et de l'existence des gisements dans la région de Baoulé-Banifing dans la République du Mali, et de découvrir un nouveau gisement. De plus, nous avons pour but de transférer la technique à l'établissement du Mali pendant la période des recherches,

1-2 L'étendue des recherches

Nous présentons la carte de la position géographique de la zone des recherches dans Fig. I-1-1. La région de Baoulé-Banifing se situe à près de 50~100 km au sud-est de la capitale, Bamako, dans les bassins des rivières Baoulé et Banifing. En tant que recherches pour la deuxième année, nous avons effectué les recherches dans les trois zones prometteuses de gisement (zone de Diamou, zone de Sirikoro, autour et au nord de Torokoro (zone de Mala et zone de Botouba)) qui ont été extraites par « les recherches basiques de la coopération pour le développement des ressources pour l'année 2000 —La région de Baoulé-Banifing. »

1-3 Le contenu des recherches

Le contenu des recherches se constitue en gros de la prospection géologique, de la prospection géochimique, et de la prospection de sondage. Ce dernier se constitue du sondage RC et du sondage diamant. Nous présentons le contenu de chaque prospection dans Tableau I-1-1 et Tableau I-1-2.

Tableau I-1-1 La liste du contenu et de la quantité des recherches

Survey method	Quantity
Geological survey, geochemical survey and groundtruth (Mala, Boutouba)	50km
Trench survey (Diamou)	4852m
Pits survey (Diamou, Sirikoro)	650 pits 3250m
Drilling survey	
Reverse circulation drilling (Diamou, Sirikoro)	90 drill holes 5400m
Diamond drilling (Diamou)	8 drillholes 1250m

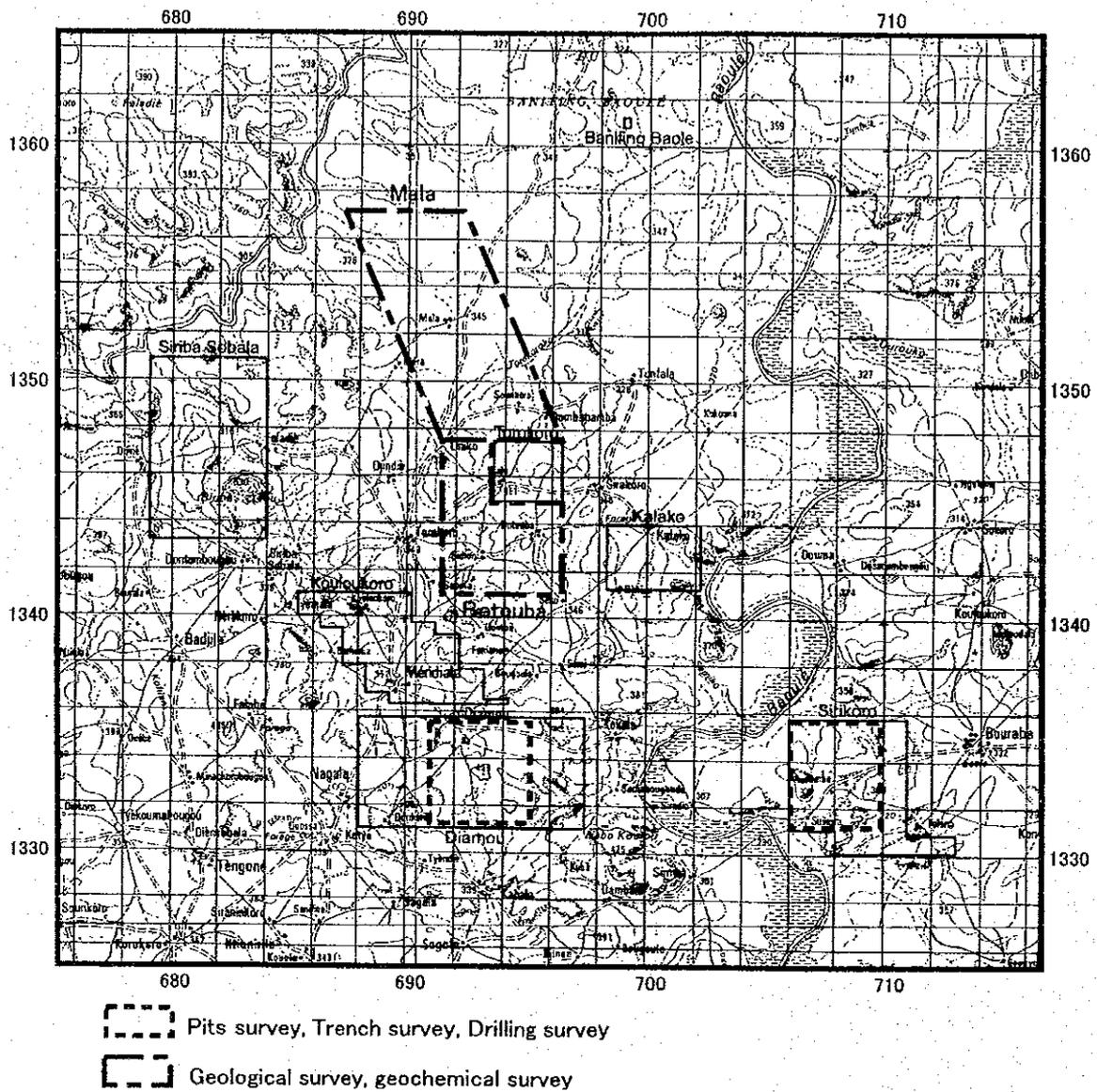


Fig. I-1-1 La carte de la position géographique de la zone des recherches

Tableau I-1-2 La liste de la quantité des expériences intérieures

Survey method	Content	Quantity
Geological survey and Geochemical survey	Chemical analysis (pits and Trenchs samples)	4789
Geological survey	Polished section	50
	Thin section	28
	X-ray diffraction	15
	Fluid inclusion analysis	4
Geochemical survey	Chemical analysis	3000
Drilling survey	Chemical analysis (RC)	5400
	Chemical analysis (core)	1250
	K-Ar Age	3

1-4 La période des recherches sur le terrain

le 12~le 15 novembre 2001 : Tokyo→Paris→Dakar→Bamako (déplacement)

le 16 novembre 2001~le 2 février 2002 : Les recherches sur le terrain

le 3~le 6 février 2002 : Bamako→Dakar→Paris→Tokyo (déplacement)

1-5 L'organisation de l'équipe des recherches

Nous présentons la liste des noms de l'équipe des recherches dans Tableau I-1-3.

Tableau I-1-3 La liste des noms de l'équipe des recherches

Contrepartie Japonaise		Contrepartie Malienne	
La mission pour négociation			
YOKOYAMA, Shigeru	(MMAJ)	Modibo COULIBALY	(DNGM)
HIRAI, Koji	(JICA)	Ibrahima SISSOKO	(DNGM)
FUJII, Noboru	(MMAJ)	Fatiaga KONE	(PDRM)
NUIBE, Yasunori	(MMAJ)	Hassimi B.SIDIBE	(DNGM)
NAKUI, Koji	(MMAJ)	Seydou KEITA	(DNGM)
L'équipe pour l'étude			
Chef géologue: SUZUKI, Mitsuru (SUMICON)		Chef géologue : Emanuel THERA (DNGM)	
Géologue : TOMIZAWA, Naoaki (SUMICON)		Géologue : Lassana GUINDO	(DNGM)
Géologue :GOTO, Toshiyuki (SUMICON)		Géologue : Yaya DJERE	(DNGM)
Géologue :SETO, Takayuki (SUMICON)		Géologue : Naby FOFANA	(DNGM)
Géologue :SAITO, Norizo (SUMICON)		Géologue : Moussa Holla MAIGA	(DNGM)
MMAJ : Metal Mining Agency of Japan		DNGM : Direction Nationale de la Geologie et des Mines	
JICA : Japan International Cooperation Agency		PDRM : Programme pour le Developement des Ressources Minerales	
SUMICON : Sumiko Consultants, Co., Ltd.			

Section 2 La topographie

2-1 La situation géographique et le trafic

La zone des recherches se situe au sud-ouest de la République du Mali, au sud-est de la capitale, Bamako. Son étendue est 5.800km², avec près de 132km de l'est à l'ouest sur près de 44km du sud au nord.

Nous avons installé le camp de base des recherches aux villages de Dogo et Kékoro, en fonction des zones des recherches. De la capitale, Bamako à Dogo, il prend environ 3 heures (200km) en voiture. A Kékoro, il prend près de 5 heures (310km).

Depuis chaque camp de base, il prend une heure ou bien une heure et demie en voiture du 4x4 jusqu'à la zone des recherches.

2-2 Le climat et la flore

La présente zone appartient à la zone de savane, la distinction entre la saison des pluies et la saison sèche étant claire. La saison des pluies continue du milieu de mai jusqu'à octobre, et la saison sèche, de novembre jusqu'au milieu de mai. La précipitation annuelle est environ 1.400mm. Il pleut intensivement dans la saison des pluies, tandis que, pendant la saison sèche, il y a peu de pluie. La température moyenne annuelle est 25°C~32°C, mais la température maximale peut monter jusqu'à 50°C.

Le caractère de la végétation est la répartition des forêts peu denses et des prairies avec les hautes herbes. Elle est peu dense sur les parties où se développe la cuirasse de latérite. Les terres plates autour des villages sont les terres cultivées des mils, et des cotons, etc.

Nous présentons les données climatiques dans la capitale Bamako (Tableau I-2-1) et la carte du climat et de la végétation au Mali (Fig. I-2-1).

Tableau I-2-1 Le climat de la capitale, Bamako

	Jan.	Feb.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Jui.	Aout.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Temp. (°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
Humid.(%)	28	23	23	35	52	67	77	83	80	68	50	36
Préc.(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

2-3 Le relief terrestre

La présente zone se constitue des plateaux de la pente douce, de l'altitude d'environ 350m, avec les zones de colline et de montagne dont l'altitude est plus de 400m. Les rivières Baoulé et Banifing serpentent à la partie centrale de cette zone vers nord, et se réunissent. Leurs affluents se développent dans la zone des recherches, mais la plupart de ces affluents se dessèchent dans la saison sèche.

Section 3 Le sommaire géologique de la région de Baoulé-Banifing

3-1 La géologie dans la vaste région autour de la zone des recherches

La région de Baoulé-Banifing se situe au sud du Mali, au sein du craton de l'Afrique ouest. Du côté de l'océan Atlantique, le craton se prolonge vers la zone de pli d'Afrique ouest. Du côté de l'intérieur du continent, il se prolonge vers la zone orogénique panafricaine.

La géologie du craton d'Afrique ouest se constitue principalement du complexe Birrimien qui aurait été formé au début de l'ère protérozoïque (il y a 2.6-2.13 milliards d'années), et a été métamorphosé (la phase du schiste vert) par le mouvement orogénique Eburnian (il y a 2±0,2 milliards d'années), et du groupe de la roche graniteuse à l'état de batholite qui y fait intrusion. D'après BRGM (1989), Le complexe Birrimien se divise en deux : la partie supérieure riche en groupe de la roche volcanique (le metabasalte, l'andésite, et le tuf, etc.) et la partie inférieure riche en groupe de la roche sédimentaire (le schiste, la roche psammitique, la roche de boue, la grauwacke, etc.) (Fig. I-3-1). Le complexe Birrimien qui se répartit dans la partie sud du Mali, y compris la zone des recherches, est considéré comme la partie inférieure de ce complexe. Il se constitue principalement de la roche de boue, et de la roche psammitique. Il est considéré d'être la roche métamorphique de la phase du schiste vert, en s'accompagnant du groupe de la roche volcanique.

3-2 La géologie de la zone des recherches

Nous présentons la carte géologique de la zone des recherches dans Fig. I-3-2. La géologie de la zone des recherches se constitue du complexe Birrimien formé au début de l'ère protérozoïque, du groupe des roches graniteuses, formées à l'occasion des mouvements orogénique et postorogénique, qui fait intrusion dans ce complexe, et du complexe Sotuba de l'ère infracambrienne qui couvre irrégulièrement les roches ci-dessus. En outre, nous reconnaissons la répartition du groupe de la roche volcanique basique à petite échelle, qui aurait fait intrusion dans l'ère jurassique, et de la couche de gravier à l'ère quaternaire, au bord des rivières.

Le complexe Birrimien se répartit à la partie centrale de la zone des recherches, en se prolongeant en direction de NO-SE. De plus, il se répartit, à petite échelle, dans la partie extrême ouest de la zone. Il se constitue principalement de la roche de boue et de la roche psammitique, en s'accompagnant d'un peu du groupe de la roche métavolcanique basique et acide.

Le groupe de la roche graniteuse à l'occasion du mouvement orogénique se répartit vastement dans la partie ouest et est de la zone des recherches, en entourant le complexe Birrimien. Il se constitue principalement de biotite-amphibolite-granite-granodiorite.

Le groupe de la roche graniteuse formée au mouvement postorogénique est le granite alcalin et leucocrate. Il se répartit aussi dans la partie est de la zone des recherches, en tant que deux masses de roche.

Le complexe Sotuba se constitue principalement de la roche psammitique à grain fin, et se répartit vastement dans la partie nord de la zone.

Age (Ma)		Formation	Lithology	Igneous activity	Alteration and Mineralization
1800	..... ..... .....	Tarkwaian System Kaware Group	Quartzites, grits, phyllites, conglomerates (250-700m thickness)		
2130	XXXX XXXX XXXX		Granitoids and syenites	Eburnian Cycle	Metamorphism HTS Au sulphide
	oo oo oo	Basic Volcanic Subseries	Bulk of the Up. Birrimien normal greenstones and green schist		
	VVVV VVVV VVVV	Upper Birrimien Acid Volcanic Subseries	Meta-rhyolites, qtz-felds porphyry, felsites and quartz-chlorite schist		
	.v.v. .v.v. .v.v.	Sedimentary- Volcanic Subs.	Meta-tuffaceous greywacke		
	..... ..... .....	Upper Arenaceous Subseries	Massive meta-sandstones, meta-graywacke and minor thin metasiltstone		
	-v- -v-	Upper Argillaceous Subseries	Predominantly rock assemblage of phyllite, siltstone, and their tuffaceous varieties		
	..... ..... ..... ..... .....	Lower Birrimien Middle Arenaceous Subseries	Meta-graywacke, meta-siltstone phyllite, Typically tuffaceous and manganiferous in the middle parts Rhythmically bedded in the lower parts,		
	----- ----- -----	Lower Argillaceous Subseries	Predominantly phyllite, interbedded with tuffa- ceous phyllite		
	..... ..... ..... ..... .....	Lower Arenaceous Subseries	Lithic assemblage of meta-graywacke, meta-sandstone, meta- siltstone, phyllite and tuffaceous varieties of these rock types		
2600+	+++ +++ +++		? Unconformity ?		
			Granitoids, migmatites, ultramafic rocks and granulites	Liberian Cycle ?	

Fig. I-3-1 La figure du type de la coupe géologique

Le groupe de la roche volcanique basique se constitue du gabbro et du basalte à grains gros. Il fait intrusion dans le complexe Birrimien. Comme l'ère de son intrusion est l'ère jurassique (JICA/MMAJ, 2000).

3-3 La situation de latérite

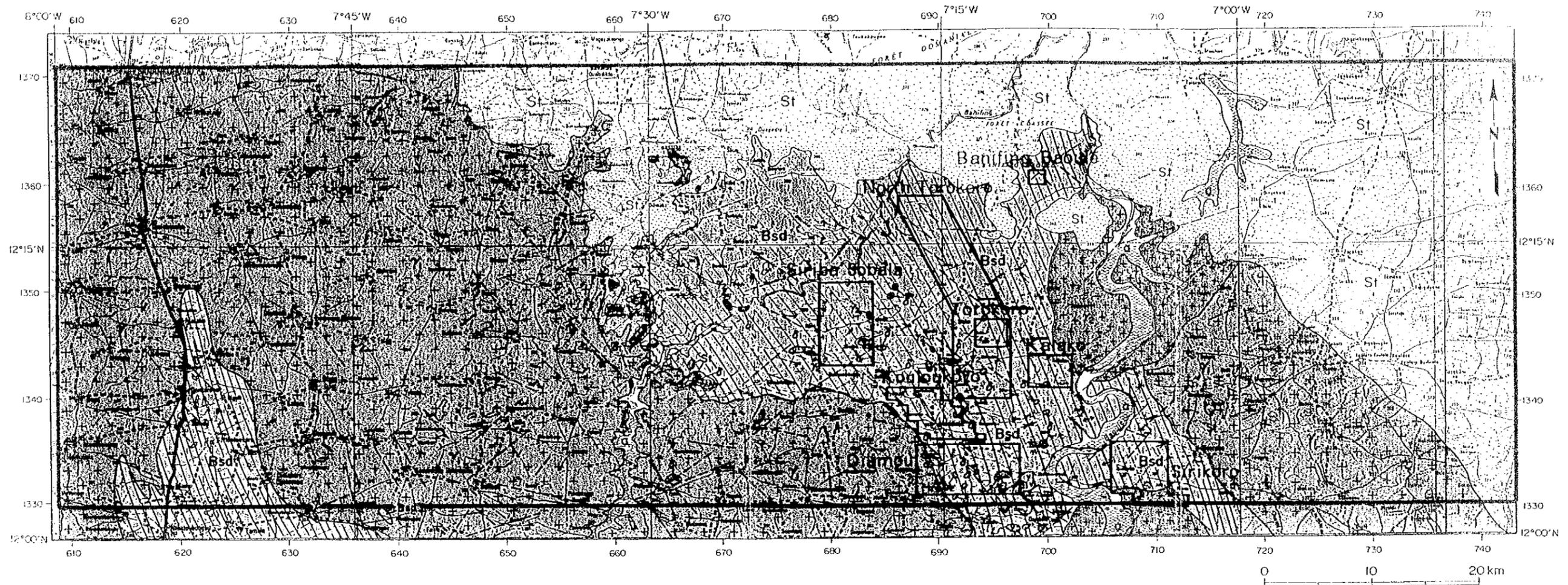
La latérite est le sol caractéristique qui s'est produit à cause de l'action de la métamorphose en latérite dans la zone tropicale. L'action de la métamorphose en latérite signifie le processus total suivant, à savoir l'action de désagrégation des roches, l'action de l'enrichissement du fer et de l'alumina, s'accompagnant du lessivage, du déplacement, et de la concentration des composants chimiques. Ce processus arrive à toutes sortes de roches. La couche de latérite se constitue, de la surface à la roche dure, des couches en ordre suivant : la cuirasse, la carapace, la zone marbrée, et la saprolite (Fig. I-3-3). Chaque couche se transforme, mais, ce n'est pas nécessairement le cas que toutes les couches se présentent à la coupe de désagrégation.

La cuirasse contient en général beaucoup de nodules à l'état des œufs de poisson, de la couleur de noir-rouge brun. Ils se constituent de la goethite et de l'hématite. La partie basique est le fer et l'alumina-oxyde, et devient complètement le ciment. Elle est tellement dure qu'on ne peut la casser qu'avec la rivelaine. Comme elle est si dure, elle constitue souvent la partie du sommet des plateaux de latérite. Son épaisseur est environ 0~2m.

Comme la cuirasse, la carapace contient les nodules à l'état des œufs de poisson qui se constituent de la goethite et de l'hématite. En général, la quantité de nodule diminue vers la partie inférieure. De la partie supérieure à la partie inférieure, nous pouvons subdiviser, en fonction de la quantité de nodule, la coupe géologique typique en carapace A, carapace B, et zone d'argilisation. La partie basique de la carapace se compose de la substance d'argile de couleur rouge-brune. Il n'y a pas l'action forte de la métamorphose en ciment. La carapace constitue vastement les plateaux dans la présente région. D'après la prospection de puits, son épaisseur est environ 3m.

La zone marbrée correspond à la zone transitionnelle de la carapace et de la saprolite. Les taches de couleur brune, et de diamètre d'environ 1cm, qui se composent du fer et de l'alumina-hydroxyde s'éparpillent dans l'argile de couleur jaune, blanche, brune. D'après la prospection de puits, son épaisseur est environ 1m.

La saprolite est la roche désagrégée de la qualité homogénéisée et molle en forme de masse, de couleur jaune, brune, grise-blanche. Elle est riche en kaolinite et montmorillonite. Dans certains cas, elle laisse la composition et la structure de la roche originelle. L'épaisseur est environ 10~30m d'après la prospection de puits, et, d'après la prospection de sondages, nous avons reconnu l'épaisseur maximale de 60m.



LEGEND

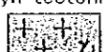
- | | |
|---|---|
| <p>Alluvial</p> <p> Clay, silt and sand</p> <p>Intrusive rocks</p> <p> Dolerite, Gabbro</p> <p> Biotite hornblende diorite</p> <p>Sotuba Group</p> <p> Fine grained sandstone</p> | <p>Post-tectonic Granite</p> <p> Alkali granite, Syenite, Quartz diorite</p> <p>Syn-tectonic Granite</p> <p> Hornblende biotite granite-granodiorite</p> <p>Birimien Group</p> <p> Pelitic schist, psamitic schist</p> |
|---|---|

Fig. I-3-2 La carte géologique et de la coupe géologique de la zone des recherches

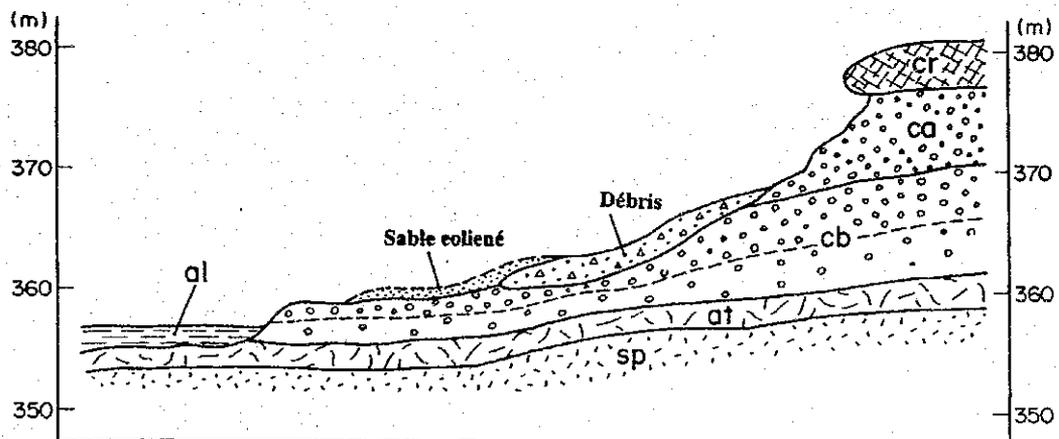
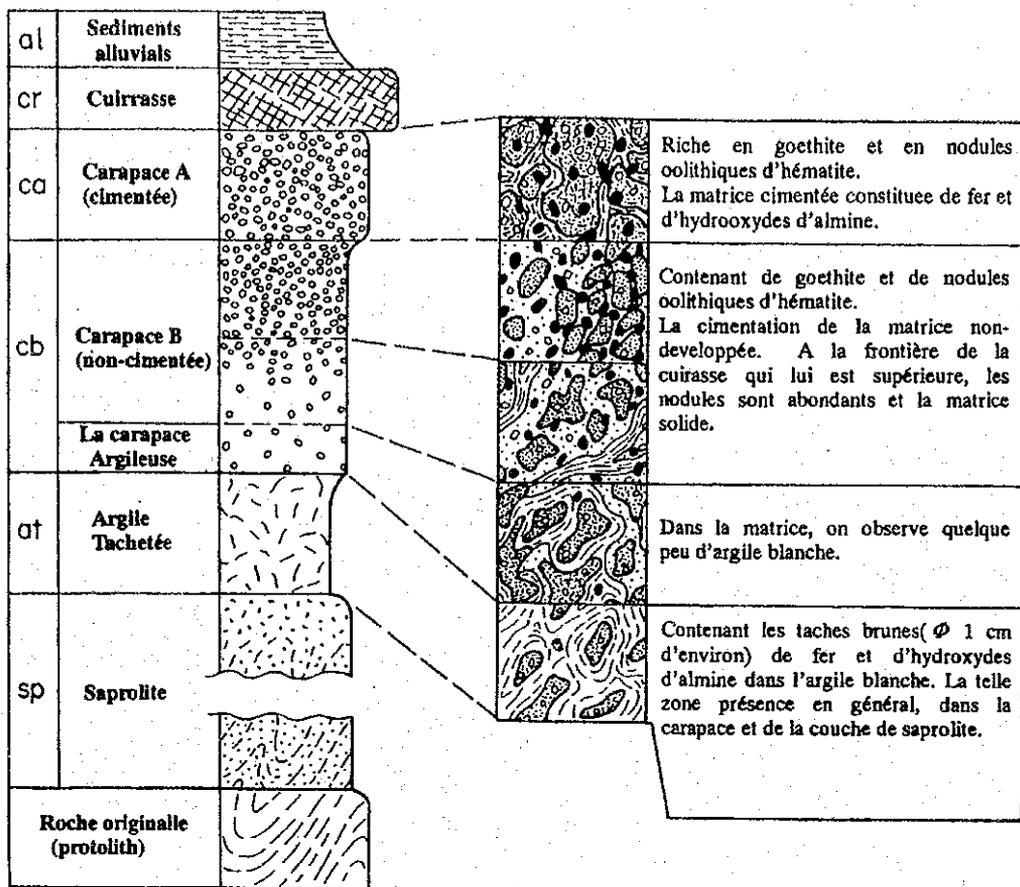


Fig. I-3-3 La situation de latérite

3-4 La zone prometteuse de la minéralisation

Beaucoup de parties de la région de Baoulé-Banifing se superposent à la zone de Kékoro—Baoulé-Banifing qui a été l'objet des recherches basiques de la coopération pour le développement des ressources, effectuée entre 1998 et 2000. La plupart des zones prometteuses existantes sont celles qui ont été reconnues par la prospection géochimique pour la vaste zone, effectuée en 1998. C'est dire qu'elles sont les zones de Diamou, Kouloukoro, Siriba-Sobala, Torokoro, Kalako, Sirikoro, et Banifing Baolé, etc. (Voir le rapport de la première année.)

Au voisinage de la zone des recherches, il existe beaucoup de gisements d'or (Fig. I-3-4). Ils sont les gisements d'or dans le schiste vert, et sont considérés de s'être produits dans les linéaments faibles, les faces de la stratification, et la zone de fissure, qui se sont développés dans le complexe Birrimien, et dans son voisinage, à savoir le groupe de la roche magmatique.

Nous présentons ci-dessous le sommaire des gisements représentatifs de l'or au Mali : Sadiola, Loulo, Médinand, Kalana, Syama, et Morila. Ces gisements se sont produits dans le complexe Birrimien. Dans Tableau I-3-1, nous avons résumé le caractère de chaque gisement.

La mine de Sadiola : La mine de Sadiola se situe à près de 350 km à l'ouest de la capitale, Bamako, au voisinage de la frontière entre le Mali et le Sénégal. En ce qui concerne la quantité des ressources, celle de l'or est considérée comme près de 159t (la teneur moyenne : 3,06g/t Au) (DNGM, 2001 : document intérieur). Depuis décembre 1996, l'exploitation à ciel ouvert a commencé. La quantité de la production d'or en 2001 est 20,8t. Cette mine attire le regard en tant que la plus grande mine d'or dans le Mali, et comme une des mines les moins coûteuse dans le monde. L'exploitation est faite par SEMOS S.A. (dont le pourcentage d'apport est comme suit : Anglo-American S.A., 38%, Iamgold S.A., 38%, le gouvernement du Mali, 18%, IFC (International Finance Corporation), 6%). L'objet d'extraction est la sapolite qui contient l'or. La quantité minérale de la sapolite (zone oxydée) autour de la surface de la terre est 24,1Mt. Celle de la de sapolite (zone réduite) dans la partie inférieure est 18,9Mt. D'après le résultat de sondage, la zone de minéralisation d'or dans la partie profonde du sous-sol se répartit le long de la zone de fracture, qui s'appelle « la zone de la fracture Sadiola », ayant subi l'altération. Il est reconnu que cette zone se prolonge jusqu'à 400~500m du sous-sol.

La mine de Loulo : Elle se situe à près de 300 km au nord-ouest de Bamako, à près de 80km au sud de la mine de Sadiola. Ce gisement a été découvert en 1983. Aujourd'hui, SOMILO S.A. (dont le pourcentage d'apport est comme suit : Randgold S.A., 51%, La Source S.A., 29%, le gouvernement du Mali, 20%) effectue F/S. Le gisement d'or se produit dans la roche psammitique qui a subi l'action forte de la métamorphose en tourmaline. L'or se produit comme l'or naturel à l'état de dissémination dans la matrice de la roche psammitique. Il s'accompagne de la quantité énorme de minéral sulfuré à l'état de dissémination. D'après l'ancien document avant F/S, « le corps minéralisé Loulo 0 » se prolonge de 800m du

sud au nord, de 10m de large, et sa quantité de ressources de la surface jusqu'à la profondeur de 150m au sous-sol est calculée comme 28,2t d'or (la teneur moyenne, 4,38g/t Au). (Dommanget et al., 1985)

La mine de Médinandi : Elle se situe au voisinage de la frontière entre le Mali et le Sénégal. En 1960, SONAREM a fait l'exploration, et a constaté Au 11,14g/t, et la quantité d'or de 4t. La roche-mère du gisement est la méta-grauwacke, et l'andésite, etc. du complexe Birrimien. La minéralisation est reconnue dans la zone de fracture du complexe Birrimien. Elle est à l'état de filon irrégulier, ou bien à l'état de dissémination. La zone de minéralisation est de 0,4-2,0m de large, et de 4-6km de long. L'or se produit, en s'accompagnant du filon de quartz et du minéral sulfuré. En tant que minéral sulfuré, la pyrite est la plus nombreuse, en s'accompagnant d'un peu de pyrrhotite, de chalcopyrite, de galène, et de sphalérite.

La mine de Kalana : Elle se situe au voisinage de la frontière entre le Mali et la Guinée, à près de 42km au sud de Yanfolila. Cette mine a été découverte en 1966 par SONAREM avec l'aide technique d'ancien URSS. Entre 1985 et 1991, elle a produit 2-3t d'or. Après l'effondrement d'ancien URSS, elle a suspendu l'exploitation. Depuis 1995, Ashanti Goldfield S.A. a obtenu la concession, et effectue maintenant F/S. L'or se produit dans le filon de quartz dont la roche-mère est la roche métasédimentaire et la diorite du complexe Birrimien. Dans le filon de quartz, la quantité énorme de l'arsénopyrite et de la pyrite est reconnue. La température de l'obturation de l'inclusion fluide est 340-420°C. En ce qui concerne la quantité des ressources, celle d'or est considérée comme près de 44t (la teneur moyenne, 15g/t Au) (DNGM, 2001 : document intérieur).

La mine de Syama : Elle se situe à près de 300km au sud de Bamako. Dans les années 1960, le levé aérien et la prospection de sondage ont été effectués par SONAREM. Pendant les années 1980-1986, la prospection géochimique du sol et la prospection de puits et de fossé ont été effectuées par DNGM et UNDP. En 1987, BHP a conclu un contrat de l'entreprise participation avec le gouvernement du Mali, et a commencé activement l'exploration dans cette zone si bien qu'il a découvert le gisement d'or à grande échelle, avec la quantité de minerais de 22,5Mt, la quantité d'or de 88,5t, et la teneur moyenne de 3,9g/t Au. Ensuite, comme il y avait la découverte des gisements de satellite tels que Syama Extension, Banaso, etc., la quantité de minerais a davantage augmenté. Depuis 1990, l'extraction à ciel ouvert a commencé, et 24t d'or s'est produite jusqu'à 1997. Depuis 1996, SOMISY S.A. (dont le pourcentage d'apport est comme suit : Randgold S.A., 65%, DNGM, 20%, IFC, 15%) a exploité cette mine. La roche-mère du gisement se compose de l'andésite, le basalte, et le chert du complexe Birrimien, et la zone de minéralisation d'or se développe dans la zone de fracture, en la direction du sud au nord, avec la pente ouest de 70°, et de 20-40m de large. Dans cette zone de fracture, on reconnaît vastement la carbonisation, l'albitisation, la séricitisation, et la

dissémination de pyrite, parmi lesquels l'or se produit à l'état de dissémination, comme l'or naturel.

La mine de Morila : Elle se situe à près de 30km, au sud-est de la zone Kékoro. Dans les années 1950, la France, dans les années 1970, la France et SONAREM, entre 1984 et 1987, le Mali et la Belgique ont respectivement effectué la prospection géochimique du sol, et les recherches des zones prometteuses, et ont découvert quelques points de l'anomalie géochimique et la zone de fracture. En 1992, BHP a obtenu la concession de Morila, et a effectué la prospection de sondage, et de puits, les recherches de VLF, et d'IP. Par conséquent, quelques zones de dissémination de sulfure et de l'anomalie d'IP ont été extraites. Depuis 1996, Randgold S.A. a succédé cette concession, et a découvert le gisement à grande échelle en 1997. En ce qui concerne la quantité des ressources, la quantité d'or est considérée comme 150t (la teneur moyenne, 4.6g/t Au) (DNGM, 2001 : document intérieur). L'or se produit comme l'or naturel à grain fin, à l'état de dissémination, dans la roche psammitique de qualité wacke dans le complexe Birrimien, ou bien dans la zone de dissémination de pyrite-arsénopyrite dans le biotite-schiste. On reconnaît un peu de filon fin de quartz qui est parallèle à la schistosité de la roche-mère.

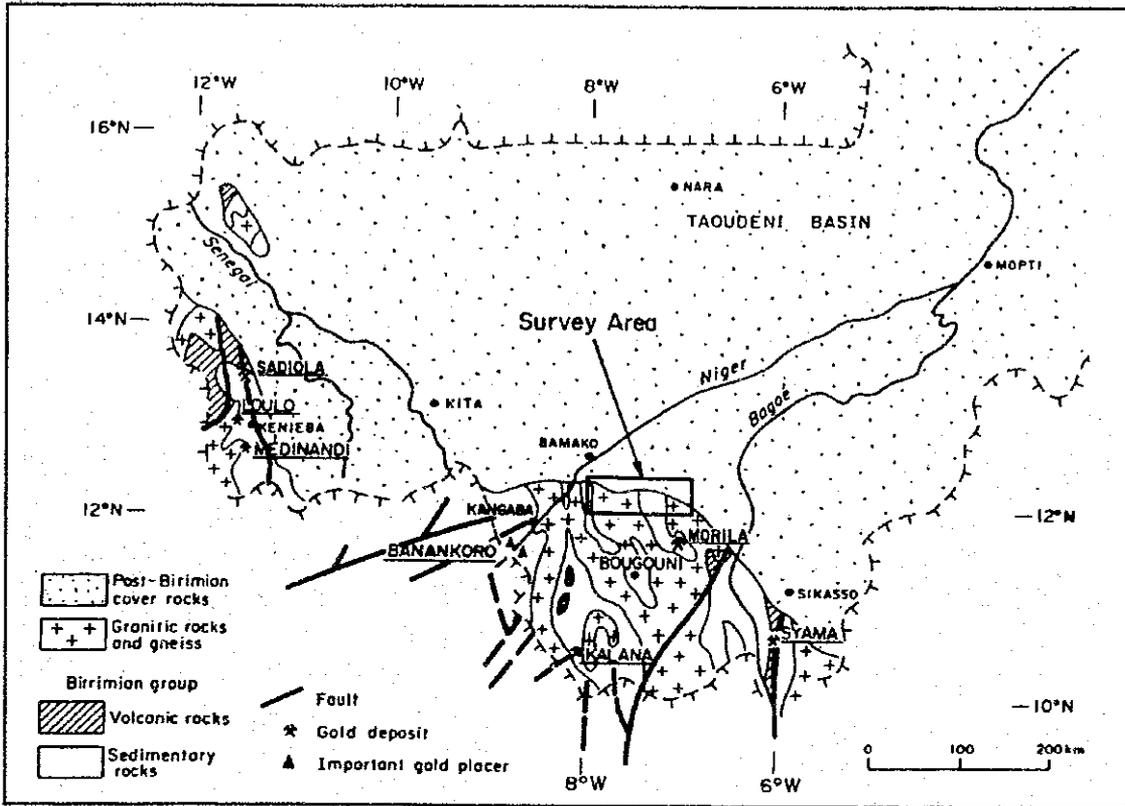


Fig. I-3-4 Les gisements dans la partie sud du Mali

Tableau I-3-1 Les gisements d'or dans la partie sud du Mali

	Sadiola	Loulo	Medinandi	Kalana	Syama	Morila
Gold resources(g/t)	131.6t (3.06g/t)	28.2t(4.38g/t)	4t (11.14g/t)	30.2t 28g/t)	88.5t (3.9g/t)	169t (4.1g/t)
Geological structure	Left-Lat. fault	Left-Lat. fault	Shear Zone	Joint	Left-Lat. fault	Fault?, Strata-bound?
Ore system orientaion	NS	NNE	NS	N-S, NNW-SSE, NW-SE	NNE-SSW	-
Host rock	Birimien Basic volcanics	Birimien Sandstone	Birimien Meta-graywacke	Birimien Peltic schist	Birimien Meta volcanics	Birimien Meta sedimentary rock
Quartz vein *1	○	○	○	○	△	×
Occurrence	Saplorite	Dissemination	Dissemination	Quartz vein	Dissemination	Dissemination
Intrusive rock	Lamprophyre/Granites	-	-	Diorite	Lamprophyre	Tonalite?
Sulfides	Arsenopyrite, Pyrite, Phyrrhotite	Pyrite	Pyrite, Phyrrhotite, Galena, Sphalerite	Arsenopyrite>Pyrite, Calcopryrite, Phyrrhotite	Arsenopyrite>Pyrite	Arsenopyrite, Phyrrhotite
Alteration	Carbonate	Tourmaline, Carbonite, Sericite	-	Chlorite, Epidote	Propyrite	Biotite
Homogeneous temp.				340-420°		>400° ?

*1 ○: abundant, △: common, ×: Scarce

Section 4 L'exploration dans le passé au sein de la zone des recherches

4-1 L'historique de l'exploration

Nous présentons ci-dessous le sommaire de l'histoire de l'exploration depuis 1970 autour de la région de Baoulé-Banifing. Nous présentons la carte de la présentation de l'exploration dans le passé dans Fig. I-4-1.

1970~1972 : SONAREM (Société Nationale de Recherches et d'Exploitation Minière) a effectué les recherches par sondages pour le spodumène au sein de la pegmatite dans la région de Bougouni.

1972~1974 : BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières) a effectué la prospection géologique (partiellement la prospection géochimique), principalement pour Cu, Ni, Pb, Zn, Sn, Li, Nb, Ta, dans la région de Bougouni-Sikaso (l'étendue des recherches, 30.000km²).

1980~1990 : UNDP (United Nations Development Program) a effectué la prospection géochimique pour la vaste zone, afin d'explorer l'or dans la partie sud du Mali (l'étendue des recherches, 25.000km²).

1991~1994 : JICA (Japan International Cooperation Agency) et MMAJ (Metal Mining Agency of Japan) ont effectué la prospection géochimique afin d'explorer l'or dans la région de Bougouni (l'étendue des recherches, 14.000km²).

1998~2000 : JICA et MMAJ ont effectué la prospection géochimique et la prospection par sondages afin d'explorer l'or dans la région de Kékoro—Baoulé-Banifing (l'étendue des recherches, 7.000km²).

4-2 Le résultat sommaire des recherches entre 1998 et 2000

Dans Fig. I-4-1, nous présentons la carte du sommaire des recherches entre 1998 et 2000 dans la région de Kékoro—Baoulé-Banifing. Dans Tableau I-4-1, nous présentons le sommaire du résultat de cette recherche.

Tableau I-4-1 le sommaire du résultat des recherches entre 1998 et 2000

	1998	1999	2000
Methods	-Landsat images analysis -Geological survey -Geochemical survey	-Preparing the topographical map -Geological survey -Geochemical survey -Pits survey -RC drilling survey	-IP survey -RC drilling survey -Diamond drilling survey
Results	-Three NW trending geochemical anomalies were delineated near Kekoro. -Kekoro, Sagara & Diamou areas were selected as the promising areas.	-Kekoro F, North Kekoro A & South Sagal areas were selected as promising areas	-Mineralization zones (Au>1g) were discovered in Kekoro A & Sagala areas. -Gold mineralization was confirmed as "gold bearing quartz veinlets type"host in metasedimentary rocks & granodiorite accompanied by py.& asp.

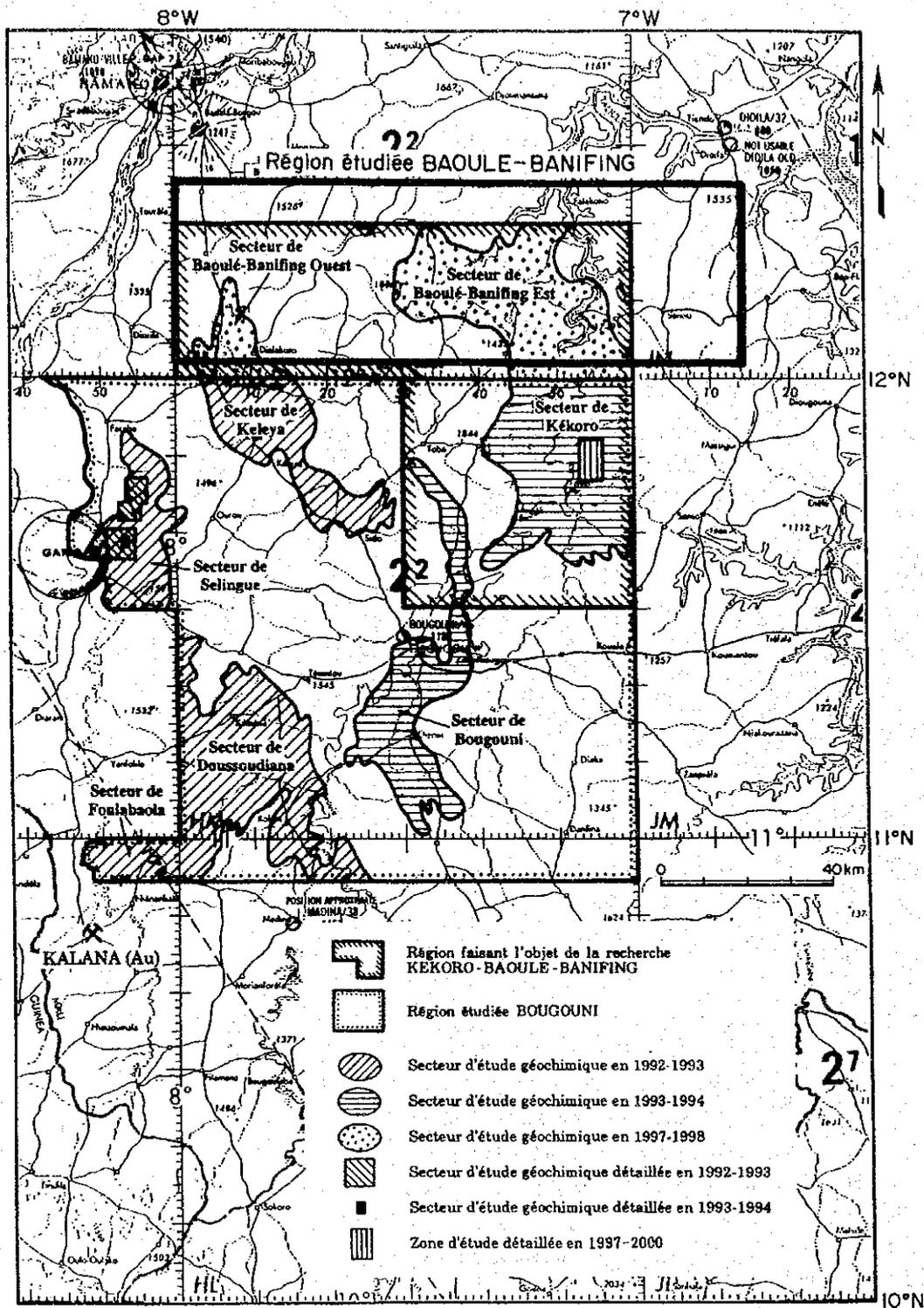


Fig. I-4-1 La carte de la présentation de l'historique de l'exploration