

Chapitre I

Chapitre I Généralité

Section 1 Introduction

1-1 L'arrière-plan de la recherche

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

Cette année est la première année du projet. La recherche hydrologique, la recherche du sol et du sédiment au lit d'une rivière, la recherche de la flore et la faune, la recherche archéologique ont été effectuées.

1-2 L'objectif de la recherche

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

1-3 L'étendue de la recherche

L'étendue de la recherche se situe au sud-ouest de la République du Mali, à 30~150 km au sud-est de la capitale, Bamako. Elle est la zone entourée par les six points ci-dessous liés l'un à l'autre par la ligne droite, dont la superficie est 11.300 km². Nous montrons la carte présentant la position de la zone de la recherche dans la Figure 1-1-1.

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

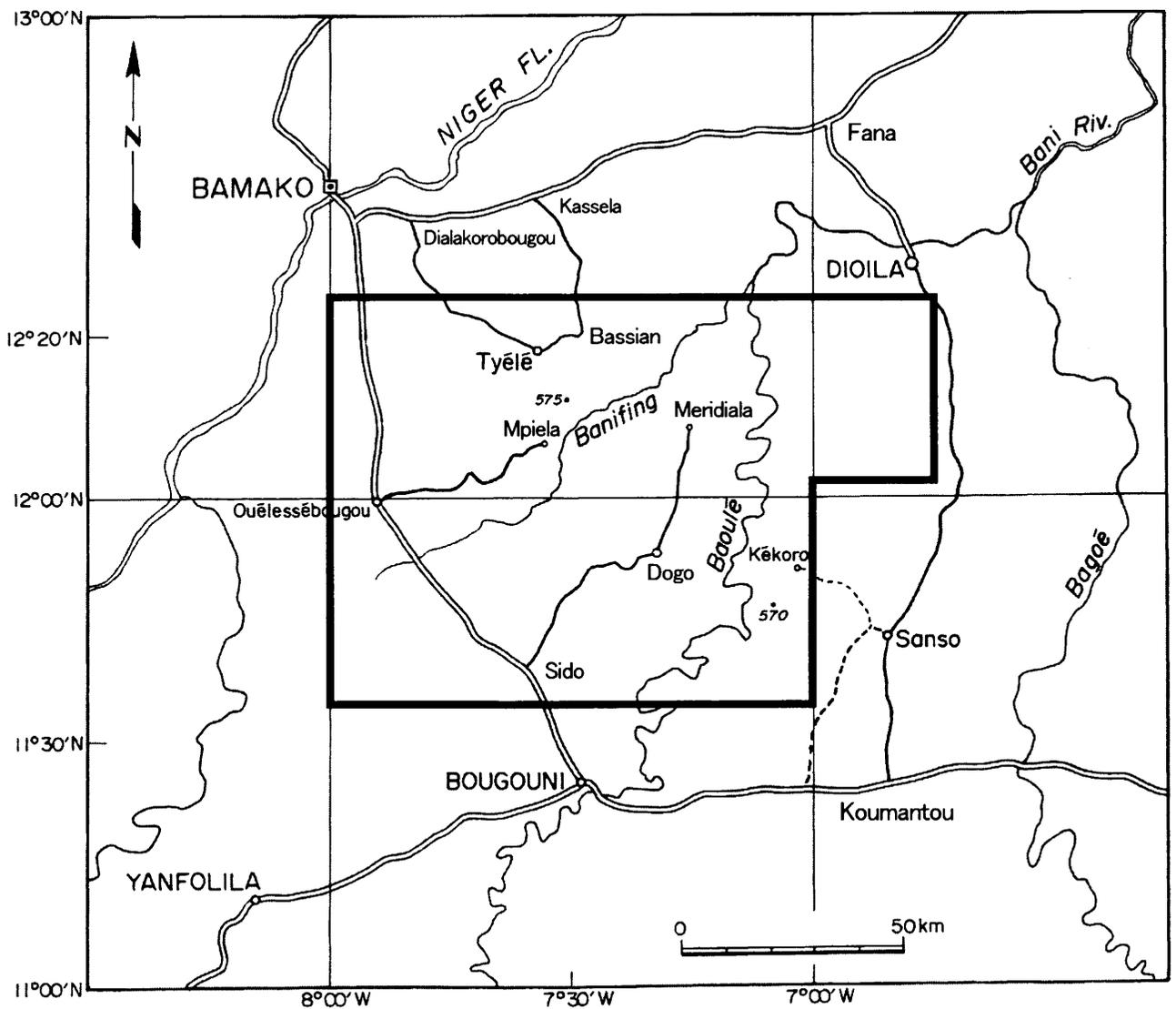
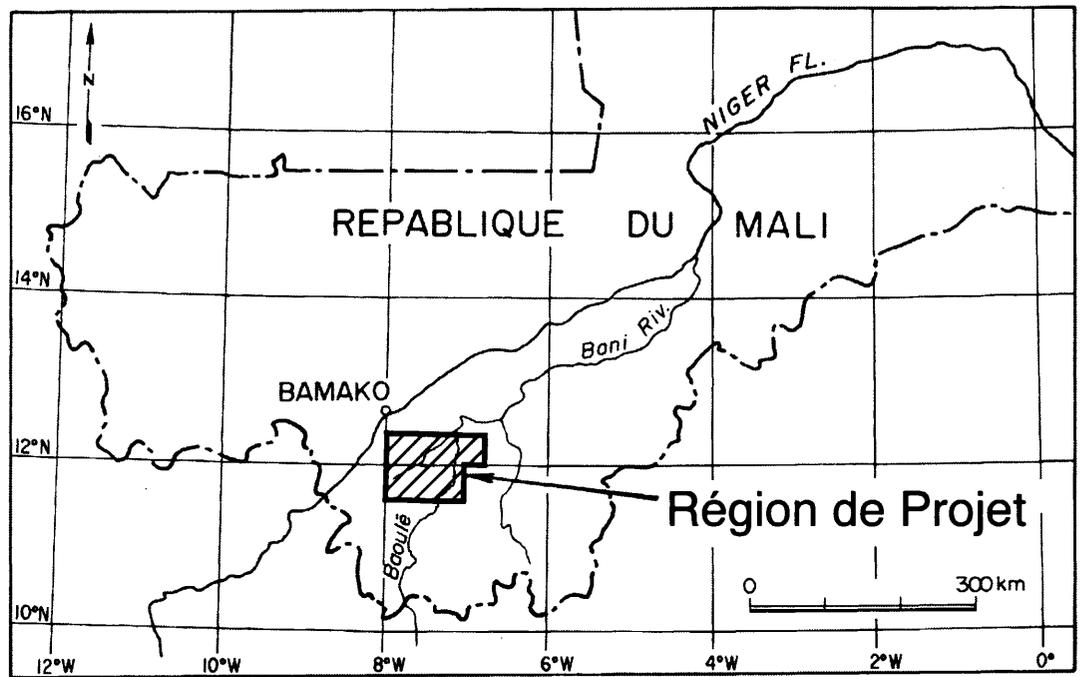


Figure 1-1-1 Carte de la position géographique de la zone de la recherche

1-4 Le contenu de la recherche

La recherche est constituée de la recherche hydrologique (la recherche de l'eau sur la surface de la terre, le forage, la recherche de l'eau souterraine, l'élaboration de la carte topographique, le recueillement des informations météorologiques), la recherche du sol et du sédiment au lit, la recherche de la flore et de la faune, et la recherche archéologique. Nous montrons le contenu et la quantité de la recherche dans le Tableau 1-1-1.

Tableau 1-1-1 Contenu et la quantité de la recherche

Rubrique	Quantité	Contenu des travaux
1. Etude hydrologique		
Les eaux de surface	10 points	Mesure de la qualité d'eau du fleuve (*1) sur place et analyse sommaire au laboratoire (*2)
Réalisation des sondages mécaniques	4 trous; totale de 160 m de long	MJMB-E1~E4 Inclinaison à verticale (-90 degrés)
Etude des eaux souterraines	3 forages existants et 11 forages à réaliser	Mesure de la qualité d'eau souterraines (*1) sur place et analyse sommaire au laboratoire (*2)
Cartographie	Toute la région d'étude	Réalisation de la carte topographique de la région à l'échelle de 1: 50 000
Collecte des données météorologiques	Un (1) point	Prise des données concernant la température, l'humidité, la direction et la vitesse du vent, l'ensoleillement et les précipitations Collecte des données météorologiques existantes sur les conditions climatiques dans le passé
2. Etude du sol et des alluvions (sédiments fluviaux)		
Etude du sol	200 échantillons	Analyse chimique (*3) Zone faisant l'objet: à l'est de 7 degrés 30 minutes de longitude ouest
Etude des alluvion (sédiments fluviaux)	50 échantillons	Analyse chimique (*3) Zone faisant l'objet: Toute la région d'étude
3. Etude de l'aspect de flore	Toute la région d'étude	Saisir les aspects de flore par la collecte des données existantes et par l'étude de terrain et les matérialiser sur la carte à l'échelle de 1: 100 000
4. Etude de l'aspect de faune	Toute la région d'étude	Saisir les aspects de faune sur la base des données existantes
5. Etude archéologique	Toute la région d'étude	Saisir la distribution des vestiges, des monuments historique et des héritages curturelles sur la base des données existantes

(1*) : 5 éléments ; pH, température, conductivité électrique, oxygène dissous et turbidité

(2*) : 13 éléments : COD ,Cu, Zn, Cr, Fe, Mn, Ni, Mo, As, F, B, CN, Cr⁶⁺

(3*) : 29 éléments: Au, Al, Sb, As, Ba, Be, Bi, Cd, Ca, Cr, Co, Cu, Fe, Pb, Mg, Mn, Hg, Mo,
Ni, P, K, Ag, Na, Sr, Ti, W, V, Zn, CN

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

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

(1) L'équipe pour la négociation sur la convention

* Japonaise

YOKOYAMA Shigeru	(Directeur, MMAJ)
HIRAI Koji	(JICA)
FUJII Noboru	(MMAJ)
NUIBE Yasunori	(MMAJ)
NAKUI Koji	(MMAJ, London office)

* Malienne

Modibo COULIBALY	(National Director, DNGM)
Ibrahima SISSOKO	(Deputy Director, DNGM)
Fatiaga KONE	(Director, PDRM)
Hassimi B. SIDIBE	(DNGM)
Seydou KEITA	(Coordonnateur, PAMPE)
Lassana GUINDO	(DNGM)
Emanuel THERA	(DNGM)
Mohamed KEITA	(Chef Division, SMEC P.I)

(2) L'équipe de la recherche sur le terrain

* Japonaise

ONUMA Takumi	(Chef, SUMICON)
NISHIMOTO Hirotaaka	(SUMICON)
ITO Yasunori	(SUMICON)

* Malienne

Mme COULIBALY OUMOU	(DNGM)
Issa COULIBALY	(DNGM)
Youssouf OUATTARA	(DNGM)

(3) Le directeur sur le terrain

TSUJIMOTO Takafumi	(MMAJ)
NUIBE Yasunori	(MMAJ)

JICA: L'Agence Japonaise de Coopération Internationale
MMAJ: L'Agence d'Exploitation des Métaux du Japon
DNGM: Direction Nationale de la Géologie et des Mines
PDRM: Programme de Développement des Ressources Minérales
SUMICON: Sumiko Consultants Co., Ltd.

1-6 La durée de la recherche

La recherche sur le terrain a été effectuée du 18 décembre 2000 au 15 février 2001. Les travaux de l'analyse et la rédaction du rapport ont été faits du 16 février 2001 au 23 mars 2001.

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

2-1 La situation géographique

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

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

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

2-2 Le trafic

Le seul moyen de déplacement de la capitale Bamako vers la zone de la recherche est la voiture. Les routes au sein de la zone et son pourtour sont en principe

divisées en trois d'après la situation routière, et les types de voitures qui peuvent circuler (Figure 1-1-1, et 1-2-1).

① La route nationale bitumée

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

Dans l'ouest de la zone de la recherche, il existe la route nationale N° 7 qui parcourt du sud au nord, en reliant Bamako et Bouguni. C'est la seule route bitumée dans la zone. Au nord de la zone de la recherche, il y a la route nationale N° 6 qui parcourt de l'est à l'ouest, en reliant Bamako et Ségou. Au sud, la route nationale N° 7 parcourt de l'est à l'ouest, en reliant Bamako et Sikasso.

② Les axes non-bitumés

Bien que ce ne soient pas bitumés, les voitures, les autobus, et les camions peuvent parcourir sur ces axes. Le 4×4 peut parcourir à vitesse de 30~40km à l'heure.

Au centre de la zone de la recherche, il y a une route d'environ 65km qui part de Sido de la route nationale N° 7 vers la direction nord-est, en passant par Dogo, et menant à Meridiala. Dans la partie ouest de la zone, il existe une route d'environ 40km, qui part d'Ouelessebougou de la route nationale N° 7 vers la direction de l'est, en menant à Mpiela. D'ailleurs, il y a une route qui part de Dialakorobougou de la route nationale N° 6 vers la direction de sud-est, en passant par Tyele et Bassian qui se situent dans le nord-ouest de la zone de la recherche, en revenant à Kassela de la route nationale N° 6. Dans la partie est de la zone, il existe l'axe qui part de Fana de la route nationale N° 6 vers la direction du sud, en passant par Dioila, Sanso, en menant à Koumantou de la route nationale N° 7.

③ Les chemins non-bitumés de vie quotidienne

Comme la largeur de ces chemins n'est pas grande, et la situation de la surface est mauvaise, seule 4×4 peut parcourir ce type de chemin. Les habitants utilisent quotidiennement ces chemins en voiture à l'âne, en vélo, et à pied. Ces chemins de vie se développent en réseaux, en reliant les villages, qui se situent à 3~5km de distance l'un à l'autre dans la zone de la recherche. Même 4×4 ne peut parcourir qu'à vitesse de 10~15km à l'heure.

Dans la zone de la recherche, l'axe ne s'est pas développé, mais comme la densité de la répartition des villages est haute, les chemins de vie s'est bien développés.

Cependant, comme il n'y a pas de pont qui traverse les deux rivières Baoulé et Bafining qui coulent dans la zone, l'accès est en général difficile. Concernant la rivière Banifing, dans la saison sèche, le cours d'eau s'interrompt dans certains points où le 4×4 peut traverser. Dans la saison des pluies, l'eau s'arrête dans les petits lits d'un torrent et dans les terrains creux si bien que même le 4×4 ne peut pas parcourir les chemins de vie.

Dans la Figure 1-2-1, nous montrons le temps nécessaire pour le 4×4 de parcourir dans la zone de la recherche et son pourtour. Sur les chemins de vie, la vitesse moyenne sera 10~12km à l'heure. A propos, la distance entre Bougouni et la frontière ouest touchant la République de Guinée est près de 110km. La distance entre Bougouni et la frontière sud touchant la République de Côte d'Ivoire est près de 120km. Enfin, la distance entre Bougouni et la frontière est touchant Burkina Faso est près de 240km.

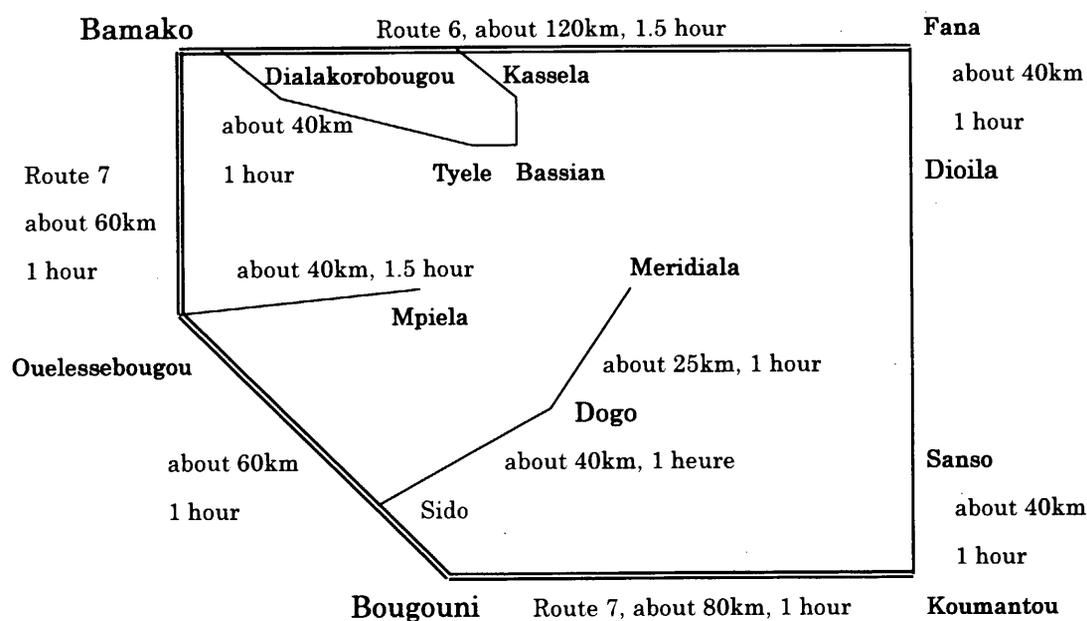


Figure 1-2-1 Carte sommaire des routes principales autour de la zone de la recherche

2-3 La topographie

La zone de la recherche est une quasi-plaine avec peu de relief, de 300~400m d'altitude, qui devient en général plus haute vers le sud. Le sol tropical qui a subi fortement l'action de latérite s'est vastement développé, et beaucoup de plateaux de la

hauteur de 10~30m formés de la croûte de fer-alumina (la croûte de latérite) se répartissent vastement dans toute la zone de la recherche. De plus, beaucoup de petits plateaux (inselberg) de la hauteur de 100-200m formés des roches magmatiques basiques et des roches métamorphiques se répartissent dans la partie sud-est et nord-est de la zone. [Photo 1 / Annexe]

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

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

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

Comme la pente des rivières est très douce, et la quantité de précipitation pendant la saison des pluies n'est pas importante, l'action de l'érosion linéaire est faible, et l'action du ruissellement de l'érosion en feuille (*sheet erosion*) semble forte. En général, les rivières petites et moyennes représentent la forme concave profondément creusée à la face transversale. Leur largeur est étroite; leur pente aux bords est presque verticale. Leur hauteur des bords est certains mètres. Mais, il existe aussi des rivières dont la largeur est grande, et la pente des bords est très douce. Il nous semble qu'une telle différence résulte de la quantité et la vitesse de l'eau courante.

2-4 Le réseau hydrographique

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

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

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

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

Les eaux présentent une forme de l'écorce, et leur densité et fréquence sont en général basses. En particulier, sur les plateaux de la croûte de latérite, les eaux ne se développent que très peu. Au contraire, sur la pente de ces plateaux et sur les collines, la densité des eaux est un peu plus haute. La partie sud-est de la zone de la recherche est riche en inselbergs, en constituant plus de relief que les autres parties, si bien que la densité des eaux est haute (cf. Figure 2-1-1).

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

2-5 Le climat

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

- ars~mai: peu d'humidité et la température maximale et minimale sont hautes.
- juin~octobre: beaucoup d'humidité et la température maximale est haute, tandis

que la température minimale est basse.

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

La température maximale en mars et en avril est près de 40°C, et en août, environ 30°C. La température minimale en avril et en mai est environ 25°C, en décembre, près de 15°C. L'humidité maximale en avril est environ 65%, en février et en mars, près de 15%. Il y a peu de précipitations pendant la période entre décembre et mars. Entre juillet et septembre, elle dépasse 200mm par moi. La précipitation annuelle est 1.000~1.100mm. Dans la Tableau 1-2-1, nous montrons le moyen mensuel de la température, de l'humidité, des précipitations à Bamako.

Tableau 1-2-1 Données mensuelles du climat à Bamako

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

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

2-6 La flore

La flore autour de la zone de la recherche appartient à la frontière entre la zone de Soudan et la zone de Soudan-Guinée. Son caractère est la répartition en mosaïque des forêts peu denses et des prairies. Il y a aussi beaucoup de terres cultivées, où les mils, les maïs, les cacahouètes, les cotons, et les légumes sont cultivés. A part ceux-ci, il existe aussi les fermes de mangue, et la plantation d'eucalyptus.

En ce qui concerne la situation naturelle de la flore, les arbres de la hauteur de 5~20m et les brousses de quelques mètres de hauteur se mêlent, et parmi ces arbres, les plantes herbacées, principalement les chaumes, se répartissent. Pendant la saison sèche, la plupart des herbes flétrissent. Mais les feuilles de la plupart des arbres ne tombent pas. Dans la saison sèche, on brûle traditionnellement les champs.

La flore est plus dense le long des rivières, et peu dense sur les plateaux de la croûte de latérite. Théoriquement, on peut considérer qu'il y a plus de plantes du nord vers le sud à cause de la condition du climat telle que l'humidité et les précipitations.

Mais, en fait, il n'y a pas beaucoup de variation de la flore, bien qu'elle existe localement.

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

2-7 La géologie

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

L'extrême sud de la République du Mali se constitue du complexe Birrimien qui est le craton de l'Afrique Occidentale dans l'ère protérozoïque et la granite batholitique qui pénètre dans ce complexe. Le complexe Birrimien est répandu dans la bande de 10km de largeur, et quelques cents kilomètres de longueur, et subit généralement le métamorphisme faible (phase de schiste vert). Le même type de couche se trouve partout dans la République de Guinée et la République de Côte-d'Ivoire. Le centre de la République du Mali se constitue de la roche sédimentaire à la fin de l'ère protérozoïque, et les parties nord et est se constituent de la roche sédimentaire de l'ère paléozoïque et mésozoïque.

La plupart de la zone de la recherche, excepté la partie nord-est, est le complexe Birrimien et la granite batholitique qui y pénètre. Le complexe Birrimien est divisé en couche supérieure où le groupe de la roche volcanique (le metabasalte, l'andésite, le tuf) est riche, et en couche inférieure où le groupe de la roche sédimentaire (le schiste cristallin, l'arkose, la grauwacke) est riche. Le groupe de granite se compose principalement de la biotite granodiorite à petit et moyen grain, dont une partie est constituée de la granodiorite gneisseuse. Dans la zone de la recherche, le taux de répartition du groupe de granite et le complexe Birrimien est à peu près 6 : 4. Dans le complexe Birrimien, l'existence de la zone minéralisée de l'or est reconnue. Autour de la présente zone, il existe beaucoup du gisement et la zone de la minéralisation de l'or.

2-8 L'environnement social

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

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

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

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

Section 3 Les données existantes relatives à la zone de la recherche

3-1 La recherche dans le passé

Il nous semble qu'aucune exploitation de la région à grande échelle n'a pas été réalisée dans la zone de la recherche, que la recherche comme le nôtre, c'est-à-dire la recherche basique de l'environnement, et la recherche de l'évaluation pour l'environnement n'ont plus été effectuées. Il existe la mine d'or de Morila qui se situe au sud de Sanso, à 20km de distance à l'est de l'extrême sud-est de la zone de la recherche. Cette mine vient de commencer tout récemment l'opération en octobre 2000. Dans cette mine, l'exploration a commencé en 1997, et F/S y compris la recherche de l'évaluation pour l'environnement a été achevé en 1999.

Autour de la zone de la recherche, il existe beaucoup de zones de la minéralisation de l'or. Jusqu'à présent, les explorations suivantes des ressources minérales ont été effectuées.

① A partir de 2000

Nom: Recherche minière dans la zone de Baoulé-Banifing, République du Mali
Etendue: la moitié nord de la zone de la présente recherche
Organisation exécutive: MMAJ, DNGM

② A partir de 2000

Nom: Recherche de la structure géologique étrangère
Etendue: la partie centre-est, le bassin de la Baoulé, à l'est de Dogo
Organisation exécutive: OMRD (Overseas Mineral Resources Development Co., Ltd.)

③ 1997~2000

Nom: Recherche minière dans la zone de Kekoro-Baoulé-Banifing, République du Mali
Etendue: la zone de la présente recherche, excepté la partie sud-ouest et l'extrême nord-est
Organisation exécutive: MMAJ, DNGM

④ 1991~1995

Nom: Recherche minière dans la zone de Bougouni, République du Mali
Etendue: la moitié sud de la présente recherche, et la région étendue au sud
Organisation exécutive: MMAJ, DNGM

⑤ 1972~1974

Etendue: la partie centrale extrême est de la présente recherche, autour de Kékoro
Organisation exécutive: SONAREM (Société Nationale de Recherches et
d'Exploitation Minière) avec l'aide de Belgique

3-2 La situation environnementale de la zone de la recherche

La zone de la recherche peut être considérée comme commune rurale, étant riche en nature. Il n'existe pas de grande ville, ni d'équipement d'usine, ni d'activité industrielle. Sauf la route nationale N7, la circulation de la voiture est très peu. C'est la raison pour laquelle on peut penser qu'il y a peu de pollution à cause de la matière chimique moderne, ni de produit artificiel qui puisse affecter gravement l'environnement naturel. Pourtant, cela ne signifie pas qu'il y a beaucoup de nature vierge. Les habitants vivent dans la plupart des régions, et il y a peu de zone où l'on ne peut pas reconnaître aucune activité humaine comme la culture des produits agricoles ou le pâturage. En ce qui concerne l'industrie, l'agriculture et l'élevage en tant que l'industrie première sont principaux, et il existe peu de l'industrie seconde et tierce.

Comme nous avons déjà vu, l'exploration du gisement de l'or s'est faite constamment dans la présente zone de la recherche. Ainsi, l'exploitation de mine peut être un des développements industriels les plus probables. Si une telle exploitation s'effectue dans cette zone de la recherche, les effets négatifs prévus pour l'environnement seront comme suit.

- L'environnement social

Le changement de l'activité économique, du trafic, et de l'équipement de vie, la perte des ruines et des biens culturels, l'émergence des déchets

- L'environnement naturel

Le changement de la topographie, des eaux fluviales et des eaux souterraines, le changement de l'habitat des animaux et des plantes. Le changement du climat.

La perte de la forêt.

- La pollution

La pollution des eaux, du sol, de l'air. Le bruit. La vibration.

Parmi ces articles pour l'évaluation environnementale, la présente recherche effectue principalement les données basiques sur l'environnement naturel et la pollution. En d'autres termes, en obtenant les données basiques de l'environnement avant l'exploration avancée, nous avons pour but de les comparer avec les données de la recherche pour l'évaluation environnementale juste avant l'exploitation et les données de contrôle après l'exploitation.

Autour de la zone de la recherche, il existe les trois mines suivantes. La mine de Kalama se situe d'environ 80km au sud-sud-ouest de la zone de la recherche, en amont de la rivière Bale qui coule à la partie ouest de la zone, vers le nord. Cette mine est maintenant fermée. La mine de Morila se situe d'environ 20km à l'est de la zone de la recherche. Elle se trouve en amont de la rivière Koba, un affluent de la rive gauche de la rivière Bagoé qui coule vers le nord, à la partie est de la zone de la recherche. La mine de Syama se situe d'environ 160km au sud de la zone de la recherche, en amont de la rivière Bagoé qui coule vers le nord, à la partie est de la zone. Comme ces mines ne se situent pas au sein des bassins des rivières qui coulent dans la zone de la recherche, elles n'exercent directement aucune influence environnementale sur la qualité du sol et de l'eau dans la zone de la recherche.

3-3 Les lois concernant l'environnement

Nous présentons ci-dessus les lois et les règlements concernant l'évaluation et la conservation de l'environnement, qui existent dans la République du Mali. Nous joignons ces documents en tant que les documents joints (Appendices 13-16).

- ① Portant Institution de la Procédure d'Étude d'Impact sur l'Environnement
Primature, Secrétariat Général du Gouvernement, République du Mali
Décret No.99-189/ P-RM du 5 Juil. 1999
- ② Recueil des Textes Legislatifs et Règlementaires en Matière de Gestion des Ressources Forestières Fauniques et Halieutiques
Direction Nationale de la Conservation de la Nature, 1999
- ③ Directives Techniques Préliminaires en Matière d'Évaluation Environnementale
Direction Nationale de la Géologie et des Mines, 1998
- ④ Relative à la protection de l'Environnement et du Cadre de Vie
LOI No.91-047/ AN-RM, 1993
Présidence de la République, Secrétariat Général du Gouvernement, République du Mali

Dans N°1, la procédure de l'étude d'impact sur l'environnement est déterminée. Là-dessus, l'objectif de l'étude d'impact sur l'environnement est défini comme la prévention de la destruction de l'environnement et la sauvegarde de la vie des habitants à l'occasion de la réalisation du projet. D'ailleurs, l'étude d'impact sur l'environnement est déterminée comme le discernement et l'identification, la liste de description, et l'évaluation de l'impact apporté par le projet sur les hommes, les êtres vivants et les

plantes sauvages, le sol, l'air, le climat, et le paysage, ainsi que de l'interaction entre ces éléments, le patrimoine culturel, et les autres biens matériels.

Dans N°2, la détermination concernant les articles suivants est extraite: la sauvegarde des ressources forestières, la sauvegarde des animaux sauvages et leur habitat, la sauvegarde des poissons et la loi de pêche, la fixation et la sauvegarde de la zone commune régionale, le prix de location pour le terrain de la chasse, etc., le prix officiel de la redevance pour le défrichement de la forêt, la perception des impôts dans le cas de l'abattage au sein du domaine national forestier. Dans cette détermination, l'abattage de 11 espèces de l'arbre, et la capture de 22 espèces des animaux sauvages et les êtres vivants aquatiques sont interdits.

Bien que ces lois soient déterminées, les valeurs de critère concernant la qualité de l'eau, du sol, et de l'air ne sont pas encore fixées.

Section 4 L'analyse synthétique du résultat de la recherche

4-1 L'environnement naturel

La topographie de la zone de la recherche est une quasi-plaine avec peu de relief, de 300~400m d'altitude. Le sol tropical qui a subi fortement l'action de la latérite s'est vastement développé. En ce qui concerne le climat, la distinction de la saison des pluies avec la saison sèche est claire. La moyenne annuelle de la température et la précipitation annuelle sont respectivement environ 27°C et 1.000mm. Seul le courant principal de la Baoulé garde régulièrement l'eau pendant toute l'année. Le courant principal de la Banifing devient les flaques intermittentes d'eau pendant la saison sèche. Tous les autres affluents ne gardent l'eau que dans la saison des pluies, et se dessèchent presque complètement pendant la saison sèche, bien qu'il reste localement des flaques. Les nappes aquifères existent à la frontière entre le sol de latérite et la roche, ou bien dans la fissure des roches, et leur coefficient de transmissibilité $10^{-4} \sim 10^{-5}$. D'après l'examen de la montée des eaux par le forage, ce coefficient de transmissibilité peut être considéré comme valeur moyenne dans la zone de la recherche.

Le bilan hydrologique change fortement entre la saison des pluies et la saison sèche. Dans la saison des pluies, il fait en général nuageux avec la haute humidité, et peu d'évaporation. C'est la raison pour laquelle les précipitations affluent dans les rivières, ou s'infiltrent dans le sous-sol, et le niveau de l'eau souterraine augmente. Dans la saison sèche, il n'y a plus de précipitations. Il fait toujours beau avec la basse

humidité, et beaucoup d'évaporation. Ainsi, la plupart des rivières se dessèchent, et le niveau de l'eau souterraine diminue.

En ce qui concerne le caractère de la flore dans la zone de la recherche, les forêts et les prairies se répartissent d'une façon espacée, en forme de mosaïque. Il reste beaucoup d'environnement naturel, mais il y a aussi beaucoup de terre cultivée. Les céréales comme les mils, les cacahouètes, les cotons, et les légumes sont cultivés. La flore est dense au bord des rivières, et peu dense sur les plateaux de la croûte de latérite.

La flore et le bilan hydrologique changent fortement entre la saison des pluies et la saison sèche. Dans cette dernière, la plupart des rivières se dessèchent, et les plantes se flétrissent en même temps.

4-2 L'environnement social

La zone de la recherche peut être considérée comme commune rurale. Les céréales diverses comme les mils et les cotons sont cultivés, et fournis aux villes voisines comme Bamako, Bougouni, Dioila. De plus, cette zone produit les animaux domestiques comestibles, et les bois et les charbons comme combustible.

L'électricité et le téléphone ne sont fournis que les villages qui bordent la route nationale. Les charbons sont utilisés en tant que les combustibles pour la cuisine. Les villageois obtiennent de l'eau pour la vie quotidienne en utilisant les puits traditionnels ou les puits de l'eau qu'on puise en appuyant sur une pédale.

Dans la vie quotidienne, les moyens principaux de transport sont les vélos et les pieds. Pour le transport des produits, les voitures à l'âne et les vélos sont utilisés. Sur les axes principaux, les autobus, les voitures, et les motos parcourent quotidiennement, mais la circulation n'est pas intense.

Jusqu'à présent, les effets négatifs à l'environnement naturel sont principalement ceux qui sont liés directement à la vie des habitants tels que l'évacuation de l'eau ménagère, l'évacuation non traitée des égouts, les déchets quotidiens, les champs brûlés, et il n'existe pas les effets négatifs à cause de l'industrie minérale. Il est prévu que ces effets augmentent dans un futur parallèlement au développement de l'agriculture, l'augmentation de la population, le changement du mode de vie, et la vulgarisation des produits industriels.

Section 5 Conclusion et proposition

5-1 Conclusion

Le climat dans la zone de la recherche est divisé en deux: la saison des pluies entre mai et octobre et la saison sèche entre novembre et avril. La recherche de la première année a été effectuée dans la saison sèche stable, à savoir pendant la période entre décembre 2000 et février 2001.

La recherche hydrologique se constitue de l'élaboration de la carte topographique, la recherche par le forage, la recherche de l'eau sur la surface de la terre et du sous-sol, et la recherche du climat. Nous avons foré quatre trous, et avons prélevé l'eau du sous-sol, en obtenant le coefficient de transmissibilité de 10^{-4} ~ 10^{-5} par l'expérience de transmissibilité. D'après le résultat de l'analyse de la qualité de l'eau de 5 échantillons de l'eau des rivières et de 14 échantillons de l'eau souterraine, la teneur des éléments métaux est très basse sauf le fer. Il n'y avait pas de valeur qui provoque un problème. Nous avons installé le système automatique de l'observation du climat dans le village de Dogo, et avons établi le système d'observation continue de la température, de l'humidité, de la quantité de précipitations, de la direction et la vitesse du vent, et de la quantité du soleil. Ainsi, nous avons commencé l'observation. En utilisant l'image de satellite de SPOT (Satellite pour l'Observation de la Terre), nous avons établi la carte topographique à l'échelle de 1/50.000 et avons effectué l'analyse de la topographie et du réseau hydrographique.

En ce qui concerne la recherche du sol et du sédiment au lit, nous avons prélevé 200 échantillons du sol et 50 échantillons du sédiments au lit, en les envoyant à l'analyse chimique. La teneur du groupe des métaux lourds dans le sol et le sédiment au lit est généralement basse. La teneur des composants nocifs tels que CN, Cd, Hg, Cr, As, Pb est également basse. Les échantillons de haut teneur de la plupart des composants sont dus à la géologie, à la minéralisation, et à la topographie. Mais une partie de ces échantillons devraient être dus aux effets négatifs artificiels de l'environnement.

D'après les lois concernant la préservation de l'environnement, l'abattage de 11 espèces de l'arbre, et la capture des 22 espèces des animaux sont interdits. Cependant, les valeurs de critère sur la qualité de l'eau, du sol, et de l'air ne sont pas encore fixées.

Concernant la recherche de la flore, il n'y a aucune espèce propre qui se répartit uniquement dans la présente zone. En outre, il n'y a pas d'espèce précieuse. Nous avons lu la situation de la répartition de la flore par la recherche sur les lieux et par l'image de la couleur fausse synthétique de SPOT, et avons effectué la répartition de la

flore. La flore se varie selon la topographie. Du point de vue de la relation entre la flore et la topographie, la flore est plus dense au bord des rivières qui est riche en arbres, et peu dense sur les plateaux de latérite.

En l'état actuel, les grands animaux terrestres sauvages existent rarement dans la zone de la recherche. Par rapport à l'état général du Mali, la zone de la recherche est riche en flore, et beaucoup d'oiseaux peuvent être observées. Il n'y a aucune espèce qui vit uniquement dans la zone de la recherche. Il n'y a non plus aucune espèce précieuse. D'après la recherche archéologique, nous avons confirmé les tombes qui ont été construites pendant la période entre VII et XI siècle dans la zone de Dogo.

La zone de la recherche est la région rurale. Il n'y a pas de grande ville, ni l'équipement industriel moderne. A part la route national N°7, on ne constate que très peu de circulation. Ainsi, il existe peu des produits industriels, des produits chimiques, et des produits nocifs. Les effets négatifs à l'environnement naturel pourraient être négligeables. Or, l'activité des habitants est très développée, y compris la culture des produits agricoles, et le pâturage des animaux domestiques. Il est prévu que les effets négatifs à l'environnement tels que la disparition des forêts, l'évacuation non traitées des eaux ménagères, le déchet des matières chimiques croissent parallèlement à l'augmentation de la population et à l'amélioration du niveau de la vie des habitants. La politique pour la préservation de l'environnement dans le Mali ne se sont pas développée que récemment. Il est important d'obtenir les données basiques de l'environnement dans les meilleurs délais. Elles vont servir au développement de l'industrie et l'étude d'impact sur l'environnement.

5-2 Proposition pour la deuxième année

D'après le résultat de la recherche de la première année, nous proposons les points suivant comme l'objet de la deuxième année. L'objectif de la recherche sera l'obtention des données d'arrière-plan, et le recueillement des documents basiques concernant la préservation de l'environnement.

① La recherche du sol

- Dans la partie à l'ouest de la longitude ouest 7°30' (la partie non recherchée), nous allons prélever les échantillons du sol comme la première année, et effectuer l'analyse chimique.
- Pour les points où la géologie basique est claire, nous allons prélever beaucoup

d'échantillons du sol par chaque division de la géologie, effectuer l'analyse chimique pour plus de composants, et faire l'analyse statistique.

② La recherche de la roche

- Nous allons effectuer la recherche chimique des roches diverses (la roche graniteuse, le groupe de la roche métasédimentaire, le groupe de la roche métamagmatique, le groupe de la roche magmatique basique, la roche altérée par la minéralisation, etc.), et examiner et comparer les résultats de l'analyse de la roche et du sol.

③ La recherche sur la qualité de l'eau

- Nous allons prélever l'eau des rivières et l'eau souterraine dans la saison des pluies, et effectuer l'analyse sur la qualité de l'eau.
- Nous allons effectuer l'analyse de haute précision sur la qualité de l'eau concernant les composants nocifs (Cd, Pb, Hg, As, etc.) et la matière organique telle que la pesticide.

④ La recherche hydrologique

- Nous allons effectuer l'observation du climat, la recherche de la quantité des rivières, et l'observation du niveau de l'eau souterraine, et l'analyse sur la qualité de l'eau dans la saison des pluies et dans la saison sèche. Ainsi, nous allons effectuer l'analyse sur la quantité fixe du bilan hydrologique.
- Nous allons récupérer les données du climat que nous sommes en train d'observer, et effectuer l'analyse.

⑤ La recherche de la flore

- Nous allons confirmer le résultat de la répartition de la flore qui a été obtenu par la lecture de l'image satellite pendant la première année.
- Par la recherche sur le terrain et l'image satellite pendant la saison des pluies et la saison sèche, nous allons saisir la transformation saisonnière de la flore.

⑥ La recherche de la faune et la recherche archéologique

- Suite à la première année, nous continuons de recueillir les documents, et effectuer la recherche sur le terrain en cas de besoin.

⑦ La recherche des lois

- Nous recueillons les lois concernant la préservation de l'environnement et la protection de la nature.

⑧ La recherche des bruits et de la vibration

- Nous mesurons continuellement le niveau des bruits, en saisissant l'arrière-plan.
- Nous mesurons continuellement le niveau de la vibration, en saisissant l'arrière-plan.

En ce qui concerne la recherche sur la qualité de l'eau, la recherche hydrologique, et la recherche de la flore, il faut les effectuer dans la saison des pluies où l'eau coule dans les rivières, et la flore est riche. Compte tenu de l'objet de la recherche, il est préférable de les effectuer dans la seconde partie de la saison des pluies (septembre~octobre). Concernant la recherche du sol et de la roche, il faut les effectuer dans la saison sèche stable (janvier~février), car il est difficile de circuler les routes de la vie quotidienne des habitants pendant la saison des pluies.