

1873

THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS

THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS

THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS

THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS

UNIVERSITY OF CHICAGO

JICA LIBRARY



J 1152748 (8)

THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS

THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS

UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS

**RECHERCHE MINIERE DANS LA ZONE DE
KEKORO-BAOULE-BANIFING,
REPUBLIQUE DU MALI
DUXIEME ANNEE**

MARS 1999

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



1152748(8)

Avant-propos

Suite à la demande de la République du Mali, le Gouvernement du Japon a confié à l'Agence Japonaise de Coopération Internationale (J.I.C.A.) l'exécution d'études géologique, géochimique et autres, concernant la Recherche minière dans la région de Kékoro et du Baoulé-Banifing située au sud du pays.

La JICA a à son tour confié ces études appartenant aux domaines spécialisés de la géologie et de l'exploration minière à l'Agence Japonaise Minière des Métaux(M.M.A.J.). Pour la deuxième année des travaux réalisés au cours de l'année fiscale 1998 du Japon qui a suivi la première année d'étude qui était l'année fiscale 1997, la MMAJ a envoyé une mission de terrain constituée de 5 experts japonais au Mali du 17 janvier 1999 au 14 mars 1999.

La mission a achevé tous les travaux prévus au Mali dans les délais, grâce à la coopération des Autorités maliennes et de la Direction Nationale de la Géologie et des Mines (DNGM).

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

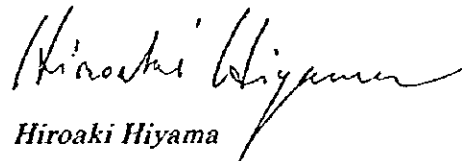
Nous tenons à témoigner notre reconnaissance à toutes les Autorités maliennes qui nous ont apporté leur concours lors de l'exécution des travaux, ainsi qu' au Ministère des Affaires Etrangères du Japon, au Ministère du Commerce et de l'Industrie, à l'Ambassade du Japon au Sénégal et à toutes les personnes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

Mars 1999



Kimio Fujita

*Président de l'Agence Japonaise
de Coopération Internationale*



Hiroaki Hiyama

*Président de l'Agence Japonaise
de Minière des Métaux*

Résumé

La deuxième année de Recherche dans la région de Kékoro et du Baoulé-Banifing dans le cadre de l'étude de base pour le développement des ressources minières par la coopération japonaise a été réalisée au cours de l'année fiscale 1998 dans les trois secteurs à savoir : Kékoro Ouest, Kékoro Est ainsi que Sagala. La méthodologie d'étude a consisté en une cartographie topographique et géologique, une étude géochimique de sol et par puits et une étude par forage à circulation inverse(RC).

Les études ont permis de localiser quatre(4) zones nettes d'anomalies géochimiques de l'or les plus prometteuses soient : Kékoro F, Kékoro A Nord, Sagala Sud et Sagala Nord.

La zone d'anomalie de Kékoro F est située au pourtour du sommet du Mont Kébékourou. L'étendue de l'anomalie supérieure à 100 ppb Au a une envergure de 600 m en NS sur 600 m en EW. Quant aux résultats d'étude par les 32 puits réalisés à 5 m de profondeur, la teneur en or dans la saprolite est de 0,1~0,5 g/t Au, tandis que les teneurs de 1,3~7,2 g/t Au ont été détectées dans la partie de concentration. A l'heure présente, on ne connaît pas les conditions de la minéralisation au delà de 5 m de profondeur. Dans la troisième année d'étude, il serait souhaitable de réaliser une prospection géophysique par profilage magnétique et des forages verticaux. Particulièrement, il serait indispensable d'élucider avec précision la profondeur limite des formations birrimiennes et des filons -couches de dolérite, dans le but d'estimer le potentiel minéral.

La zone d'anomalie de Kékoro A Nord est située au pied sud du Mont Kébékourou. L'étendue de l'anomalie supérieure à 100 ppb Au a une envergure de 1200 m en NS sur 1000 m en EW. A la surface du terrain, on rencontre le grès métamorphique avec dissémination de minéraux sulfurés, des blocs de dacite fortement silicifiés avec dissémination de minéraux sulfurés, ainsi que des blocs de quartz. La plupart des blocs offrent des teneurs de 0,2~0,4 g/t Au, mais certains blocs montrent des teneurs de 2,5 g/t Au ~19,4 g/t Au. Dans la troisième année d'étude, il serait souhaitable de réaliser la prospection géophysique par Polarisation Induite ainsi que des forages verticaux à circulation inverse. Particulièrement, il serait requis de distinguer la minéralisation de l'or en place(in-situ) de la latérite enrichie en or par migration secondaire(déplacé).

Les zones d'anomalie de Sagala Sud et Nord : elles sont situées à 16 km au Nord-Est

du village de Dogo. Les étendues d'anomalies supérieures à 60 ppb Au ont dans chacune de ces deux zones respectivement une envergure de 1500 m en NS sur 1500 m en EW à Sagala Sud, et 1500 m en NS sur 1000 m en EW à Sagala Nord. La partie centrale de chacune de ces zones montrent des teneurs de plusieurs centaines de ppb Au. Des teneurs supérieures à 1000 ppb ont été rencontrées dans 18 points au total dans ces deux zones. Il serait probable que la minéralisation aurifère se soit constituée dans la couche de grès métamorphique de façon disséminée avec des minéraux sulfurés. La surface de terrain étant grandement recouverte par la cuirasse latéritique et le sol désagrégé, il serait convenable de réaliser la prospection géophysique par la Polarisation Induite et des forages verticaux à circulation inverse afin de vérifier les séries de fractures ainsi que les zones de minéralisation aurifère. Particulièrement, il sera requis de vérifier si la minéralisation de l'or atteint les amas granodioritiques ou non, pour constituer une donnée de base pour l'estimation du potentiel minéral dans ce secteur.

Sommaire
Avant-propos
Résumé

PREMIERE PARTIE : CADRE GENERAL

Chapitre 1. Aperçu de l'étude	1
1-1 Objectifs de l'étude	1
1-2 Région faisant l'objet d'étude.....	1
1-3 Contenu de l'étude	1
1-4 Durée de l'étude dans le pays	1
1-5 Composition de la mission d'étude.....	2
Chapitre 2. Géographie de la région étudiée	7
2-1 Localisation et accès routiers	7
2-2 Climat et végétation	7
2-3 Relief	8
2-4 La latérite.....	10
Chapitre 3. Aperçu de la géologie et des gisements aurifères de la République du Mali	15
3-1 Contexte géologique.....	15
3-2 Aperçu des gisements aurifères	18
Chapitre 4. Historique de la recherche minière dans la région des travaux.....	27
4-1 Historique de la recherche minière	27
4-2 Principaux résultats de la première année de recherche	31
Chapitre 5. Description sommaire des résultats de la deuxième année de recherche	35
5-1 Secteur de Kékoro Ouest.....	35
5-2 Secteur de Kékoro Est.....	39
5-3 Secteur de Sagala.....	41
5-4 Propositions pour la troisième année de recherche.....	44
DEUXIEME PARTIE : ETUDES REALISEES	
Chapitre 1. Secteur de Kékoro Ouest	47

1-1 Géologie	47
1-2 Zones reconnues minéralisées	54
1-3 Résultats d'étude par puits	58
1-4 Résultats d'étude par forages à circulation inverse	65
1-5 Résultats d'étude géochimique	74
Chapitre 2. Secteur de Kékoro Est	101
2-1 Géologie	101
2-2 Résultats d'étude par puits	107
2-3 Résultats d'étude géochimique	111
Chapitre 3. Secteur de Sagala	121
3-1 Géologie	121
3-2 Résultats d'étude par puits	127
3-3 Résultats d'étude géochimique	131
TROISIEME PARTIE : CONCLUSION ET PROPOSITIONS-	
Chapitre 1. Conclusions	145
Chapitre 2. Propositions pour la troisième année de recherche	148
Bibliographie.....	156
Appendices	

FIGURE

Fig.I-1-1 Localisation des régions faisant l'objet de la recherche	3
Fig.I-2-1 Climat et végétation	9
Fig.I-2-2 Profil schématique de latérite dans le secteur de Sagala	12
Fig.I-2-3 Exemples de profil d'altération schématique, profil de latérite, géochimie à la savane de l'Afrique occidental	13
Fig.I-3-1 Esquisse géologique du sud-ouest du Mali	17
Fig.I-3-2 Coupe schématique de géologie en Région de Kékoro-Baoulé- Banifing	18
Fig.I-3-3 Distribution des zones minéralisées dans la région de la présente recherche et à son voisinage	23
Fig.I-4-1 Recherches antérieures dans la région et les zones minéralisées .	25
Fig.I-4-2 Distribution des anomalies géochimiques dans les régions de Kékoro et Baoulé-Banifing	29
Fig.II-1-1 Plan géologique du Secteur de Kékoro Ouest	51
Fig.II-1-2 Profile géologique du Secteur de Kékoro Ouest	53
Fig.II-1-3 Localisation des sites de puits de Kékoro Ouest	61
Fig.II-1-4 Localisation des sites de puits de Kékoro F'	63
Fig.II-1-5 Géochimie d'élément trace par rapport à la profondeur au KPIT-31 dans le secteur Kékoro Ouest	64
Fig.II-1-6 Localisation des sites de sondages de Kékoro Ouest	67
Fig.II-1-7 Coupe en travers de la ligne 250 dans le secteur Kékoro Ouest --	69
Fig.II-1-8 Coupe en travers de la ligne 500 dans le secteur Kékoro Ouest --	71
Fig.II-1-9 Géochimie d'élément trace par rapport à la profondeur au KRC-4 dans le secteur Kékoro Ouest	73
Fig.II-1-10 Points de prélèvement d'échantillon de sols, Kékoro Ouest	81
Fig.II-1-11 La distribution et l'analyse des fréquences cumulées, Kékoro Ouest	83
Fig.II-1-12 Distribution des anomalies géochimiques, Kékoro Ouest	89
Fig.II-1-13 Carte d'interprétation de Kékoro Ouest	97

Fig.II-2-1	Plan et profile géologiques du Secteur de Kékoro Est	103
Fig.II-2-2	Points de prélèvement d'échantillons de roches, Kékoro Est	105
Fig.II-2-3	Localisation des sites de puits de Kékoro Est	109
Fig.II-2-4	Géochimie d'élément trace par rapport à la profondeur au KPIT-51 dans le secteur Kékoro Est.....	110
Fig.II-2-5	Points de prélèvement d'échantillon de sols, Kékoro Est	113
Fig.II-2-6	La distribution et l'analyse des fréquences cumulées, Kékoro Est	114
Fig.II-2-7	Distribution des anomalies géochimiques, Kékoro Est	119
Fig.II-3-1	Plan et profile géologiques du Secteur de Sagala	125
Fig.II-3-2	Localisation des sites de puits de Sagala	129
Fig.II-3-3	Géochimie d'élément trace par rapport à la profondeur au SPIT-8 dans le secteur Sagala	130
Fig.II-3-4	Points de prélèvement d'échantillon de sols, Sagala	133
Fig.II-3-5	La distribution et l'analyse des fréquences cumulées, Sagala	134
Fig.II-3-6	Distribution des anomalies géochimiques, Sagala	139
Fig.II-3-7	Carte d'interprétation de Sagala	143
Fig.III-2-1	Proposition pour l'étude à venir dans la Secteur de Kékoro Ouest	153
Fig.III-2-2	Proposition pour l'étude à venir dans la Secteur de Sagala	155

TABLEAU

Tableau I-1-1	Rubriques d'études réalisées	4
Tableau I-1-2	Composition de la mission d'étude	5
Tableau I-2-1	Température, humidité et précipitation à Bamako	9
Tableau I-3-1	Corrélation de stratigraphie	15
Tableau II-1-1	Liste des zones minéralisées du Secteur Kékoro Ouest	56
Tableau II-1-2	Valeurs statistiques pour chaque éléments, Kékoro Ouest	84
Tableau II-1-3	Valeurs de seuil de classement des anomalies, Kékoro Ouest	84
Tableau II-1-4	La matrice de corrélation, Kékoro Ouest	85

Tableau II-1-5	Analyse des composantes principales, Kékoro Ouest	85
Tableau II-1-6	Valeurs statistiques pour chaque éléments de Kékoro Ouest (géochimie détaillée)	86
Tableau II-1-7	Valeurs de seuil de classement des anomalies de Kékoro Ouest (géochimie détaillée)	86
Tableau II-1-8	La matrice de corrélation de Kékoro Ouest (géochimie détaillée)	87
Tableau II-1-9	Analyse des composantes principales de Kékoro Ouest (géochimie détaillée)	87
Tableau II-2-1	Valeurs statistiques pour chaque éléments, Kékoro Est	117
Tableau II-2-2	Valeurs de seuil de classement des anomalies, Kékoro Est	117
Tableau II-2-3	La matrice de corrélation, Kékoro Est	118
Tableau II-2-4	Analyse des composantes principales, Kékoro Est	118
Tableau II-3-1	Valeurs statistiques pour chaque éléments, Sagala	137
Tableau II-3-2	Valeurs de seuil de classement des anomalies, Sagala	137
Tableau II-3-3	La matrice de corrélation, Sagala	138
Tableau II-3-4	Analyse des composantes principales, Sagala	138
Tableau III-2-1	Proposition pour l'étude à venir(3erd phase) dans la régions de Kékoro et Banifing-Baoulé	151

APENDICES

Apc.1	Croquis des puits de KPIT-1 à KPIT-58 et de SPIT-1 à SPIT-11	a- 1
Apc.2	Présentation de calendrier de l'exécution des sondages	a- 53
Apc.3	Caractéristique des machines utilisées	a- 53
Apc.4	Consommation de matières au cour de l'exécution des sondages	a- 53
Apc.5	Colonne des sondages de KRC-1 à KRC-16	a- 57
Apc.6	Résultat d'observation microscopique en lames minces	a-101
Apc.7	Résultat d'observation microscopique en lames polies	a-137
Apc.8	Résultat de diffraction des Rayons X	a-155
Apc.9	Résultat des mesures de la température d'homogénéisation et de	

congélationa-159
Apc.10 Résultat d'analyse chimique des roches mineraisa-165
Apc.11 Résultat d'analyse chimique des solsa-181

CART

- Ct 1 Plan géologique du Secteur de Kékoro Ouest**
- Ct 2 Profile géologique du Secteur de Kékoro Ouest**
- Ct 3 Points de prélèvement d'échantillons de roches du Secteur de Kékoro Ouest**
- Ct 4 Plan et profile géologiques du Secteur de Sagala**
- Ct 5 Points de prélèvement d'échantillons de roches du Secteur de Sagala**

PREMI PARTIE : CADRE ERE GENERAL

Chapitre 1. Aperçu de l'étude

1-1 Objectifs de l'étude

L'objectif principal de cette étude est d'élucider les conditions géologiques dans la région de Kékoro et du baoulé-Banifing afin de permettre la découverte de nouveaux gisements. Un autre objectif est de réaliser un transfert de technologie à destination de la partie malienne.

1-2 Région faisant l'objet d'étude

La région de kékoro et du Baoulé-Banifing est située dans les bassins des fleuves Baoulé et Banifing au sud-est de la Capitale Bamako à environ 100 km de distance. La région faisant l'objet de l'étude est constituée par la "région de Kékoro", zone située au sud de la latitude 12°00' et par la "région du Baoulé-Banifing", zone située au nord de la latitude 12°00'. Au cours de l'étude de cette année (2ème année), les travaux prévus ont été effectués dans trois secteurs soient : Kékoro Ouest, Kékoro Est qui font partie de la région de Kékoro et Sagala qui fait partie de la région du Baoulé-Banifing. Ces trois secteurs font partie des zones minéralisées Au détectées pendant la première année de l'étude. La Figure I-1-1 présente les coordonnées de la région faisant l'objet de l'étude.

1-3 Contenu de l'étude

Dans les secteurs de Kékoro Est et de Sagala, les travaux d'études géologique et géochimique ont été menés ainsi que des études par puits. Dans le secteur de Kékoro Ouest, en plus de ces travaux (géologie, géochimie et puits), des forages à circulation inverse (RC drilling) ont été réalisés.

Le Tableau I-1-1 montre la nature et la quantité des travaux d'étude.

1-4 Durée des travaux dans le pays

Du 17 au 20 janvier 1999 :Tokyo-Paris-Dakar-Bamako(déplacement)

Du 20 janvier 1999 au 10 mars 1999 : travaux de terrain

Du 10 au 14 mars 1999 : Bamako-Dakar-Paris-Tokyo(déplacement)

1-5 Composition de la mission d'étude

Le Tableau I-1-2 montre la composition de la mission d'étude

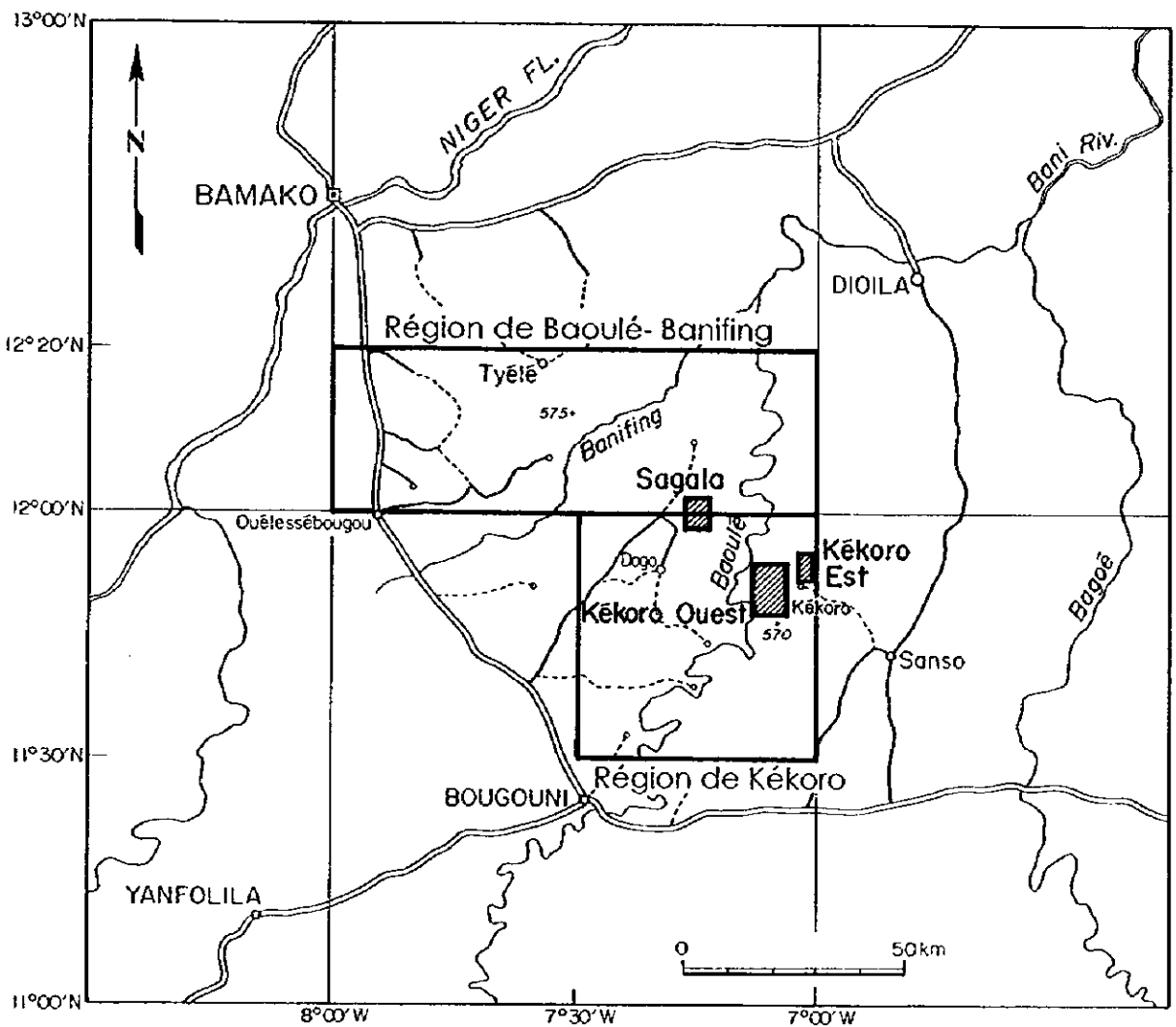
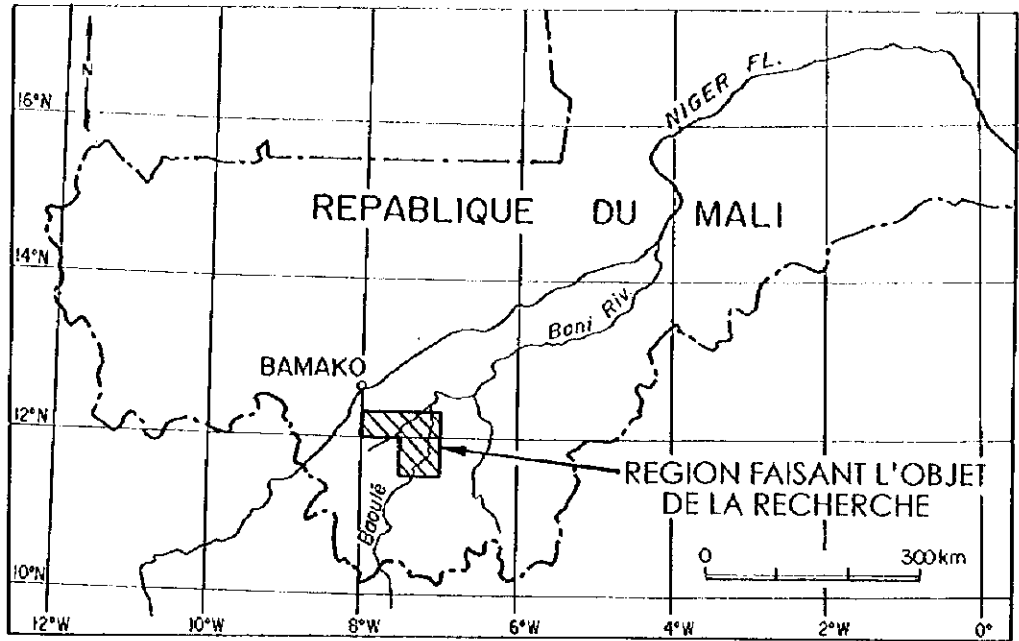


Fig. I - 1-1 Localisation des régions faisant l'objet de la recherche

Tableau I-1-1 Rubriques des études réalisées

Secteur	Rubriques	Quantité
Kékoro Ouest	1. Cartographie topographique	à forfait
	2. Etude géologique	à forfait
	3. Etude géochimique Mise en place des sous-lignes Nombre d'échantillons	182.0 km 2383 échantillons
	4. Leués aux puits Nombre de puits Longueur totale	48 puits 241 m
	5. Forage à circulation inverse Nombre de trou de forage Longueur totale	16 trous 1259m
Kékoro Est	1 Cartographie topographique	à forfait
	2 Etude géologique	à forfait
	3 Etude géochimique Mise en place des sous-lignes Nombre d'échantillons	10.4 km 217 échantillons
	4 Leués aux puits Nombre de puits Longueur totale	9 puits 42 m
Sagala	1 Etude géologique	à forfait
	2 Etude géochimique Mise en place des sous-lignes Nombre d'échantillons	59.75 km 1216 échantillons
	3 Leués aux puits Nombre de puits Longueur totale	11 puits 56 m
Etude au laboratoire (géologique et géochimique)	1. Lame mince	60 échantillons
	2. Section polie	19 échantillons
	3. Inclusion fluid	8 échantillons
	4. Analyse par rayon X	26 échantillons
	5. Datation (K-Ar)	15 échantillons
	6. Datation (Ar-Ar)	1 échantillons
	7. Analyse chimique des roches	135 échantillons
	8. Analyse chimique des sols (géochimique)	3816 échantillons
	9. Analyse chimique des sols (puits)	339 échantillons
Etude au laboratoire (Forage à circulation inverse)	1. Lame mince	16 échantillons
	2. Section polie	20 échantillons
	3. Analyse par rayon X	32 échantillons
	4. Analyse chimique des roches	1259 échantillons

Tableau I-1-2 Composition de la mission d'étude

Contrepartie Japonaise		Contrepartie Malienne	
La mission pour négociation			
	Naguno, Makoto (MMAJ)		Ibrahim Abba Kantao (DNGM)
	Nishikawa, Nobuyasu (MMAJ)		Ibrahima Sissoko (DNGM)
	Fujii, Noboru (MMAJ)		Fatiaga Kone (PDRM)
			Hachimi B. Sidibe (DNGM)
L'équipe pour l'étude			
Chef	:Shibuya, Akitsura (SCC)	Chef	:Emmanuel Thera (DNGM)
Géologue	:Nagao, Takaaki (SCC)	Géologue	:Lassana Guindo (DNGM)
Géologue	:Ishii, Masahiro (SCC)	Géologue	:Mohamed Coulibali (DNGM)
Géologue	:Koji, Ueda (SCC)	Géologue	:Karanonko Berthe (DNGM)
Géologue	:Ohno, Michiharu (SCC)	Géologue	:Alphonse Kone (DNGM)

MMAJ: Metal Mining Agency of Japan

DNGM: Direction Nationale de la Géologie et des Mines

PDRM: Programme pour le Développement des Ressources Minérales

SCC: Sumiko Consultants Co., Ltd.

Chapitre 2. Géographie de la région étudiée

2-1 Localisation et accès routiers

La région de Kékoro et du Baoulé-Banifing dont la superficie est de 7000 km² environ est située au sud-est de la capitale à une distance de 50 à 100 km dans les bassins des fleuves Baoulé et Banifing. La route nationale No. 7 passe en direction nord-sud dans la partie ouest de la région en reliant Bamako et la ville de Bougouni.

Le secteur de Kékoro Ouest est situé dans le bassin de la rive droite du fleuve Baoulé à 6 km à l'ouest du village de Kékoro qui se trouve à l'extrémité Est de la région Kékoro-Baoulé-Banifing. L'accès routier au secteur de Kékoro Ouest venant de Bamako passe successivement par le village de Sido, la ville Bougouni, les villages de Koualé et Sanso, tout en descendant la route nationale No.7 vers le sud pour atteindre le village de Kékoro. La distance de 310 km environ entre Bamako et Kékoro demande 5 heures de temps de trajet en véhicule 4x4.

Le secteur de Kékoro Est est situé au nord-est du secteur de Kékoro Ouest à 5 km environ. Lors de l'exécution des travaux d'étude dans ces deux secteurs, l'équipe des travaux d'étude a établi un campement de base au village de Sanso.

Le secteur de Sagala est situé dans le bassin de la rive gauche du fleuve Baoulé à 16 km environ au nord-est du village de Dogo qui se trouve dans la partie centrale de la région de Kékoro-Baoulé-Banifing. Quant au secteur de Sagala, l'accès venant de Bamako passe par les villages de Sido et de Dogo en suivant la route nationale No.7 au sud pour gagner le village de Sagala. La distance de Bamako-Sagala étant de 200 km environ nécessite 3 heures de temps de parcours par véhicule 4x4. Pendant l'exécution des travaux, un campement a été établi au village de Dogo. Si la distance en ligne droite entre la limite du secteur de Sagala et celle des secteurs de Kékoro Ouest et de Kékoro Est est seulement de 25 km environ, pratiquement, le déplacement par véhicule exige une déviation passant par la ville de Bougouni dont le parcours est de 240 km soit 3 heures de temps de trajet.

2-2 Climat et végétation

La région climatique du Sud du Mali dans laquelle se trouve la région faisant l'objet de l'étude appartient à la zone de Savane. De Mars à Mai il fait chaud et sec, de Mai à Novembre, chaud et humide et de Novembre à Mars elle bénéficie d'un climat doux et sec.

De janvier à Mars il fait très frais dans la nuit et à l'aube. L'écart de températures entre la nuit et le jour varie de 24°C jusqu'à 40°C. Les précipitations annuelles dans la région d'étude sont en moyenne de 1200mm environ dont la plupart tombe dans les mois d'hivernage qui s'étalent de mai à octobre. A titre de référence le tableau I-2-1 présente les moyennes mensuelles de la température, de l'humidité et des précipitations dans la Capitale de Bamako.

La végétation dans les parties de la zone Nord ou de la zone Sud-soudanienne présente des forêts claires et des hautes herbes telles que les graminacées. Sur la surface des plateaux recouverts par la croûte latéritique la végétation est très rare ou absente. La Figure I-2-1 présente le climat et la végétation au Mali.

2-3 Relief

La région faisant l'objet des travaux est constituée de plateaux en pente douce de 300 - 350 m d'altitude parmi lesquels sont parsemées de nombreuses petites buttes à sommet plat ayant une dénivellée de 20 à 30m. Les fleuves Baoulé et Banifing courant du sud au nord forment de nombreux affluents. La plupart de ces courants d'eau irrigue les campagnes en saison d'hivernage.

Sur le plan orographique, le secteur de Kékoro Ouest présente une particularité. Il est entouré par des monts dont les dénivelées sont de 100 à 200 m (Kébékourou, Kouloublé, Kolobokourou, Séridjékourou) distribués en forme d'arc de cercle et constituent une configuration circulaire dont le diamètre est de 10 km. Dans le secteur de Kékoro Ouest, les vestiges de sites d'extraction d'orpailleurs (chercheur d'or) sont répartis en majorité dans le bassin intérieur de ladite structure, à l'exception des sites d'orpailleurs de la zone minéralisée de Kékoro F creusés aux sommets de ces monts.

Tableau I-2-1 Température, humidité et précipitation à Bamako

	Jan.	Feb.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Jui.	Aout.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Temp. (°C)	24.8	27.7	30.9	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

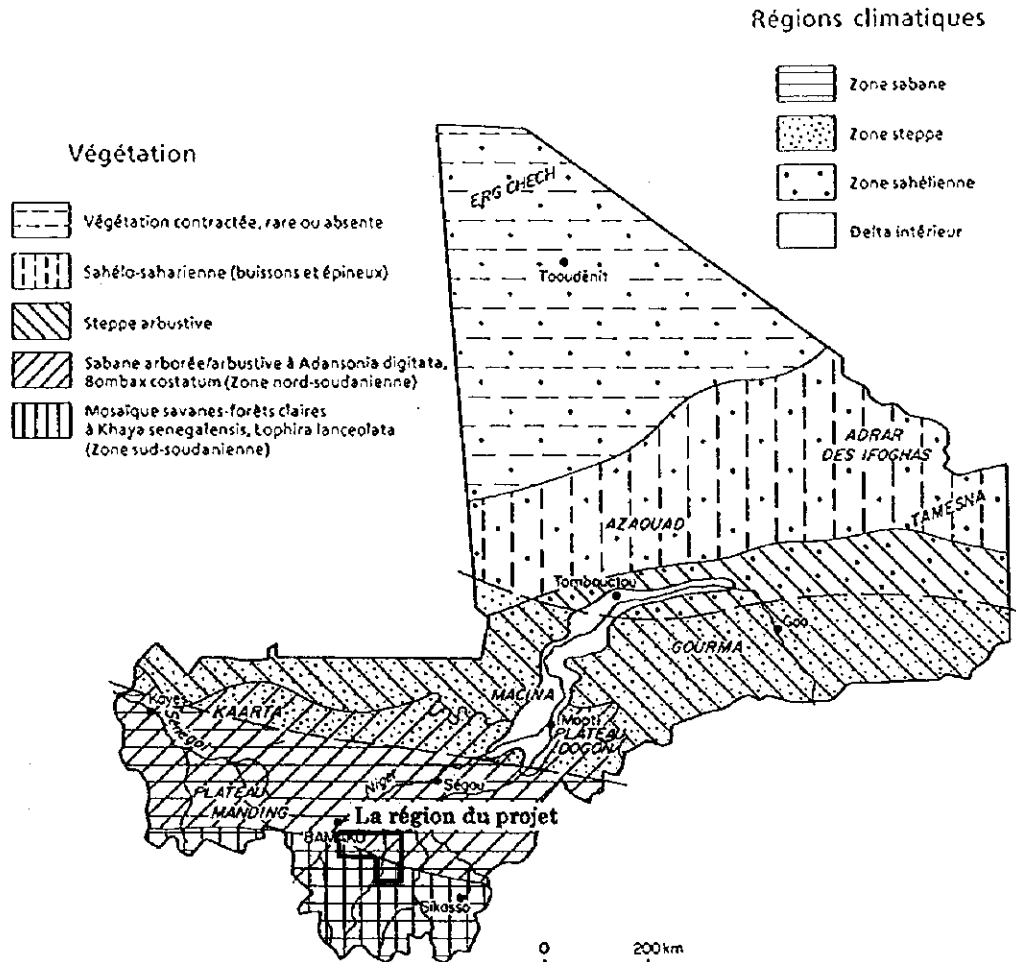


Fig.I-2-1 Climat et végétation

2-4 La latérite

Dans le présent rapport, le terme latéritisation signifiera l'ensemble de phénomènes pédogénétiques (pédologiques), caractéristiques dans les régions tropicales dont le climat est chaud et humide ; tels que l'altération (désagrégation) de roches, l'enrichissement de fer et d'alumine ainsi que lessivage (leaching), migration et concentration des autres éléments chimiques du sol. Egalement, nous appelons l'ensemble de sols résultant de la latéritisation ; la cuirasse, la carapace, l'argile tachetée et la saprolite, " la latérite". Dans le cas général la latérite est stratifiée de la surface supérieure au soubassement inférieur en profondeur par les couches suivantes: la cuirasse, la carapace, l'argile tachetée, la saprolite dont les niveaux varient graduellement.

La cuirasse située aux sommets plats des buttes tabulaires parsemées dans la région d'étude, ayant très souvent une puissance de 1~3 m, contient de nombreuses nodules oolitiques d'hématite et de goethite en couleur noire ou brune rougeâtre. La matrice de la cuirasse est complètement cimentée par le fer et les hydroxydes d'alumine. La couche de cuirasse de couleur brune sombre est aussi dure qu'à peine cassable par le coup de pioche. La partie superficielle de plusieurs dizaines de cm d'épaisseur, appelée " conglomérat à ciment ferrugineux (ferricrete)" est constituée d'un ciment noir très dur ne contenant pas de nodules.

La carapace contenant aussi bien que la cuirasse, des nodules oolitiques de goethite et d'hématite comprend une matrice constituée d'une matière brune rougeâtre. Elle ne présente pas d'effet de cimentation. La partie supérieure de la carapace en bordure de la frontière avec la cuirasse qui lui est au dessus, présente de nombreux nodules et la matrice est assez dure et faiblement cimentée. Quant à la partie inférieure de la couche de carapace à la frontière de la couche d'argile tachetée qui lui est en dessous contient peu de nodules et présente quelque peu d'argile blanche dans la matrice. La carapace est largement exposée dans la région des travaux. A la suite des résultats d'étude par puits, l'épaisseur de la carapace est très souvent de 3 à 5 m dans les secteurs de Kékoro Ouest et de Kékoro Est, tandis qu'elle est plus de 5 m dans le secteur de Sagala.

La zone d'argile tachetée qui est de l'argile blanche parsemée de taches brunes de 1 cm de diamètre constituées par le fer et les hydroxydes d'alumine se rencontre en général dans la zone intermédiaire entre les couches de carapace et de saprolite. L'étude par puits nous montre que son épaisseur varie entre 0.5 m et 3 m dans la plupart des cas

dans les secteurs de Kékoro Ouest et de Kékoro Est. Nous avons également observé des cas où la couche de saprolite se présente directement à l'inférieur de la carapace sans rencontrer la couche d'argile tachetée. Dans le secteur de Sagala, l'existence de la couche d'argile tachetée étant en profondeur, sauf dans quelques cas exceptionnels, l'étude par puits n' a pu préciser son épaisseur.

La saprolite est la roche altérée, massive, homogène et tendre, de couleur brune, brune violacée(brune à bandes violettes) ou blanc grisâtre, contenant abondamment de la kaolinite et de la montmorillonite. Elle présente la texture et la structure de la roche d'origine(protolith), telles que la texture tachetée et la structure schisteuse. Dans les cas d'étude par puits et par forages à circulation inverse dans le secteur de Kékoro Ouest, la profondeur de la saprolite est estimée à 5 m environ, tandis que son épaisseur est de 30 à 40 m. Dans les secteurs de Kékoro Est et de Sagala, faute de l'exécution de forages, la profondeur de fond n'étant pas connue, la profondeur de la partie supérieure est de 5 m environ dans le secteur de Kékoro Est et plus de 5 m dans le secteur de Sagala.

Bowell et autres (1996) ont décrit les procédés de la formation de la zone de concentration secondaire d'or(Au) ou de la zone de départ d'or(Au) dû à la conséquence de la migration d'or(Au) dans les sens horizontal et vertical à partir de la zone minéralisée aurifère primaire par l'effet de dispersion mécanique et de dispersion hydromorphique des eaux souterraines. Egaleme nt, ils ont indiqué des exemples de la présence de gisement aurifère d'une grande échelle sous forme de champignon au bas de la couche saprolitique dans les cas de plusieurs gisement d'or en Afrique de l'Ouest. Si une telle zone de concentration de l'or en grande envergure existe aussi au bas profond de la couche de saprolite dans la région des travaux, ce serait une cible la plus utile et importante de la Recherche à venir .

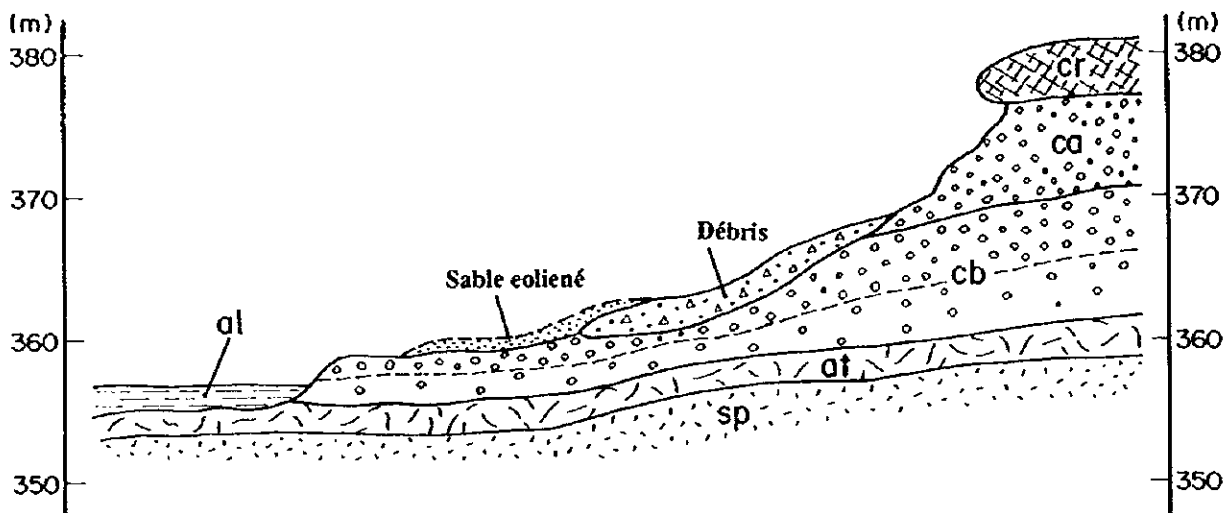
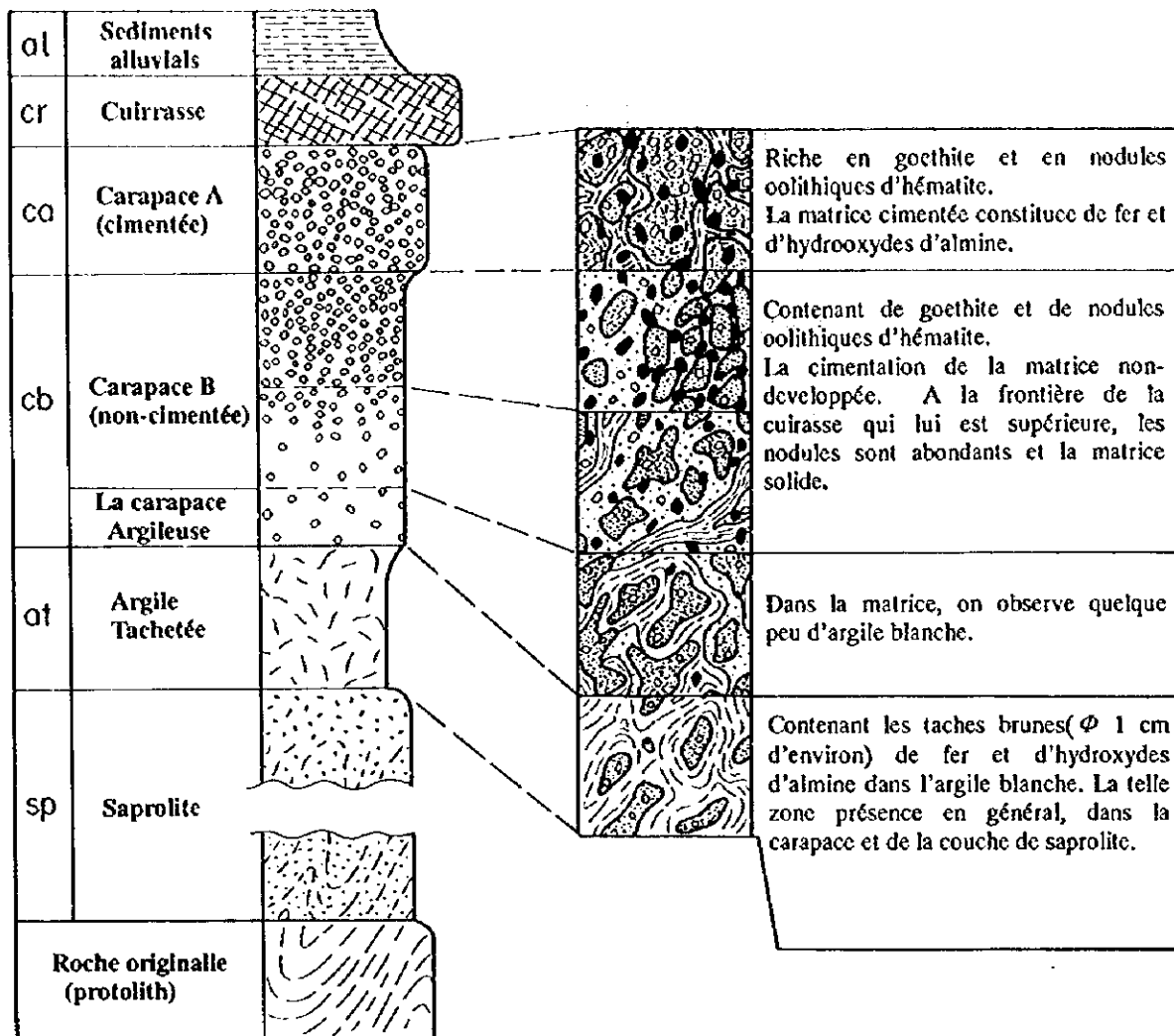
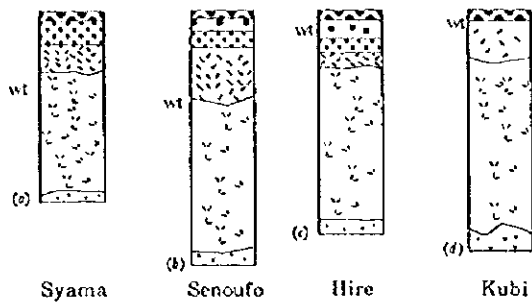
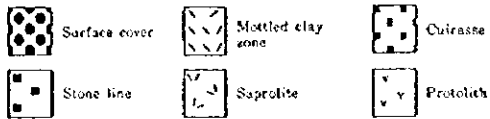


Fig.I-2-2 Profil schématique de latérite dans le secteur de Sagala

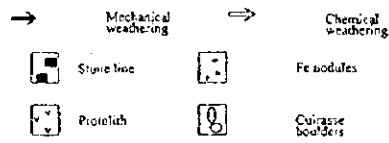
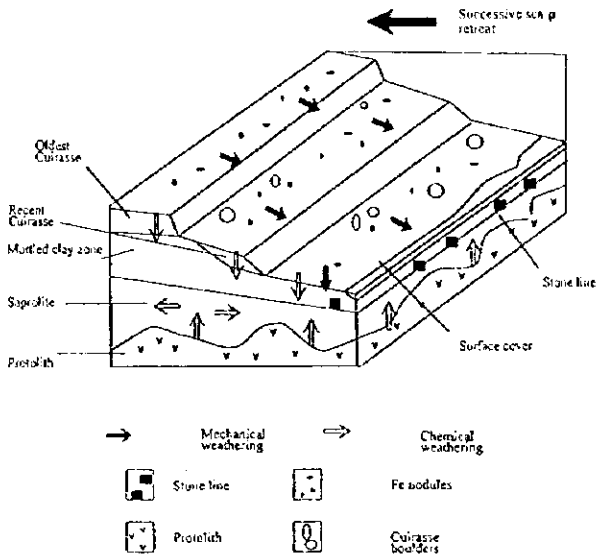
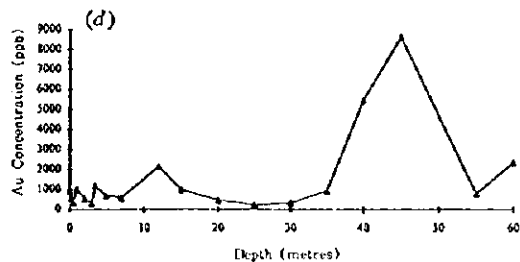
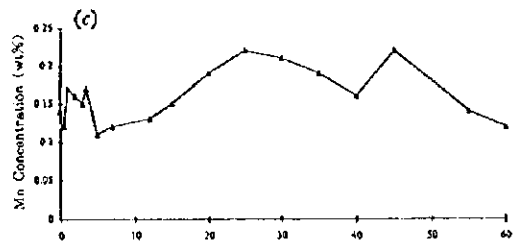
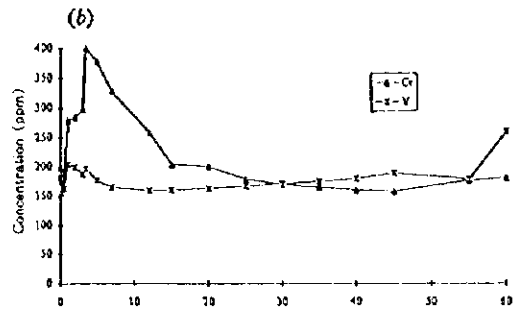
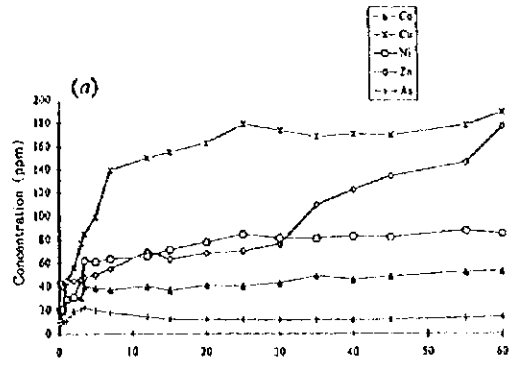


wt Water table



(A) Different horizons of tropical weathering profile.

(a) Syama mine, Mali; (b) Yvette prospect, Senoufo concession, Côte d'Ivoire; (c) Agbaou prospect, Hire concession, Côte d'Ivoire; (d) Kubi prospect, Ghana (from Bowell and others, 1996)



(B) Schematic representation of laterite weathering profile typical of West African savanna (Butt and Zeegers;1992, Bowell and others, 1996)

(C) Trace element geochemistry versus depth at Syama mine.

(a) Co, Cu, Ni and As; (b) Cr and V; (c) Mn; (d) Au. soil log ornament as in (A) (Bowell and others, 1996)

Fig.I-2-3 Exemples de profil d'altération schématique, profil de latérite, géochimie à la savane de l'Afrique occidentale

Chapitre 3. Aperçu de la géologie et des gisements aurifères de la République du Mali

3-1 Contexte géologique

Les principaux mouvements géotectoniques en Afrique de l'ouest sont constitués par 4 temps d'Orogénèse précambrienne. Il s'agit des systèmes Limpopo-Libéria ($2,7 \pm 2$ milliards d'années avant notre ère), Eburnéen ($2,0 \pm 2$ milliards d'années), Kibarian ($1,1 \pm 2$ milliards d'années) et du système panafricain ($0,6 \pm 2$ milliards d'années). Dans les zones du craton ouest africain occupant la partie nord du craton du système Libéria sont réparties les formations birrimiennes datant de l'ère paléo-protérozoïque sujette à la déformation et au métamorphisme par le mouvement géotectonique (l'orogénèse) du système Eburnéen et les roches intrusives granitiques sous forme de batholite. Les formations birrimiennes sont réparties en forme de ceinture ayant plusieurs dizaines de km de largeur et plusieurs centaines de km de longueur et en général, faiblement métamorphisées (lithofaciès ; schiste vert). Milési (1992 a) a classé ces formations birrimiennes en deux parties : la supérieure ; riche en roches volcaniques (basalte métamorphique, andésite, tuf) et l'inférieure ; riche en roches sédimentaires (schiste cristallin, arkose, grauwaacke)

Tableau I-3-1 Corrélation de stratigraphie

	<i>Ghana</i>	<i>Côte d'Ivoire</i>	<i>Liptako, NE Haute Volta, and W Niger</i>
c. 2030 Ma	Tarkwaian	Huni formation (quartzites and phyllites)	Epizonal sediments of the Amarasinde and Bellekoiné formations — the Liptakoian
		Tarkwa formation (phyllites)	
		Windéné granite and Boudoukou type granites	
		Kinkéné series	
c. 2130 Ma		Eburnian II	Granitoids
	Upper Birrimian	Baoulé type granites	Mesozonal metamorphites of the Dibirshi and Tambao formations
		Volcano-clastic formation de Louga = Séries de Inahiri	
		Basic volcanic formation	
		Acid volcanic formation	
c. 2270 Ma		Eburnian I	
	Lower Birrimian	Orthogneissified granitoids	Pre-Birimian crystalline basement
		Flyschoid formation de Kounoukou and Doulayeko paragneiss	
		Upper arenaceous formation (sandy flysch)	
		Upper argillaceous formation (pelitic flysch)	
		Middle arenaceous formation (sandy-pelitic flysch)	
+ 2600 Ma		Nièga-Pauli Plage gneissified granite	
		Monogaga paragneiss	

Les formations birrimiennes de la région de Kékoro et du Baoulé-Banifing forment plusieurs structures synclinales ayant 20~70 km de largeur et plus de 150 km d'extention en direction de NNE-SSW. D'est en ouest, on peut distinguer quatres zones soient : zones de la Bagoé, zone de Bougouni-Kékoro, zone de Yanfolila et zone de Kangaba.

La zone de la Bagoé présente une structure de synclinorium longeant le fleuve Bagoé. La partie centrale est constituée de roches sédimentaires continentales (schiste cristallin, grauwacke). Le pourtour est constitué de roches volcaniques métamorphisées (andésite, basalte, dacite, tuf) et très rarement de conglomérats (pséphite) et de grauwacke.

La zone de Bougouni-Kékoro à laquelle appartient les secteurs de Kékoro Ouest, Kékoro Est et Sagala est consituée de schiste pélitique et de grès métamorphique (psamite), ainsi que dans une partie, de cornéenne riche en biotite. On peut y rencontrer des roches volcaniques métamorphisées également. La zone de Yanfolila est caractérisée par des roches sédimentaires de type flysh (schiste cristallin et grauwacke), mais contient aussi des roches volcaniques et de quartzite. La zone de Kangaba étant située en majeure partie en Guinée, on ne la connait pas bien. On peut penser qu'elle est similaire à la zone de Yanfolila.

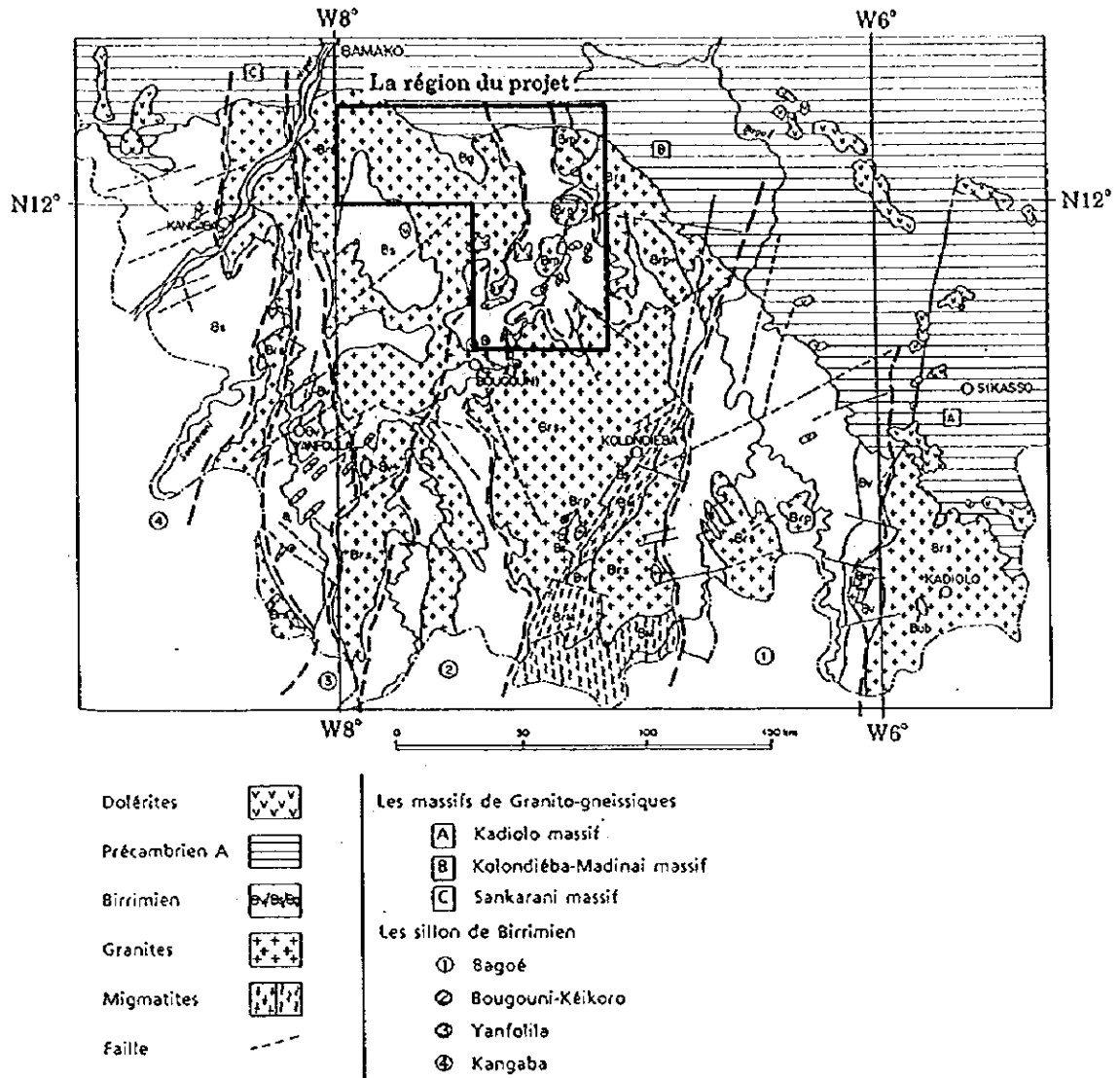
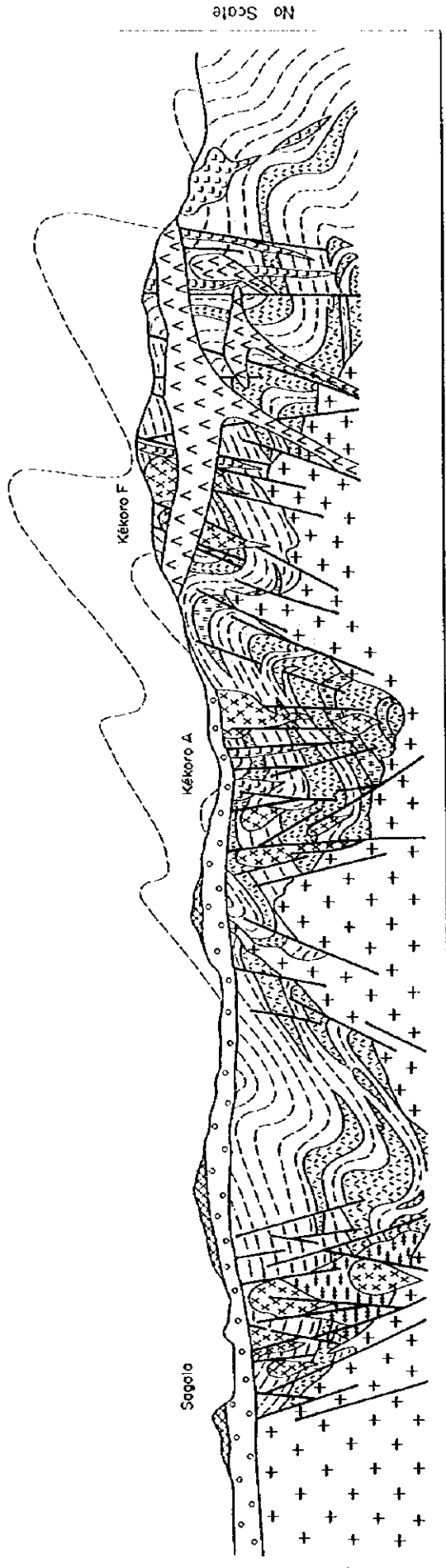


Fig.I-3-1 Esquisse géologique du sud-ouest du Mali



No Scale

LEGENDE

<p>Latérites</p> <p>Intrusives Mésozoïques</p> <p>Granites (Eburnian)</p>	<p>Cuirasse</p> <p>Carapace</p> <p>Dolérite, Gabbro</p> <p>Tonalite, Diorite</p> <p>Granites</p> <p>Gabbro</p> <p>Dacite, Rhyolite</p>	<p>Méta-grauwackes, Quartzites Schistes argileux</p> <p>Tufs felsiques</p> <p>Métabasaltes, Méta-andésites</p>	<p>Groupe Birrimien</p>
---	--	--	-------------------------

Fig. I - 3-2 Coupe schématique de la géologie en Région de Kékoro - Baoulé - Banifing

3-2 Aperçu des gisements aurifères

Dans les pays de l'Afrique de l'ouest tels que le Ghana, le Mali, le Burkina-faso et autres, bien des gisements aurifères dont la plupart se trouve dans les formations birrimiennes, sont connus. Milési et al (1992b) a classifié ces gisements aurifères comme suit : Type tourmaline-grès, Type dissémination des minéraux sulfurés, Type conglomérat aurifère du système Tarkwaian, Type filon de quartz mésothermal. Nous présentons ci-dessous l'aperçu des mines et des gisements productifs qui représentent les principaux gisements aurifères au Mali. soient : Mine de Sadiola, gisement de Loulo et de Kalana, Mine de Syama et gisement de Morila. Tous ces gisements et mines se trouvent dans les formations birrimiennes.

Mine de Sadiola: Située à 350 km environ de la Capitale Bamako près de la frontière Mali-Sénégal. Le potentiel minéral a été estimé : les réserves totales exploitables à 43,0 millions de tonnes, avec une teneur moyenne à 3,06 g/t, soit une production totale d'or de 131,6 tonnes (Iamgold, le 31. dec. 1998). La mine a été mise en service de production en décembre 1996 par exploitation à ciel ouvert. Pendant l'année 1998, le volume de minerais traité a été de 4,96 millions de tonnes, avec une production d'or de 15,7 tonnes, et une teneur moyenne de 3,3 g/t. Les coûts opératoires en liquide sont à 104 \$us / oz., donc la mine de Sadiola est actuellement considérée comme la plus grande mine du Mali et en même temps, une des mines les moins coûteuses du monde entier. La production annuelle de l'or pendant l'année 1999 est estimée et planifiée à 14 tonnes (Iamgold, le 20. jan. 1999). Actuellement, l'exploitation est exécutée par une Sté SEMOS (le capital détenu par la sté Anglo-American (38%), la sté Iamgold (38%), le gouvernement malien (18%), IFC (Société Financière Internationale) (6%).

Le matériel faisant l'objet d'exploitation est la saprolite contenant de l'or. Les réserves totales exploitables de la couche superficielle de saprolite supérieure oxydée sont estimées à 24,1 millions de tonnes, par contre, celles de la couche de saprolite inférieure de la zone de réduction (zone de dissémination des minéraux sulfurés) sont évaluées à 18,9 millions de tonnes. Avec les résultats des forages recoupant les minéralisations aurifères en profondeur, on a trouvé que des séries de zones de minéralisation aurifère sont réparties le long des zones de fracture altérées dite "Zones de fracture de Sadiola" qui continuent jusqu'à la profondeur de 400-500 m.

Gisement de Loulo: Située à 300 km environ de la capitale Bamako, et à 80

km au sud de la mine de Sadiola . Actuellement une étude de faisabilité est en cours par la sté SOMILO(le capital détenu par la Sté Randgold(51%), la Sté La Source (29%) et le gouvernement malien (20%)).

Le gisement d'or est encaissé dans la roche de grès fortement tourmalinisée.L'or se présente sous forme d'or natif disséminé dans la matrice de grès associé à beaucoup de minéraux sulfurés disséminés. A la base des données antérieures à l'étude de faisabilité en cours, on avait estimé la dimension et le potentiel de la manière suivante : Le corps minéralisé de Loulo O à 10 m de largeur continue dans une extension de 800 m en direction N-S ; les reserves exploitables de la surface jusqu' à 150 m de profondeur sont estimées à 28,2 tonnes d'or avec une teneur moyenne de 4,38 g/t d'Au (Dommanget et al., 1985 et 1986).

Gisement de Kalana : Situé à environ 42 km au sud de Yanfolila, près de la frontière guinéenne. Le gisement a été découvert en 1966 par la SONAREM, avec l'assistance technique de l'ancienne Union Soviétique. De 1985 à 1991, 2 à 3 tonnes d'or ont été produites .L'exploitation a été arrêtée après l'éclatement de l'Union Soviétique. En 1995, les droits de mine ont été acquises par la sté du Groupe Ashanti Goldfield qui est en cours de l'exécution d'une étude de faisabilité.

L' or se présente sous forme d'électrum dans les filons et veinules de quartz encaissés dans les roches méta-sédimentaires et dans la diorite de formation birrimienne. Dans les filons de quartz on observe beaucoup d' arsénopyrite et pyrite.La température de remplissage d'inclusion fluide est de 340 à 420°C. Par les documents avant l'étude de faisabilité, les reserves exploitables du " corps du gisement de Kalana 1 " a été estimées à 30,2 tonnes d'or avec une teneur moyenne de 28 g/t d' Au (Bassot et Traoré 1980).

Mine de Syama : Située à 300 km au sud-est de Bamako. Dans les années 1960 la SONAREM y avait exécuté une prospection magnétique aérienne.

L'étude géochimique, les études par puits et par tranchées ont été réalisées par la DNGM associée avec le PNUD dans les années 1980~1986. En 1987, la sté BHP a signé un contrat d'opération conjointe avec le gouvernement malien et a exécuté les études de Recherche pour aboutir à la découverte d'un gisement aurifère d'une grande échelle . On a estimé une teneur moyenne de 3,9 g/t Au et les réserves exploitables à 22,5 millions de tonnes, soit 88,5 tonnes d'or.Dans la suite, les gisements satellites tels que Syama extension,Bananso,etc. ont été découverts et contribuent à l'augmentation des reserves

exploitables estimées. A partir de l'année 1990 l'exploitation à ciel ouvert a commencé . La production totale de l'or jusqu' en 1997 a atteint 24 tonnes. Depuis 1996 l'exploitation est en cours par la Sté SOMISY (le capital est détenu par la sté Randgold(65%), la DNGM(20%) et l' IFC (Société Financière Internationale) (15%)).

Les roches encaissantes du gisement sont l'andésite, le basalte et le chert des formations birrimiennes . La minéralisation aurifère est développée dans la zone de fracture de cisaillement qui a 20~40 m de largeur, avec 70° d'inclinaison ouest et une direction N-S. Dans cette zone de cisaillement les effets de carbonisation , albitisation, séricitisation ainsi que la dissémination de la pyrite ont été largement observés . L'or se présente comme électrum disséminé.

Gisement de Morila : Situé à 30 km environ au sud-est de Kékoro. Les premières études géochimiques de sol et les études sur les sites de minéralisations reconnues ont été exécutées par la France dans les années 1950. De 1985~1987 un projet Mali-Belgique d'inventaire minier a abouti à la découverte d' anomalies géochimiques et de zones de fracture en plusieurs endroits. En 1992, la société BHP a obtenu les droits de concession sur l'indice de Morila et a exécuté des études de Recherche suivante : géochimie détaillée, puits d'études, sondages. A la suite de ces études, plusieurs zones de dissémination des minéraux sulfurés et des zones d'anomalie de PI(IP) ont été découvertes. Depuis 1996 les droits de concession de mine ont été transférés à la sté Randgold qui a abouti à découvrir un gisement aurifère en très grande dimension en 1997. La forme plane du corps minéralisé est à peu près de 500m x 250m de dimensions et de 24~160m de puissance. D'après le communiqué de la sté Randgold en avril 1999, les réserves exploitables ont été estimées à 14,65 millions de tonnes soit 64,88 tonnes d'or (une teneur moyenne de 4,43 g/t d'Au) et la mise en service de la mine est prévue pour janvier 2001 (Mining Magazine, mai 1999).

Dans ce gisement, l'or se présente comme or natif à grain fin disséminé , dans les roches de grès (greywacke) ou dans de schistes cristallins à biotite avec dissémination de pyrite et d'arsénopyrite. A l'exception de quelques veinules de quartz (quartz de sécrétion?) parallèles au plan de clivage (schistosité) de la roche encaissante rencontrée, on n'observe pas de filon net qui a une puissance intéressante .

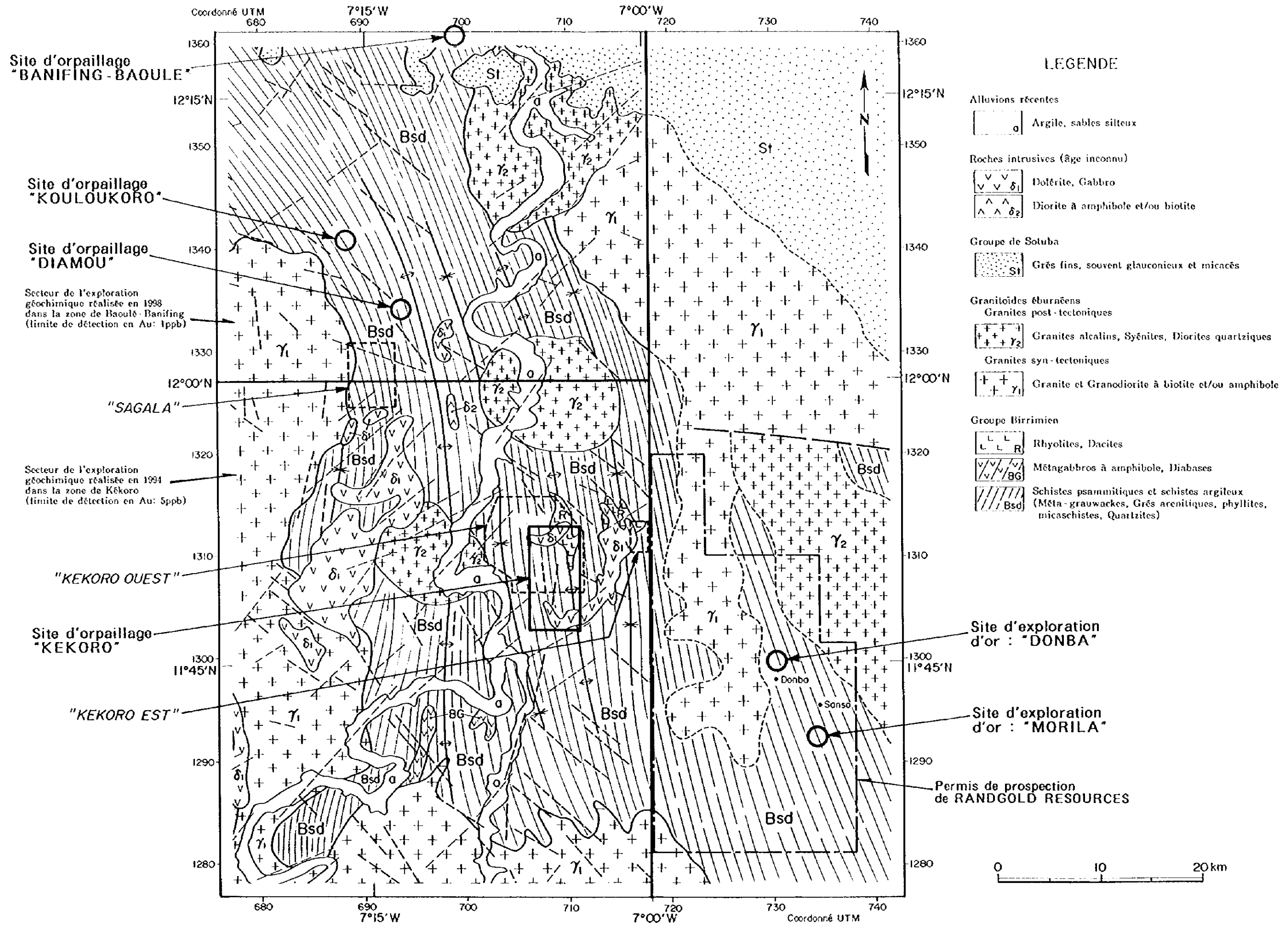


Fig.I-3-3 Distribution des zones minéralisées dans la région de la présente recherche et à son voisinage

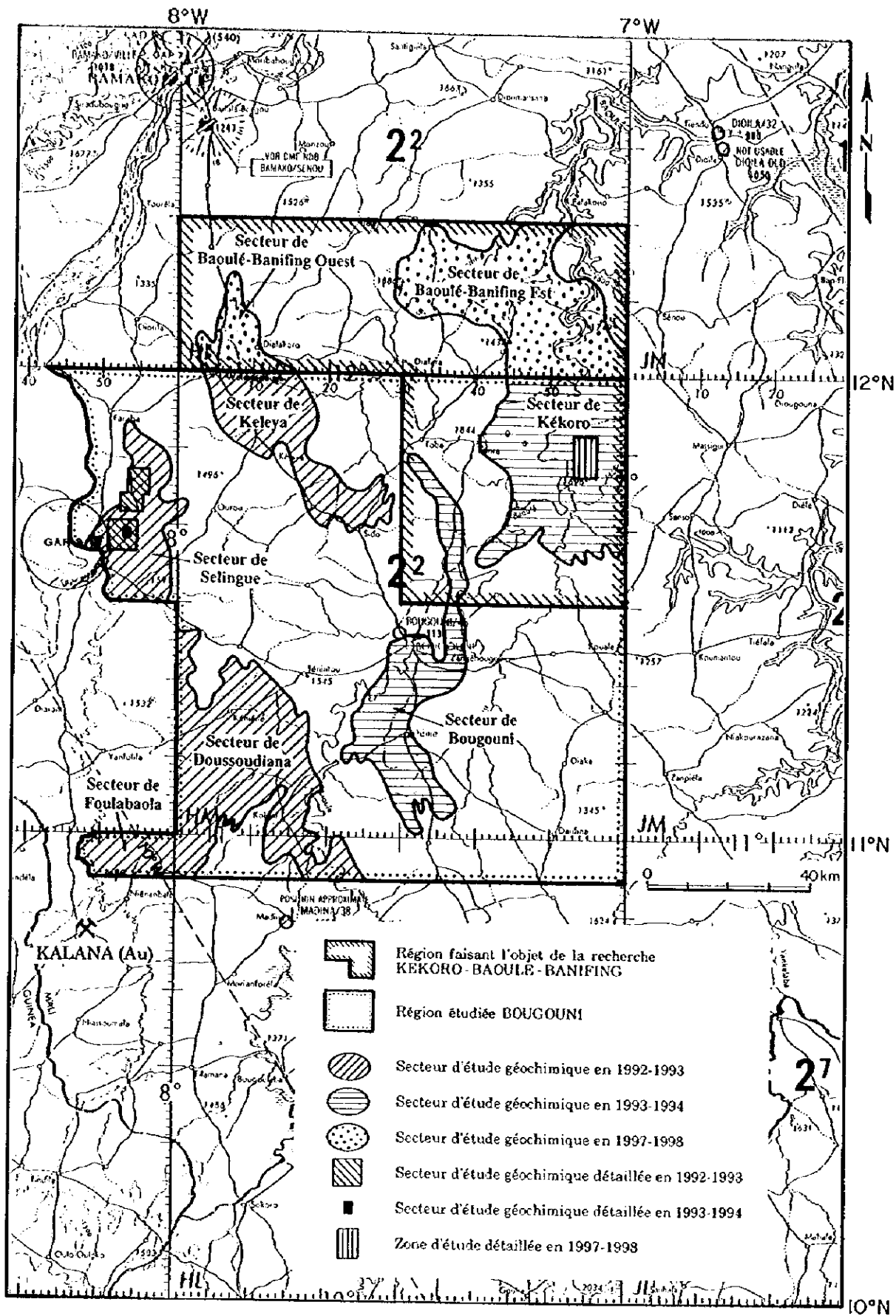


Fig.I-4-1 Recherches antérieures dans la région et les zones minéralisées

Chapitre 4. Historique de la recherche minière dans la région des travaux

4-1 Historique de la recherche minière

Dans la partie ouest du secteur de Kékoro Ouest, on raconte qu'il y avait des activités d'extractions de l'or de grande envergure par la population locale depuis plusieurs centaines d'année jusqu'aux années 1970. Actuellement on constate quelques milliers d'anciens puits d'extraction artisanale existants dont les dimensions mesurent 1 m de diamètre et 2 à 8 m de profondeur. Dans ces puits d'orpailleurs, il paraît qu'on a exploité de l'or natif dans les couches de saprolite, de carapace et de sédiments secondaires. Le secteur de Kékoro Ouest mis à part, il existe de nombreux sites de puits d'orpaillage d'autrefois dans les environs de Diamou et de Kouloukoro et d'autres (Fig. I-3-4).

Bien qu'il y a eu l'extraction de l'or, autrefois très intense par les gens locaux, à partir des années 1980, la culture de coton leur permettant d'avoir des revenus en argent liquide, les activités d'extraction artisanale sont presque arrêtées ou abandonnées pour le moment. Quant aux recherches méthodiquement organisées, dans la région de Kékoro jusqu'aux années 1980, nous pouvons d'abord, citer les études réalisées par le levé de sable d'alluvions, ainsi que les tranchées et puits dans les années ; 1939 (cf. Golouninow 1950), 1942 (cf. Spindler 1952), 1972 à 1974 (BRGM 1974) et 1981 à 1982 (MIMA 1982). Cependant, aucune de ces études n'a pu aboutir à la découverte de gisement aurifère économiquement rentable.

Dans les années de 1991 à 1993, dans la vaste étendue (14.000 km²) de la région située au sud de Bamako, les études préliminaires de recherche de l'or ont été réalisées dans le cadre de la coopération japonaise (JICA/MMAJ) avec la partie malienne (DNGM) associée. Dans la région de Kékoro qui appartient à la région objet des travaux, ont été menée l'étude géologique et l'étude géochimique de sols à des intervalles de 250 m dans la direction E-W et de 1000 m en direction N-S. A la base des résultats obtenus, il a été conclu qu'il est possible de découvrir une minéralisation aurifère dans les environs des secteurs de Kékoro Ouest, et de Sagala (partie sud du secteur de Sagala dit dans le présent rapport) ainsi que de Banko (sud de la ville de Bougouni) (JICA/MMAJ 1994).

Compte tenu de la conclusion de ces études, le gouvernement du Japon a envisagé de réaliser une étude de Recherche minière dans la zone de Kékoro-Baoulé-banifing dont la première année a été 1997, dans le cadre de l'Etude de Base pour le Développement des Ressources Minières par la coopération japonaise. Le présent

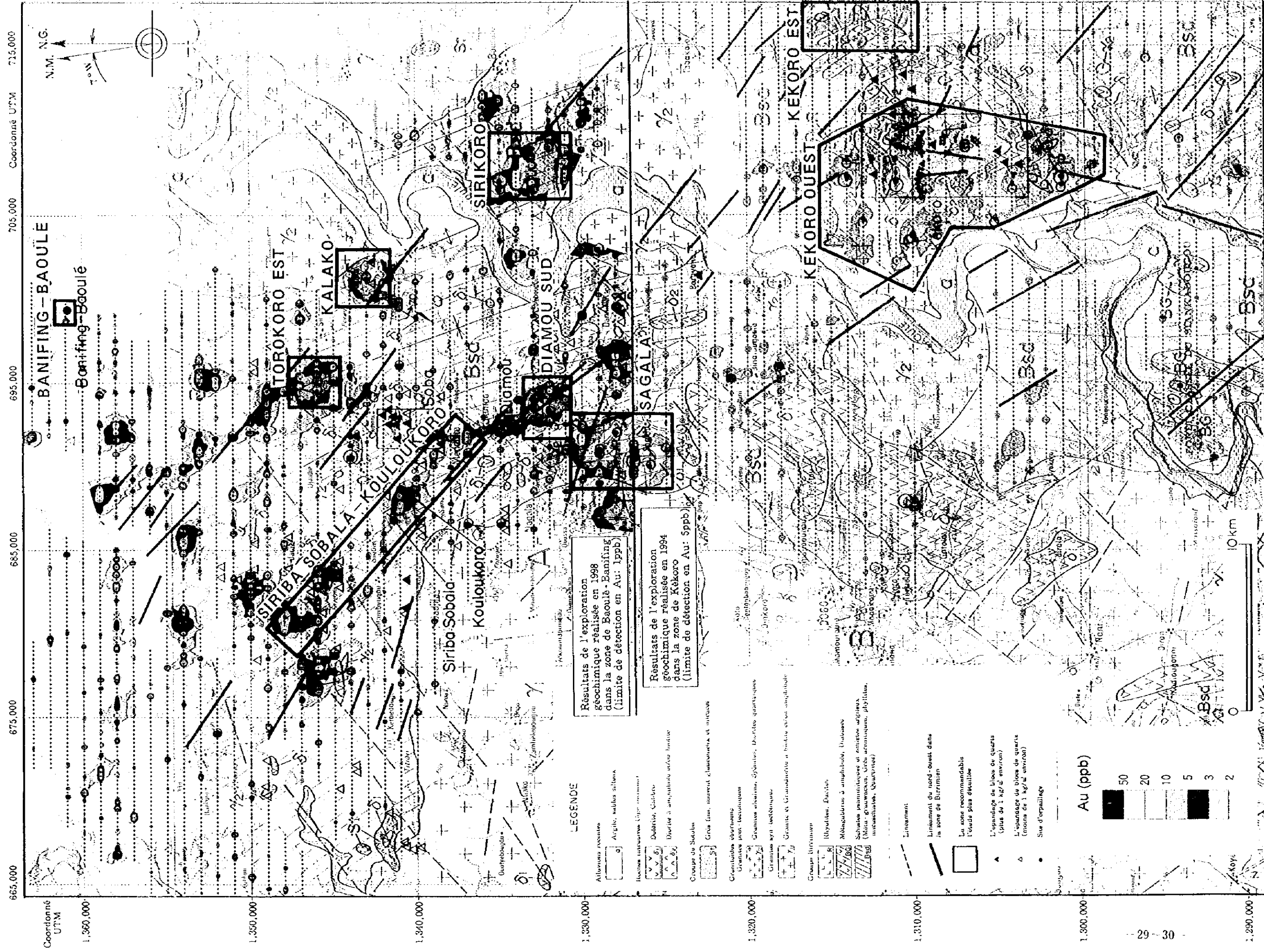


Fig.1-4-2 Distribution des anomalies géochimiques dans les régions de Kékoro et Baoulé-Banifing

rapport fait l'état des travaux de la deuxième année de recherche .

4-2 Principaux résultats de la première année de recherche

Dans la première année de recherche dans le cadre d'études de base pour le développement des ressources minières par la coopération japonaise ("Recherche des ressources minières dans la zone de Kékoro-Baoulé-Banifing) les études ont consisté en une cartographie géologique des zones reconnues minéralisées dans la région de Kékoro et des études géologique et géochimique de sol à une maille de 1000m x 250m dans la région du Baoulé-Banifing. Les principaux résultats obtenus sont les suivants:

Région de Kékoro

1) Dans la région de Kékoro, il y a une grande probabilité d'existence de zones de minéralisation primaire de l'or à envergures relativement grandes aux environs des zones reconnues minéralisées de Kékoro A, Kékoro B, Kékoro C et Kékoro F (Fig.II-1-1). L'extraction de l'or à ces endroits par les orpailleurs ne serait pas de l'or de placer mais de l'or primaire resté dans la carapace et la saprolite résultant de la latéritisation. Nous avons également constaté aux pourtours des zones minéralisées de Kékoro A et B, la présence de nombreux blocs de quartz mesurant la grandeur d'une tête d'homme dont la valeur d'analyse est de 86 g/t or.

2) Dans une zone minéralisée située à 4 km au sud du secteur de Kékoro Ouest , un dyke (filon intrusif) de dacite fortement silicifié et disséminé de minéraux sulfurés (pyrite ,arsénopyrite,pyrrhotine) s'allonge dans la direction N-S. La valeur d'analyse offre une teneur de 0,29 g/t Au, et l'étendue de la minéralisation est estimée bien étroite et limitée.

3) Dans la zone minéralisée de Kékoro C située dans la partie centrale du secteur de Kékoro Ouest où la plupart des puits d'extraction existent , l'or du placer dans les couches alluviales avait fait l'objet d'exploitation. La provenance de l'or du placer serait probablement les minéralisations de Kékoro A,B,F situées en amont de celle de Kékoro C.

4) Dans les études géochimiques exécutées dans les années 1991-1993, les intervalles de lignes de mesure étaient de 1000 m et ceux de points de mesure étaient de 250 m ; dans la géochimie exécutée sur l'ensemble du secteur de Kékoro Ouest, l'emplacement des points de mesure plus denses a été requis. Il a été préférable un intervalle de 500 m entre les lignes de mesure et 100 m entre les points de mesure.

En plus, aux pourtours des zones minéralisées de Kékoro A,B,F, l'emplacement de points de mesures beaucoup plus denses a été recommandé. Etant donné que le contexte géologique et la disposition des zones minéralisées indiquent fort possiblement la présence d'un contrôle structural de la minéralisation de l'or dans la direction N-S, il a été convenable d'emplacer les lignes de mesure dans la direction E-W.

5) La latérite des zones minéralisées pourrait constituer trois sortes :

- a) un gisement aurifère primaire latéritisé en place (in-situ)
- b) la latéritisation de couches de sols secondairement déplacés ou sédimentés par les mouvements massifs dans le passé
- c) les colluvions (sols colluviaux) secondaires de latérite.

Egalement, on peut penser une possibilité que l'or déplacé par l'effet de la dispersion mécanique et de la dispersion hydromorphique des eaux souterraines formait des zones de concentration ou zones de départ de l'or. En considérant ces conditions, seulement par la géochimie d'échantillons prélevés à quelques dizaines de cm au dessous de la surface, il sera difficile d'évaluer la minéralisation primaire de l'or en profondeur. L'exécution de géochimie en profondeur par des sondages (forages à circulation inverse) et des puits est nécessaire.

Région de Baoulé-Banifing

1) Les zones minéralisées de Kouloukoro, de Sériba Sobara et de Diamou ayant déjà été reconnues dans la région, l'étude réalisée cette fois-ci a permis d'y ajouter à nouveau les zones minéralisées découvertes de Soba et de B.B (Banifing - Baoulé).

2) Les puits d'extraction de la zone minéralisée de Kouloukoro se répartissent sur environ 300 m en extension, avec une orientation générale WNW-ESE. Dans les puits, on rencontre la couche de carapace, et on observe un grand nombre de blocs de quartz parsemé. Dans la zone minéralisée de Sériba Sobala on trouve trois anciens puits d'extraction de minerais et deux vestiges de site d'orpaillage de l'or d'alluvions dont l'un à l'est et l'autre à l'ouest. Les zones de Kouloukoro et Sériba Sobala distantes de 6 km l'une par rapport à l'autre, les puits paraissent se prolonger dans la direction WNW-ESE. A l'analyse des échantillons de carapace dans les puits et de blocs de quartz aux alentours des puits, une minéralisation importante de l'or n'a pas été détectée.

3) Dans la zone minéralisée de Diamou, les formations birrimiennes sont directement affleurantes sans être recouvertes par la couche latéritique. Le chapelet des puits d'extraction intensivement localisés aux alentours de la frontière des roches métasédimentaires et des roches intrusives de dacite, orienté globalement WNW-

ESE , s'allonge sur 130 m avec une largeur qui varie entre 30 et 40 m. Un échantillon dans la zone fracturée montre une teneur en or de 0,89 g/t. Pour évaluer la minéralisation de Diamou, une étude de plus sera requise.

4) Dans la zone minéralisée de Soba située au nord de Diamou, des quantités importantes de blocs de quartz ont été observées. Des filons de quartz de 30~40 cm de large, viennent en intrusion dans les couches de schiste cristallin en certains endroits suivant une orientation NNE-SSW. Les blocs de quartz sont constitués de quartz pegmatitique, de quartz blanc à gros grains, de quartz associé à l'hématite ou de quartz associé à la tourmaline. A l'analyse de ces blocs de quartz la minéralisation de l'or n'a pas été détectée.

5) Dans la zone minéralisée de B.B, le chapelet de puits, légèrement allongé dans la direction NNW-SSE, s'étend sur un périmètre d'environ 300 m sur 150 m. Un échantillon prélevé de latérite, supposé être du matériel de déchets d'extraction, présente une teneur Au : 1,2 g/t. On peut supposer que cette latérite, constituée principalement d'oxyde de fer poreux et de couleur rouge-brune et contenant des grains de quartz à moitié dissous, correspond à l'origine à de la carapace. Pour évaluer la minéralisation de Banifing-Baoulé(B.B), une étude de plus sera requise.

6) Les 5 zones d'anomalies géochimiques qui sont : Sagala, Diamou Sud, Sirikoro, Kalako, et Torokoro Est ont été extraites comme des zones d'anomalies conglomérées. Toutes ces zones longeant une série de direction NW-SE ou de direction NNW-SSE sont en concordance avec la schistosité des formations birrimiennes et les linéaments de la série de direction NW-SE.

7) Parmi ces 5 zones extraites, la zone d'anomalie de Sagala est prépondérante au point de vue des réserves d'or avec une envergure bien étendue. Pourtant il n'y a pas d'expérience d'exploitation minière. Des anomalies de plus de 20ppm Au sont bien regroupées dans une envergure de 3 km en NS et 1 km en EW. Dans la deuxième année d'étude, la géochimie détaillée et les études par puits sont nécessaires.

8) La zone plus intéressante, après celle de Sagala, est la zone d'anomalie de Diamou Sud située à 1 km au sud de la zone minéralisée de Diamou où il y a déjà une expérience d'extraction d'or. Etant donné qu'une minéralisation aurifère dans les roches de soubassement (0,89 g/t Au) a été détectée par notre étude dernière, il sera indispensable de mener une étude plus détaillée, avec des forages y compris.

Chapitre 5. Description sommaire des résultats de la deuxième année de recherche

5-1 Secteur de Kékoro Ouest

Aperçu : Le secteur de Kékoro Ouest est situé à 6 km environ à l'ouest du village de kékoro, distant de 310 km de la capitale Bamako dont l'accès routier demande un trajet de 5 heures de temps en véhicule 4x4. Dans le secteur les activités d'exploitation artisanale de l'or par la population locale ont été énergiquement menées depuis quelques centaines d'années jusqu'aux années 1970. Les vestiges de sites d'extraction existent même aujourd'hui. Les sites existants d'extraction d'or au nombre de quelques milliers se présentent dans un périmètre de 8,5 km en sens N-S sur 2 km en sens E-W. Ces sites sont axés sur les zones reconnues de minéralisation aurifère dont 6 ont été sélectionnées pour les travaux : Kékoro F, A, B, C, D et E.

A l'exception du secteur de Kékoro C où l'objet d'exploitation est l'or de placer d'alluvions fluviales récentes, dans les autres 5 zones reconnues minéralisées, l'objet d'extraction est de l'or dans les couches latéritiques. A la base des données obtenues dans la première année de recherche, selon la probabilité d'existence de minéralisation primaire de l'or, ont été déterminées les zones de la partie nord du secteur de Kékoro, correspondant aux minéralisations de Kékoro F, A et B.

La deuxième année des travaux a donc donné une importance à ces dernières. La méthodologie d'étude a consisté en une cartographie à échelle de dix millièmes (1:10000), géologie de terrain, étude par puits, sondage par forages à circulation inverse et géochimie. En tenant compte d'une grande probabilité de présence de minéralisations aurifères contrôlées par la structure de direction N-S, nous avons implanté les lignes de base (8,5 km d'extension) en sens N-S tandis que les sous-lignes (sublignes) (182 km d'extension) sont faites en sens E-W dont la maille fait 125 m x 50 m.

Géologie : Dans le secteur de Kékoro Ouest, les formations birrimiennes de l'ère paléo-protérozoïque sont largement réparties dans lesquelles ont transpercé les amas de granodiorite, de dykes, de dacite ainsi que les amas et filons-couches de dolérites intrusives. Les constituants principaux des formations birrimiennes sont le schiste pélitique et le grès métamorphique (greywacke), accompagnés par quelques roches volcaniques métamorphisées. Le faciès métamorphique est celui de schiste vert cristallin.

Les dimensions d'amas granodioritiques observés en plusieurs sites au nord du secteur, mesurent 200 m environ de diamètre ellipsoïdale et sont en petite envergure. La

datation de K-Ar sur deux échantillons de granodiorite indique respectivement 2020 ± 48 Ma et 2178 ± 44 Ma, ce qui correspond à l'âge d'orogénèse Eburnéenne de l'ère paléo-protérozoïque. On observe aussi aux voisinages des zones minéralisées de nombreux dykes de dacite ayant la direction S-N avec 2~5 m de large. Ils sont fortement silicifiés et très souvent associés à de la pyrite et arsénopyrite disséminées.

La dolérite est aussi rencontrée au nord du secteur sous forme de filons-couches ou d'amas. Elle n'est ni métamorphisée ni altérée. Les 8 échantillons de dolérite dont la datation K-Ar à 192 ± 4 Ma ~ 231 ± 5 Ma indiquent l'âge du système triasique inférieur et système jurassique (série) inférieur. Tous les sites d'orpaillage sont répartis dans les zones de formations birrimiennes ou de dykes de dacite, mais non dans les zones de dolérite.

Résultats d'étude géologique de terrain à Kékoro A et B: Selon l'observation sur l'état des anciens puits d'orpailleurs, l'objet principal d'exploitation (extraction) devait être toujours la carapace recouvrant largement la surface. En examinant les blocs aux pourtours de ces puits, on observe le grès métamorphique et le schiste pélitique dans lesquels la pyrite et l'arsénopyrite sont fortement disséminés. On peut donc penser que la minéralisation aurifère aurait une relation très étroite avec les silicification et dissémination des minéraux sulfurés.

Dans le même contexte, de nombreux blocs de quartz (ϕ 10~50 cm) observés aux environs des zones reconnues minéralisées pourraient signifier que les zones de dissémination seraient accompagnées de filons de quartz. L'analyse d'échantillons de dacite contenant des minéraux sulfurés disséminés et de blocs de grès métamorphisé présente une gamme de teneurs de 0,2~0,4 g/t Au. Quant aux échantillons de blocs de quartz, les teneurs les plus élevées sont dans la gamme de 2,5 g/t Au ~ 19,4 g/t Au (un échantillon de bloc de quartz prélevé dans la zone minéralisée de Kékoro A en 1998 a montré une teneur de 86 g/t Au).

Résultats d'étude géologique de terrain à Kékoro F: L'objet principal d'extraction des orpailleurs était la saprolite brune ou grise. Dans les anciens puits, on peut voir la structure de roche originelle (protolith), telle que la structure de granodiorite et la structure schisteuse de roches sédimentaires métamorphiques.

Cette zone minéralisée située au sommet du Mont Kébékourou, nous fait savoir que la saprolite serait résultée des roches granitiques, sujettes à la minéralisation aurifère puis à la latéritisation en place (in situ). Au flanc du Mont Kébékourou sont largement distribués les filons-couches de dolérite datant de l'ère Mésozoïque. La zone

minéralisée de Kékoro F est située dans une enclave géante (roof pendant) de formations birrimiennes isolées au-dessus des dites filons-couches. La puissance de cette enclave géante est estimée à 30~40 m aux voisinages de la zone minéralisée.

Résultats d'étude par puits : On a creusé 16 puits sur la ligne de base et 32 puits aux environs de la zone minéralisée de Kékoro F. Dans les puits creusés jusqu'à la profondeur de 5 m, on a fait le dessin (croquis) du profil de latérite, puis l'échantillonnage par rainurage (channel sampling) à chaque 1 m de profondeur jusqu'au fond. Les résultats obtenus sont les suivants :

1) Dans les puits sur la ligne de base, sont stratifiées la carapace avec une puissance de 3~4 m et la couche de saprolite qui lui est sous-jacente, tandis que dans les puits réalisés aux voisinages de la zone minéralisée de Kékoro F, la carapace étant peu épaisse, on n'observe que la saprolite dans la plupart des cas.

2) On n'a pas observé des phénomènes de concentration ou de départ de l'or dans certains horizons de la couche de saprolite et de carapace.

3) En comparant les teneurs Au dans la couche de saprolite, les plus élevées sont présentes dans les échantillons des puits de la zone minéralisée de Kékoro F (plusieurs centaines de ppb ~ plusieurs milliers de ppb), puis, celles du nord de la zone minéralisée de Kékoro A (plusieurs dizaines de ppb). Les teneurs des échantillons prélevés dans le reste sont inférieures à 10 ppb.

Résultats de sondage par forages à circulation inverse : Dans les zones minéralisées de Kékoro A et Kékoro B, on a exécuté 16 forages dont la longueur totale est de 1.259 m. Les résultats obtenus par sondage dans ces trous de forage sont les suivants :

1) La profondeur limite de la couche de saprolite se trouve à 30~50 m en dessous de la surface. La frontière des zones d'oxydation et réduction est estimée à la profondeur de la limite susdite ou bien d'un niveau de 20 m plus bas.

2) La géologie du soubassement est constituée par les roches grises sombres de grès métamorphique (gryewacke) et de schiste pélitique qui sont prépondérants, associés à quelques roches volcaniques métamorphisées (méta-volcanites). Dans la zone minéralisée de Kékoro A, est développée une zone de dissémination de pyrite et arsénopyrite dont les granulométries mesurent environ 1 mm, ayant une largeur de plus

de 600 m dans la direction E-W. Dans la zone minéralisée de Kékoro B aussi, une telle zone de dissémination ayant 300 m de largeur en sens E-W a été rencontrée.

3) Les résultats d'analyse des échantillons expliquent que la plupart des zones disséminées de sulfures ont une teneur de 50 ppb ou moins. Cependant, on peut noter que se trouvent parfois des zones de concentration(enrichissement) de l'or (0,1 g/t~0,6 g/t Au) de 2~4 m de largeur dans les zones disséminées et dans les couches de saprolite. Surtout, dans le sondage de trou KRC-4 de la partie centrale de la zone minéralisée de KékoroA, on a trouvé dans la saprolite, les parties de concentration(enrichissement) à une haute teneur en or ; 85 g/t Au(profondeur 6~7 m en dessous de la surface), 10 g/t Au (profondeur 7~8 m). Une telle zone de concentration de l'or se rencontre très souvent aux endroits où les minéraux sulfurés sont abondants mais elle ne s'observe presque pas aux endroits pauvres en minéraux sulfurés. La minéralisation aurifère devrait être un résultat de la dissémination des minéraux sulfurés.

4) On n'a pas observé de traces de phénomène de concentration secondaire de l'or en certains horizons de la couche de saprolite.

Résultats de la géochimie sol : Lors des études géochimiques réalisées dans le cadre de l'exploration par JICA/MMAJ en 1993, les intervalles entre les lignes de mesure et ceux de points ont été respectivement 1000 m NS et 250 m EW.

Dans les travaux de cette année du secteur de Kékoro Ouest, les intervalles sont implantés respectivement : pour les lignes ; 500 m, et pour les points ; 100 m. En plus, dans les zones de minéralisation de Kékoro F, Kékoro A et Kékoro B considérées comme les zones cibles de la géochimie détaillée, sont implantés les intervalles de lignes; 125 m et des points; 50 m. La plupart des échantillons de sols prélevés à 30 cm environ en dessous de la surface est de la carapace. Les éléments analysés sont 8 : Au, Ag, As, Sb, Cu, Pb, Zn et Mo. Les résultats d'analyse nous montrent les points suivants :

1) A l'examen de la distribution de la densité de probabilité, en utilisant les valeurs : Au; 25 ppb et Au; 100 ppb, comme seuils de haute anomalie géochimique, nous avons extrait des zones d'anomalie. Ce sont les "zone d'anomalie de Kékoro F" et " zone d'anomalie de Kékoro A Nord " dont les étendues et teneurs en or (Au) sont largement prépondérantes par rapport aux autres zones étudiées. Dans la "zone d'anomalie de Kékoro F", dont l'étendue des valeurs supérieures à 100 ppb mesure 600 m sur 600 m., avec une valeur maximale de 2890 ppb Au. Dans la "zone d'anomalie de Kékoro A Nord", l'envergure des valeurs supérieures à 100 ppb s'étend à 1000 m sur 1200 m., et la valeur

maximale est de Au:1220 ppb.

2) Les résultats d'analyse des composantes principales démontrent une corrélation entre Au et As qui est donc concordante avec le résultat d'étude géologique du terrain soulignant la probabilité de la minéralisation de l'or résultant de la dissémination de pyrite et arséno-pyrite. Nous pouvons nous rendre compte que la deuxième composante principale à laquelle Au, As, Sb et Pb contribuent largement se traduit par la répartition de zones de dissémination de sulfures, tandis que la première composante principale à laquelle contribuent largement Cu et Zn explique la distribution de filons-couches de dolérite.

3) Dans la zone intermédiaire entre les zones minéralisées de Kékoro A et Kékoro B, on a exécuté les forages à circulation inverse et localisé une zone de dissémination très largement étendue dans les roches sédimentaires métamorphisées, mais la teneur en or n'y est pas élevée dans l'ensemble. La raison de cette conséquence serait due à l'écartement de la zone d'anomalie géochimique de Kékoro A Nord, très loin au nord des zones minéralisées de Kékoro A et Kékoro B là où les forages ont été implantés.

4) On ne peut pas complètement démentir la probabilité que la "zone d'anomalie de Kékoro A Nord" serait une résultante des sédiments secondaires de la "zone d'anomalie de Kékoro F" située au sommet du mont Kébékourou. Nous devons élucider si la "zone d'anomalie de Kékoro A Nord" est résultante de la minéralisation primaire d'or, latéritisée en place (in-situ) ou bien si elle est résultante de la sédimentation et de la latéritisation des terrains du Mont Kébékourou éboulés par un énorme mouvement de masse dans le passé.

5-2 Secteur de Kékoro Est

Aperçu : Le secteur de Kékoro Est dont la dimension mesure 2 km en NS sur 1,3 km en EW sur la rive droite du fleuve Baoulé, se situe à 1 km environ au nord du village de Kékoro qui est à l'extrémité Est de la région d'étude de Kékoro - Baoulé-Banifing. La distance de 300 km de la Capitale Bamako demande un trajet de 5 heures de temps en véhicule 4x4 par la route. Les études géochimiques de sol réalisées dans le cadre de la coopération japonaise JICA/MMAJ ont permis de découvrir des zones d'anomalie Au en 1993 (JICA/MMAJ, 1994).

Pendant cette année de recherche, la méthodologie de travail consistait en étude par puits et géochimie détaillée. Effectivement, les puits à 5m de profondeur ont été creusés dans 9 points. L'échantillonnage de sol pour la géochimie a été faite à la maille de 250 m NS x 50 m EW, ce qui est plus dense que celle réalisée en 1993(1000 m NS x 250 m EW).

Géologie et minéralisation aurifère : La plaine recouverte de la latérite et du sol de désagrégation de celle-ci s'étend dans le secteur à 360 m d'altitude environ. Sur les terrains des champs de coton sont cultivés. On observe également quelques buttes à sommet plat dont les dénivelées sont de 20 m à peu près. Ces sommets sont recouverts par une cuirasse et les pourtours recouverts par une carapace solide.

La géologie prépondérante est du schiste cristallin gréseux et du schiste pélitique. On observe quelques andésites métamorphiques et de metabasaltes. La direction de la schistosité(clivage)des formations birrimiennes est N-S et l'inclinaison est presque verticale.

Dans le nord du secteur, on observe rarement des blocs de diorite(D) et grano-diorite(Gr). Aux environs de la ligne de mesure N2000, les blocs de quartz blancs à grains gros sont répandus. Les teneurs en Au de 9 échantillons de roches prélevés dans les roches méta-sédimentaires et les diorites disséminées étaient inférieures à 1 ppb, sauf un échantillon montrant 18 ppb. Parmi les 3 échantillons de blocs de quartz prélevés dans le nord du secteur, deux montrent des teneurs inférieures à 1 ppb, l'autre a montré la teneur la plus élevée de 66 ppb. Sur une arrête en extension NS dans la partie centrale du secteur, on observe des veinules de quartz(quelques mm de largeur) et la dissémination de pyrite et pyrrhotine dans les schistes gréseux, les schistes pélitiques et les méta-andésites et diorites. Les veinules de quartz contiennent quelques minéraux sulfurés tels que pyrite, pyrrhotine et chalcopryrite, accompagnés par les électrum de diamètre $5\mu \sim 20\mu$.

Résultats d'étude par puits: On a creusé dans 9 points (KPIT-50 ~ KPIT-58) des puits à 5 m de profondeur. Dans les puits creusés jusqu'à la profondeur de 5 m, on a fait le dessin(croquis) du profil de latérite, puis l'échantillonnage à rainurage à chaque 1 m de profondeur. Les résultats obtenus sont les suivants :

1) Le profil de latérite est stratifié de la surface vers le bas successivement par les couches : de carapace solide(ca), carapace tendre ou argileuse(cb), argile tachetée(at)

et saprolite. Dans aucune de ces couches, on n'observe la dissémination des minéraux sulfurés. La profondeur limite de la couche d'oxydation et celle de réduction se trouve à un niveau beaucoup plus bas que le niveau du fond de puits à 5 m.

2) On n'a pas observé de phénomène de concentration systématique de l'or à certains horizons dans les couches latéritiques.

3) Aucun des échantillons n'a montré de valeur supérieure à 100 ppb. Les valeurs les plus élevées sont ; 71 ppb Au à 0~1 m et 62 ppb Au à 1~2 m de profondeur dans le puits KPIT-51. La plupart des autres échantillons offrent des valeurs inférieures à 10 ppb.

Résultats de la géochimie sol : L'échantillonnage a été fait à la maille de 250 m NS et 50 m EW . La plupart des échantillons de sol prélevés à 30 cm environ en dessous de la surface est de la carapace brune et du sol désagrégé de carapace. Les éléments analysés sont 8 : Au, Ag, As, Sb, Cu, Pb, Zn et Mo. Les résultats d'analyse nous montrent les points suivants :

1) En examinant la distribution de la densité de probabilité et en utilisant les valeurs : Au :17 ppb et Au :58 ppb comme seuils de hautes anomalies géochimiques, nous avons alors extrait des zones d'anomalie : Zone d'anomalie supérieure à 17 ppb dans laquelle les bandes d'anomalie sont distribuées dans une envergure de 500 m NS x 800 m EW dans le nord-ouest du secteur, Zone d'anomalie supérieure à 58 ppb dans laquelle les bandes d'anomalies sont éparpillées et ne constituent qu'une zone intéressante. Par rapport aux zones d'anomalie des secteurs de Kékoro Ouest et Sagala, l'envergure de cette zone d'anomalie est moins étendue.

2) La matrice de corrélation montre une forte corrélation entre Cu et Zn (coefficient=0,88) ainsi qu'une faible corrélation entre Cu et Pb, Cu et As , As et Zn (coefficient=0,60~0,64). On n'a pas observé d'élément montrant une corrélation distincte avec Au .

5-3 Secteur de Sagala

Aperçu : Le secteur de Sagala dont les dimensions mesurent 5 km en sens N-S sur 4 km en sens E-W est situé à 16 km environ au nord-est du village de Dogo. Il se situe dans la partie centrale de la région de Kékoro - Baoulé-Banifing, distante de 200 km de la

Capitale Bamako dont l'accès routier demande un trajet de 3 heures de temps en véhicule 4x4. Les études géochimiques de sol réalisées dans le cadre de la coopération japonaise JICA/MMAJ ont pu découvrir une zone d'anomalie Au en 1993 au sud de ce secteur puis en 1998 une autre au nord du secteur (JICA/MMAJ, 1998).

A la suite de ces résultats, cette année, dans les deux zones d'anomalies situées respectivement au nord et au sud du secteur, des puits et une géochimie détaillée ont été exécutés. L'étude a réalisé des puits à 5 m de profondeur dans 11 sites, et le prélèvement d'échantillons de sol par la géochimie à la maille de 250 m NS x 50 m EW. Cette maille est plus dense que celle réalisée en 1993 et 1998 (1000 m NS x 250 m EW).

Géologie et minéralisation aurifère : La plaine de 350 m d'altitude environ est largement développée, et la plupart de la surface est recouverte de carapace et du sol de désagrégation de la carapace. On observe également quelques buttes à sommet plat isolées dont la dénivelée est de 20 m environ (370 m d'altitude) et leurs sommets sont recouverts par de la cuirasse et de la carapace. Dans ce secteur, il y a peu d'affleurements et d'éboulis de roches (quartz).

A la base de l'interprétation conclusive des photos aériennes et du contexte régional géologique, nous pouvons estimer la géologie de ce secteur comme suit : la partie ouest du secteur est constituée de batholites et de granodiorites, la partie centrale et Est est constituée de grès métamorphique (greywacke) avec de nombreux amas intrusifs de granodiorite. La datation K-Ar des 5 échantillons prélevés sur les amas de granodiorite indique l'âge de $1881 \pm 42 \text{ Ma}$ ~ $2172 \pm 43 \text{ Ma}$, ce qui peut être comparé à peu près à l'âge des roches granitiques de l'orogénèse du système Eburnéen de l'ère paléo-protérozoïque. Nous citons ci-après les points importants concernant la minéralisation aurifère sur la base des données recueillies au cours de l'étude géologique du terrain :

- 1) Quasi absence de blocs de quartz,
- 2) Présence des xénolites de grès métamorphiques silicifiés et avec dissémination de pyrite et arséno-pyrite,
- 3) Présence de blocs de grès désagrégé qui sont fortement brécchiques et limonitisés (0,18 g/t Au).

Si la minéralisation aurifère est générée dans les roches gréseuses avec dissémination de minéraux sulfurés, un tel mode de présence (occurrence) serait bien semblable (similaire) à celui de la mine de Morila dont l'étude de faisabilité est en cours par la Sté Randgold. Cependant, dans le secteur de Sagala, faute d'affleurements et de blocs de roches, les formes et les envergures de distribution de nombreux amas

granodioritiques, d'intrusifs de roches, de grès métamorphique ne sont pas mises en évidence aussi bien que leur occurrence.

La direction de la structure linéaire NW-SE observée sur les photos-aériennes devrait indiquer la structure schisteuse de grès métamorphique. Cette structure particulière est clairement apparue au nord de la ligne N2000, mais elle est presque absente au sud de la même ligne. Nous pouvons supposer une raison éventuelle, due à la distribution de nombreux amas granodioritiques au sud de la ligne N2000, cependant, une grande puissance du recouvrement latéritique nous empêchant, il sera très difficile de la prouver par étude de terrain de surface. Quant aux périodes d'intrusion des amas granodioritiques et de minéralisations aurifères principales, il nous reste bien des points non-élucidés, ainsi que le contexte entre les deux phénomènes.

Résultats d'étude par puits: On a creusé 11 puits dans la partie centrale du secteur de Sagala. Dans les puits creusés jusqu'à la profondeur de 5 m, on a fait le dessin (croquis) du profil latéritique, puis l'échantillonnage par rainurage à chaque 1 m de profondeur. Les résultats obtenus sont les suivants :

1) Le profil de latérite est stratifié de la surface vers le bas successivement par les couches de cuirasse (cr), carapace solide (ca), carapace tendre (cb), argile tachetée (at). La couche d'argile tachetée ne s'observe que dans un puits parmi les 11. Dans ce secteur, la puissance de la cuirasse et de la carapace étant plus de 5m, on n'a pas pu observer la couche de saprolite qui est plus profonde que celle d'argile tachetée.

2) On n'a pas observé de phénomène de concentration ou de départ de l'or en certains horizons dans les couches de cuirasse (cr), carapace solide (ca) et carapace tendre (cb). Les échantillons de sol prélevés à 30 cm environ en dessous de la surface et ceux de la carapace (ca, cb) à 5 m de profondeur ne montrent pas de grande différence quant à la teneur en Au. Les 2 puits SPIT-4 et SPIT-8, creusés aux voisinages du centre de la zone d'anomalie Au détectée par la géochimie de cette année ont montré des teneurs en or plus élevées par rapport aux autres puits. (40 ppb ~ 850 ppb).

Résultats de la géochimie sol : L'échantillonnage a été fait à la maille de 250 m NS x 50 m EW. La plupart des échantillons sol prélevés à 30 cm environ en dessous de la surface sont de la carapace brune. Les éléments analysés sont 8 : Au, Ag, As, Sb, Cu, Pb, Zn et Mo. Les résultats d'analyse nous montrent les points suivants :

1) L'examen de la distribution de la densité de probabilité utilisant les valeurs

de : Au =15 ppb et Au=60 ppb comme seuils de hautes anomalies géochimiques, on a pu extraire les zones de hautes anomalies suivantes : Ce sont les "zone d'anomalie de Sagala Sud " et " zone d'anomalie de Sgala Nord". Les étendues et teneurs de ces deux zones sont respectivement : Sagala Sud ; 1500 mx1500 m et teneur max. Au=2120 ppb, Sagala Nord ; 1000 m x 1500 m et teneur max. Au=2030 ppb.

2) Le nombre d'échantillons montrant des valeurs supérieures à 1000 ppb Au (1 g/t Au) sont 18 au total dans les deux zones. A l'étude de la structure des lignes d'égalité de teneurs en or dans les zones d'anomalies, les périmètres dont les teneurs en or sont supérieures à 100 ppb ont une direction orientée en NW-SE, et NNE-SSW. Cette tendance de la direction structurale pourrait signifier l'existence de systèmes de fissures relatives à la minéralisation aurifère.

3) A la base des résultats d'analyse des composantes principales, les 5 éléments As,Sb,Cu,Pb,Zn ont de faibles corrélations (coefficient : 0,5 environ)et constituent la première composante principale.(taux de contribution:0,48). Par contre, Au ayant peu de corrélation avec les autres éléments, donc il constitue à lui seul la deuxième composante principale(taux de contribution: 0,23). Les domaines de grand score de la première composante principale sont répartis en entourant les bordures de ceux de grand score de la deuxième composante principale (presque similaire à la zone d'anomalie géochimique Au).

5-4 Propositions pour la troisième année de recherche.

A l'étape de la troisième année de recherche, il sera souhaitable d'effectuer une série de travaux dont la partie principale consistera en une prospection géophysique et des sondages à circulation inverse, dans les 4 zones d'anomalie géochimique à savoir : Kékoro F, Kékoro A Nord, Sagala Sud et Sagala Nord. L'implantation prévisible des points de forages et des lignes de mesure de la géophysique est indiquée dans Fig.III-2-1 et Fig.III-2-2.

Zone d'anomalie de Kékoro F: Nous proposons d'abord, l'exécution de Profilage magnétique par l'implantation de deux lignes en direction N-S (Totale 2600 m) pour saisir la forme des filons-couche de dolérite, puis, la réalisation de quatre(4)forages verticaux à carottage, afin de connaître la profondeur limite du filon-couche de dolérite contre les couches de formations birrimiennes.

A la condition qu' on estime que la profondeur des formations birrimiennes soit relativement importante et suffisante pour l'assurance d'une reserve rentable dans un avenir proche, on exécutera des forages verticaux à circulation inverse à la maille (quadrillage) de 125 m NS sur 100 m EW. Pour recouper 10 m environ dans le soubassement sous-jacent à la couche de saprolite, une profondeur moyenne de chaque forage serait estimée , à l'heure présente, à une quarantaine de mètres.

La quantité des travaux de recherche à exécuter est prévue comme suit : Points d'implantation de profilage magnétique ; 104 points(longueur linéaire totale : 2600 m), Forages à carottage totale ; 4 trous(longueur totale de 160 m), Forages à circulation inverse ; 24 trous (longueur totale de 960 m). Au cas où on reconnaissait une forte zone minéralisée, il sera souhaitable d'exécuter des forages à carottage total et des fonçages de tranchées.

Zone d'anomalie de Kékoro A Nord : Nous signalons qu'il est probable qu'une certaine partie(ou la majorité)de la carapace recouvrant largement cette zone serait résultante de la sédimentation et de la latéritisation des terrains éboulés du sommet du Mont Kébékourou qui constitue la zone d'anomalie de Kékoro F.Il sera nécessaire d'identifier la minéralisation de l'or en place(in-situ) contre les sédiments secondaires riches en or par exécution de forages verticaux à circulation inverse dans les mailles de 250 m NS sur 100 m EW permettant une observation directe sur les conditions de minéralisation dans le soubassement . La profondeur du fond de chaque forage sera estimée à 40 m environ , car la profondeur limite de la saprolite est estimée à peu près à 30 m.

Nous proposons également de réaliser la prospection par Polarisation Induite (IP) afin de saisir les zones de dissémination des minéraux sulfurés s'associant à la minéralisation aurifère primaire.Concrètement; ce sera la Polarisation Induite(IP) de $n=1\sim 5$, avec intervalles entre les lignes= 125 m , et intervalles entre les électrodes= 25 m. La quantité des travaux à exécuter sera prévue comme suit : Forages à circulation inverse ; 51 trous (longueur totale de 2050 m), la longueur totale linéaire de la Polarisation Induite(IP) = 21,7 km. Au cas où on reconnaissait une forte zone minéralisée, il sera souhaitable d'exécuter plusieurs forages à circulation inverse dans une maille plus dense de 125 m NS sur 100 m EW , en plus, l'exécution de plusieurs forages à carottage total sera recommandée.

Zone d'anomalie de Sagala Sud et Nord : La surface étant fortement recouverte par la carapace et du sol désagrégé, pour vérifier directement la

minéralisation dans le soubassement , des forages verticaux à circulation inverse à la maille de 250 m SN sur 100 m EW seront proposés.La profondeur du fond de chaque forage sera de 60 m environ. En même temps, l'exécution de la prospection par Polarisation Induite(IP) sera proposée en vue d'élucider le contexte des séries de fractures et des zones de dissémination des minéraux sulfurés relatives à la minéralisation aurifère.Concrètement, ce sera la Polarisation Induite(IP) de $n=1\sim 5$, avec intervalles entre les lignes =250 m, et intervalles entre les électrodes = 25 m.

La quantité des travaux à exécuter sera prévue comme suit : Forages à circulation inverse ; 97 trous (longueur totale = 5820 m), la longueur totale linéaire de la Polarisation Induite(IP)= 38,5 km.Au cas où on reconnaissait une forte zone minéralisée, nous recommanderons l'exécution de forages dans une maille plus dense de 125m NS sur 100 m EW, en plus, l'exécution de plusieurs forages à carottage total sera recommandée en vue d'observer le gisement aurifère(l'occurrence d'or).

DEUXIEME PARTIE : ETUDES REALISEES

Chapitre 1. Secteur de Kékoro Ouest

1-1 Géologie

Le Secteur de Kékoro Ouest est constitué en une étendue rectangulaire de 9 km NS x 10 km EW et est situé à 6 km à l'ouest du village de Kékoro. Dans le secteur, sont largement développés des terrains de formations birrimiennes constituées de roches méta-sédimentaires et méta-volcaniques de l'ère paléo-protérozoïque (protérozoïque inférieure), avec des intrusions et des amas granodioritiques ainsi que des amas et dykes de dacite. Dans le nord du secteur les filons-couches et amas de dolérite ont été observés.

• **Formations birrimiennes**: Elles sont constituées principalement par des roches de grès métamorphique (greywacke) et de schiste pélitique, accompagnées par quelques roches méta-volcaniques. Le faciès métamorphique est celui de schiste vert.

Les plans de schistosité (clivage) dont les inclinaisons sont presque verticaux présentent des orientations prépondérantes en N-S ou en NNE-SSW. Aux voisinages des zones minéralisées reconnues dans l'Est du secteur, la dissémination de pyrite et arsénopyrite est largement répandue. L'étendue de la dissémination est estimée à 300 m ~ 600 m de large ou de plus, à l'examen des résultats des forages.

• **Granodiorite (Gr)**: Les amas de biotite-granodiorite hornblendite à grain moyen ~ gros sont distribués en plusieurs endroits dans le nord du secteur. Les amas ont 200 m de diamètre environ, donc, leur envergure est relativement petite. Parfois, on rencontre le gabbro et méta-basalte sous forme de xénolites contenus dans les amas. Dans les puits d'extraction des orpailleurs en zone minéralisée de Kékoro F, l'existence de blocs de roches a été vérifiée par la structure persistante granodioritique dans la couche de saprolite.

Age orogénique des granodiorites : Deux affleurements sont observés dans le secteur de Kékoro Ouest, l'un au sud du Mont Kébékourou dont un échantillon (U-72) prélevé et l'autre dans l'ouest du secteur dont un échantillon (H-41) prélevé. Ces deux échantillons sont constitués de biotite-granodiorite hornblendite à grain moyen dont les granulométries de feldspath et de biotite sont de 3mm ~ 5mm, fraîches (saines) sans aucune trace de désagrégation ni d'altération, ni de métamorphisme. Les datations K-Ar

sur les échantillons obtenus, indiquent l'âge de 2020±48Ma~2178±44Ma correspondant à la période d'orogénèse Eburnéenne de l'ère paléo-protérozoïque.

Numéro de l'échantillon	points de prélèvement	datation K-Ar(2 fois de mesure)
H-41	S1500 W5500	2134±43Ma , 2178±44Ma
U-72	S1530 W240	2020±48Ma , 2119±51Ma

• **Rhyolites et dacites:** Les rhyolites et dacites sont largement distribuées dans le nord du secteur sous forme de dykes ou amas. Les dykes de rhyolite sont très souvent fortement silicifiés avec dissémination de pyrite et arsénopyrite, et sont orientés en N-S ou NNE-SSW, ce qui est à peu près en accord avec la schistosité des formations birrimiennes. Les amas de dacite qui ont 200 m de diamètre ovale sont distribués en rangée de plusieurs blocs orientés en N-S. Ceux-ci aussi sont très souvent fortement silicifiés avec dissémination de pyrite et arsénopyrite.

• **Dolérite :** Elle est largement distribuée dans le nord du secteur sous forme de filons-couches ou amas sans métamorphisme ni altération. Sur le Mont Kébékourou (552,9 m d'altitude) situé dans le nord du secteur, le sommet et la base du mont sont constitués par des formations birrimiennes, tandis qu'on observe une bande de dolérite à la puissance de 60m environ à son flanc. Celle-ci semble être un énorme amas sous forme de filon-couche. Les anciens puits d'extraction des orpailleurs sont répartis dans les zones de distribution des amas de dacite et des formations birrimiennes , mais pas dans la couche de dolérite.

• **Age orogénique de la dolérite:** Nous avons prélevé 6 échantillons sur le Mont Kébékourou dans le nord du secteur, un échantillon sur la colline au sud-est et un

Numéro de l'échantillon	points de prélèvement	datation K-Ar(2 fois de mesure)
C-62	N3250 W0	231±5Ma , 229±5Ma
C-63	N2800 W700	207±4Ma, 205±4Ma
H-49	N3320 E840	223±4Ma, 215±4Ma
H-50	N480 E1780	204±6Ma, 193±5Ma
M-19	N1875 W450	208±4Ma, 207±4Ma
U-12	S2970 E1620	196±4Ma, 202±4Ma
U-71	N2150 W220	195±4Ma, 192±4Ma
N-1	N2250 W250	183±4Ma, 188±4Ma

autre sur une colline dans le sud du secteur, soit au total 8.

Tous les 8 échantillons présentent une dolérite saine sans aucune trace de désagrégation ni d'altération, ni de métamorphisme. Les datations K-Ar sur les échantillons obtenus, indiquent l'âge de 192 ± 4 Ma ~ 231 ± 5 Ma correspondant à la période des systèmes triassique supérieur ~ jurassique inférieur de l'ère Mésozoïque.

Linéaments: Sur la base de l'interprétation géologique des photos aériennes, les linéaments ont été classés en trois séries à savoir : NW-SE, NE-SW et N-S.

La série NE-SW est largement développée dans la zone de distribution des formations birrimiennes, et faiblement entrecroisée en diagonal avec la structure schisteuse des formations birrimiennes. L'extension du linéament le plus long est de 10 km environ. Les directions de courants d'eau, de cours des fleuves et même la morphologie des plateaux latéritiques sont contrôlées par les linéaments.

La série NW-SE est développée dans les formations birrimiennes et dans les amas et filons-couches de dolérite. La direction de ces linéaments est concordante à celle de la fracture constatée sur les affleurements aux environs du sommet du Mont Kébékourou. L'inclinaison des fractures qui affleurent est presque verticale. Cette série de linéaments contrôle aussi, les directions de courants d'eau, de cours des fleuves et même la morphologie des plateaux latéritiques, en plus elle contrôle la forme de filons-couches de dolérite du Mont Kébékourou.

La série N-S est développée dans la partie centrale du secteur, en contrôlant les endroits et les directions des intrusions des amas de dacite et des dykes de Rhyolite.

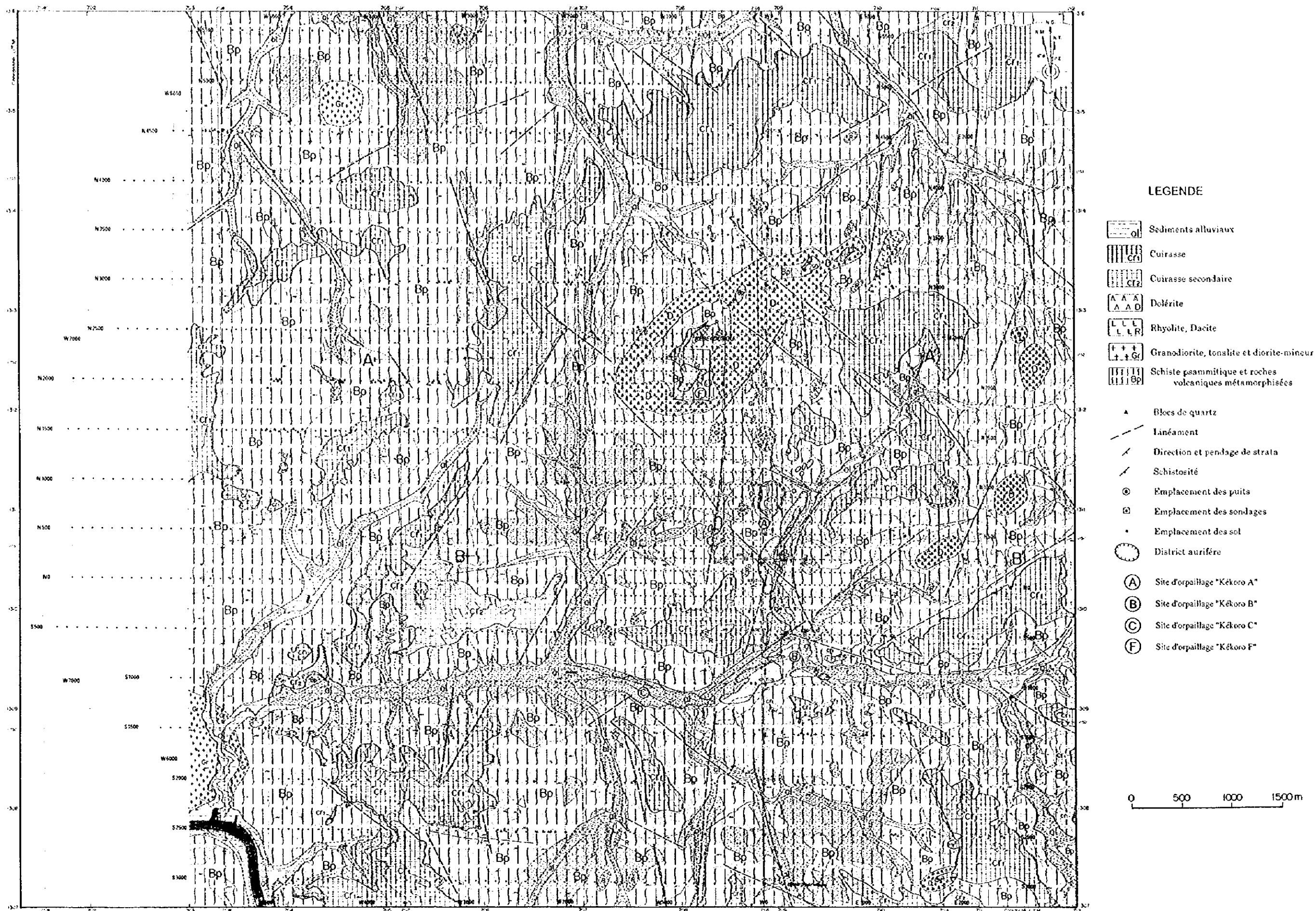
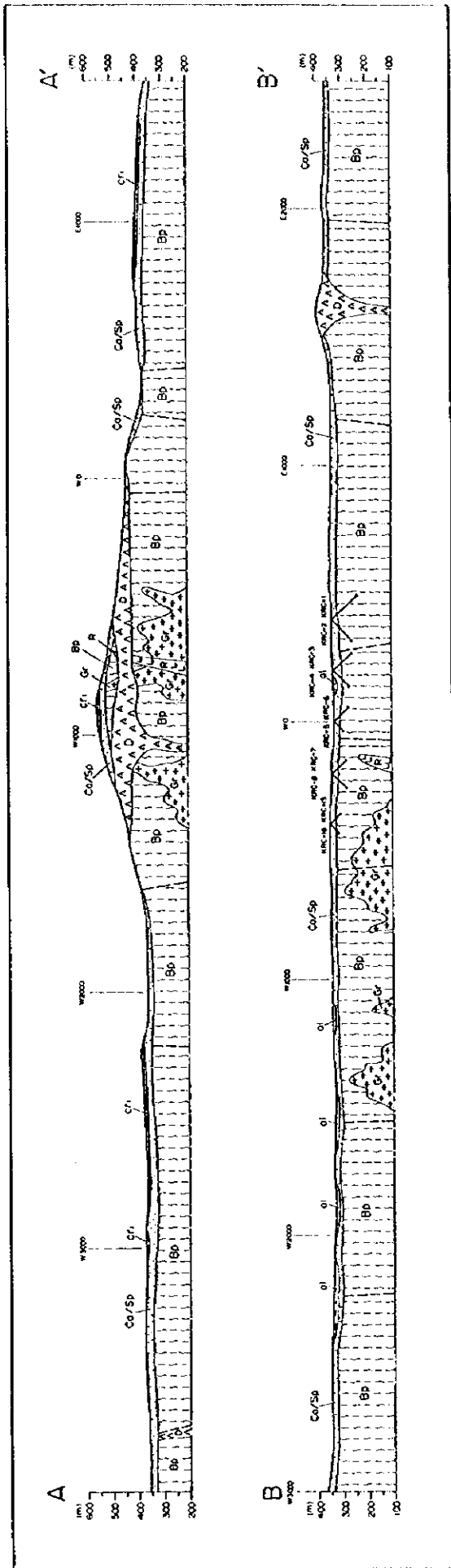


Fig. II - 1-1 Plan géologique du Secteur de Kékoro Ouest



LEGENDE









- | | | |
|---|--|--|
|  Sediments alluviaux |  Dolérite |  Lirénement |
|  Craie |  Rhyolite, Dacite | |
|  Carapace et Saprolite |  Granodiorite, tonalite et diorite-minéur | |
| |  Schistes psammite et roches volcaniques métamorphisées | |

Fig. II - 1 - 2 Profil géologique du Secteur de Kékoro Ouest

1-2 Zones reconnues minéralisées

Dans le secteur, on raconte qu'il y avait de fortes extractions de l'or par la population locale depuis plusieurs centaines d'années jusqu'aux années 1970. Actuellement on constate les vestiges d'extraction des orpailleurs. Les quelques milliers de puits d'extraction artisanale sont existants en concentration dans un périmètre de 8,5 km NS sur 2,5 km EW. Les 6 zones minéralisées reconnues où les sites d'extraction des orpailleurs sont particulièrement denses sont du nord au sud : Kékoro F, Kékoro A, Kékoro B, Kékoro C, Kékoro D, et Kékoro E.

A l'exception du secteur de Kékoro C où l'objet d'exploitation est l'or de placer (d'alluvions fluviales récentes), dans les 5 autres zones reconnues minéralisées l'objet d'extraction est de l'or dans les couches latéritiques. Sur la base des données obtenues dans la première année d'étude, et selon la probabilité d'existence de minéralisation primaire de l'or, ont été déterminées les zones prometteuses dans la partie nord du secteur de Kékoro c'est à dire les zones minéralisées de Kékoro F, Kékoro A et Kékoro B.

Résultats de la géologie de terrain dans les zones de Kékoro A et B: L'objet principal d'extraction dans les anciens puits d'orpailleurs est de l'or contenu dans la carapace recouvrant largement la surface de terrain où on observe les blocs de grès métamorphique et de schiste péllitique considérablement disséminés de pyrite et arsénopyrite, ainsi que les dykes de dacite fortement silicifiées et disséminées de pyrite et arsénopyrite. La minéralisation aurifère semble avoir une relation étroite avec une telle dissémination des minéraux sulfurés et la silicification.

Les blocs de quartz qui ont 10 cm~50 cm de diamètre parsemés aux environs des zones minéralisées reconnues pourraient signifier que ces zones disséminées seraient accompagnées par des filons de quartz. Les résultats d'analyse des blocs de dacite et de grès métamorphique avec dissémination de minéraux sulfurés offrent une gamme de teneurs de 0,2~0,4 g/t Au. Les blocs de quartz montrent des teneurs variant entre 2,5 g/t Au et 19,4 g/t Au (Un bloc de quartz échantillonné à la zone minéralisée de Kékoro A a offert une teneur de 86 g/t d' Au).

Résultats de la géologie de terrain dans la zone de Kékoro F : L'objet principal d'extraction dans les puits des orpailleurs est la saprolite brune ou grise. Dans les anciens puits, la structure de roche d'origine (protolith), telle que la structure de granite et la structure schisteuse des roches sédimentaires métamorphiques sont souvent observées. Cette zone minéralisée située au sommet du Mont Kébékourou, nous fait savoir

que la saprolite serait résultée de la minéralisation aurifère latéritisée à peu près en place(in situ).

Au flanc du Mont Kébékourou sont largement distribuées les filons-couches de dolérite datant de l'ère mésozoïque. La zone minéralisée de Kékoro F est située dans l'enclave géante(roof pendant) des formations birrimiennes isolées au dessus desdits filons-couches doléritiques. La puissance de cette enclave géante est estimée à 30~40 m aux voisinages de la zone minéralisée.

Tableau II-1-1(1) Liste des zones minéralisée du secteur Kékoro

1 Kékoro A	location	1309.9~1311.3Nord, 708.3~709.4Est (UTM grid)
	pits distribution	northern part: NE-SW trend, length:1000m, width:70m southern part: N-S trend, length:600m, width:100m
	geomorphology	small ridges (N-S or NE-SW trend) and gentle slope along a branch stream of the Baoulé river
	geology	laterite (pitholith, plinthite and their debris) floats of peritic schist, psammitic schist, tourmaline sandstone, biotite granite and quartz
	gold occurrence	laterite, quartz vein
	Au assay results (Au>=0.1g/t)	quartz float: 0.5~86g/t, laterite: 0.1~0.3g/t
2 Kékoro B	location	1309.2~1309.9Nord, 708.6~709.5Est (UTM grid)
	pits distribution	northern part: N-S trend, length:600m, width:100~250m southern part: E-W trend, length:900m, width:100~200m
	geomorphology	laterite plateau and surrounding gentle slope
	geology	laterite (crust, pitholith and their debris) floats of quartzite, tourmaline schist, mica schist, biotite granite and quartz
	gold occurrence	laterite, quartz vein
	Au assay results (Au>=0.1g/t)	quartz float:0.4g/t
3 Kékoro C	location	1309.0~1309.3Nord, 707.0~708.7Est (UTM grid)
	pits distribution	E-W trend, length:1700m, width:150m±
	geomorphology	alluvial flat plain and surrounding gentle slope
	geology	most of the pits are distributed in the alluvial plain gentle slope consists of laterite (pitholith and debris) and some floats of tourmaline sandstone, biotite granodiorite and quartz
	gold occurrence	alluvial sediments, laterite, (quartz vein?)
	Au assay results (Au>=0.1g/t)	-
4 Kékoro D	location	1305.9~1308.1Nord, 708.7~709.5Est (UTM grid)
	pits distribution	northern part: 550m×150m
		central part: 200m×80m
		southern part: 400m×150m
	geomorphology	northern part: gentle slope surrounding laterite plateau
		central part: alluvial flat plain
		southern part: gentle slope between a river and a laterite plateau
	geology	northern part: outcrop of psammitic schist, floats of granite porphyry, meta-conglomerate and quartz
central part: alluvial sediments		
southern part: alluvial sediments and laterite (pitholith, debris)		
gold occurrence	alluvial sediments, laterite, (quartz vein?)	
Au assay results (Au>=0.1g/t)	-	

Tableau II-1-1(2) Liste des zones minéralisée du secteur Kékoro

5 Kékoro E	location	1303.5~1304.5Nord, 707.4~708.0Est (UTM grid)
	pits distribution	pits distribution:30m×60m, silicified zone:500m×20m
	geomorphology	flat plain and hills on laterite plateau
	geology	silicified rhyolite dyke with quartz vein, dolerite stock and biotite hornfels
	gold occurrence	silicified rhyolite dyke, (quartz vein?)
	Au assay results (Au>=0.1g/t)	silicified rhyolite dyke: 0.2g/t
6 Kékoro F	location	1312.2~1312.5Nord, 708.0~708.4Est (UTM grid)
	pits distribution	400m×250m
	geomorphology	top of the hill of Kébekourou
	geology	saprolite, weathered peritic schist and altered porphyritic rocks
	gold occurrence	pitholith and saprolite
	Au assay results (Au>=0.1g/t)	pitholith:0.4g/t, saprolite:2.7g/t