

Agence Japonaise de Coopération Internationale(JICA)

Institut Géographique du Burkina(IGB)

Ministère des Infrastructures, de l'Habitat et de l'Urbanisme

**ETUDE
SUR
LA CARTOGRAPHIE DE BASE DANS
LA REGION DU SUD-OUEST
AU
BURKINA FASO
RAPPORT PRINCIPAL**



MARS 2001

Aero Asahi Corporation

SSF

JR

01-38

ETUDE SUR LA CARTOGRAPHIE DE BASE DANS LA REGION DU SUD-OUEST AU BURKINA FASO
RAPPORT PRINCIPAL
MARS 2001
SSF

Taux de change

1 FRF = 100 FCFA = 18.21 J.YEN (Juin 2000)

Agence Japonaise de Coopération Internationale(JICA)

Institut Géographique du Burkina (IGB)

Ministère des Infrastructures, de l'Habitat et de l'Urbanisme

**ETUDE
SUR
LA CARTOGRAPHIE DE BASE DANS
LA REGION DU SUD-OUEST
AU
BURKINA FASO**

RAPPORT PRINCIPAL

MARS 2001

Aero Asahi Corporation



1164978{7}

Avant-propos

En réponse à la requête du Gouvernement du Burkina Faso, le Gouvernement du Japon a décidé de réaliser une Etude sur la cartographie de base de la région Sud-ouest au Burkina Faso et a confié cette étude à l'Agence japonaise de coopération internationale (JICA).

Entre novembre 1998 et février 2001, la JICA a délégué sur place par quatre fois une mission d'étude conduite par M. Kokichi KIMURA, d'Aero Asahi Corporation.

La mission a eu des échanges de vues avec les autorités concernés du Gouvernement du Burkina Faso, et a effectué des études sur le site d'étude. Après le retour de la mission au Japon, l'étude a été approfondie et le rapport ci-joint a été complété.

Je souhaite que ce rapport contribue à la promotion du projet et au renforcement des relations entre nos deux pays.

Pour terminer, je tiens à exprimer mes remerciements sincères aux autorités concernées du Gouvernement du Burkina Faso pour leur coopération avec les membres de la mission.

Mars 2001



Kunihiko SAITO

Président

Agence japonaise de coopération internationale

Mars 2001

M. Kunihiko SAITO
Président
Agence japonaise de coopération internationale

Lettre de présentation

Nous avons le plaisir de vous soumettre le rapport final de l'Etude sur la cartographie de base de la région Sud-ouest au Burkina Faso.

Ce rapport a été rédigé sur la base des conseils et suggestions de la partie japonaise et des organismes concernés du Gouvernement du Burkina Faso concernant l'établissement du projet susmentionné. Par ailleurs, les échanges de vues concernant l'ébauche du rapport final établie qui ont eu lieu à Ouagadougou incluent le point de vue de l'Institut Géographique du Burkina (IGB) du Ministère des Infrastructures, de l'Habitat et de l'Urbanisme.

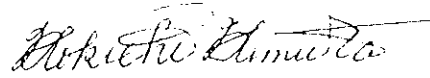
La présente étude a pour objectif la compilation de la carte topographique nationale au 1/50.000^e pour les 20.600 km² de la région Sud-ouest, essentielle pour le développement économique du Burkina Faso, ainsi que le transfert technologique des techniques pour la carte topographique nationale.

Pour atteindre cet objectif, le passage de la cartographie analogique à la cartographie numérique, ainsi que des normes techniques, équipements, informations de cartographie numérique et cartes topographiques nationales ont été mis en place. Par ailleurs, des données de base SIG ont été établies à partir des informations topographiques numériques, et des SIG pilotes ont été présentés par séminaire.

Nous souhaitons effectuer les propositions suivantes sur la base des résultats de cette étude. La diffusion du SIG utilisant des données de base SIG permettra de promouvoir efficacement les activités des organismes définissant les mesures à prendre, et aidera au développement durable de lutte contre la pression de la désertification. L'emploi du système de cartographie numérique établi laisse espérer la promotion pour tout le pays de la carte topographique nationale et de l'établissement de données de base SIG.

Nous souhaitons saisir cette occasion pour exprimer notre sincère gratitude aux personnes concernées de la JICA, ainsi que du Ministère des Affaires étrangères et du Ministère du Territoire, des Infrastructures et du Transport. Nous souhaitons également exprimer notre profonde gratitude aux personnes concernées de l'Institut Géographique du Burkina du

Ministère des Infrastructures, de l'Habitat et de l'Urbanisme et des organismes concernés pour l'assistance et les conseils qu'ils nous ont prodigués.



Kokichi KIMURA

Chef des Ingénieurs-conseils

Equipe de l'Etude sur la cartographie de base
de la région Sud-ouest au Burkina Faso



Echange des procès-verbaux signés



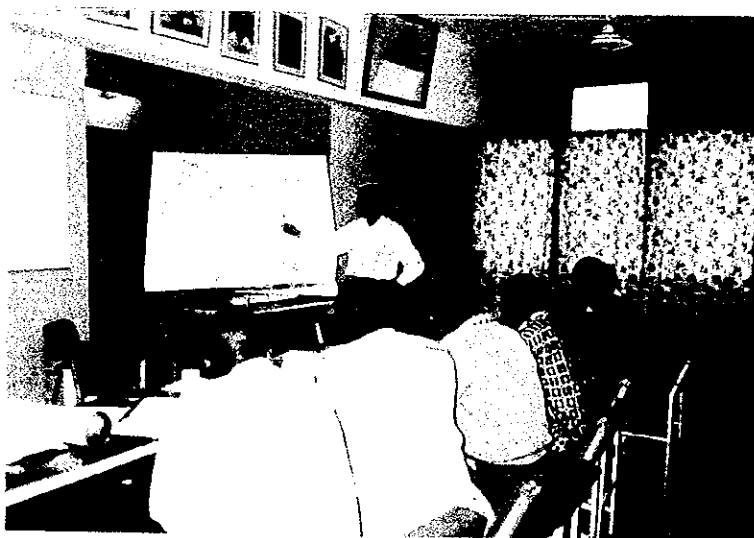
Comité de gestion de l'IGB



Comité de gestion de l'IGB



Vue de la zone d'étude



Concertation technique concernant le nivellement



Vue d'observation du nivellement



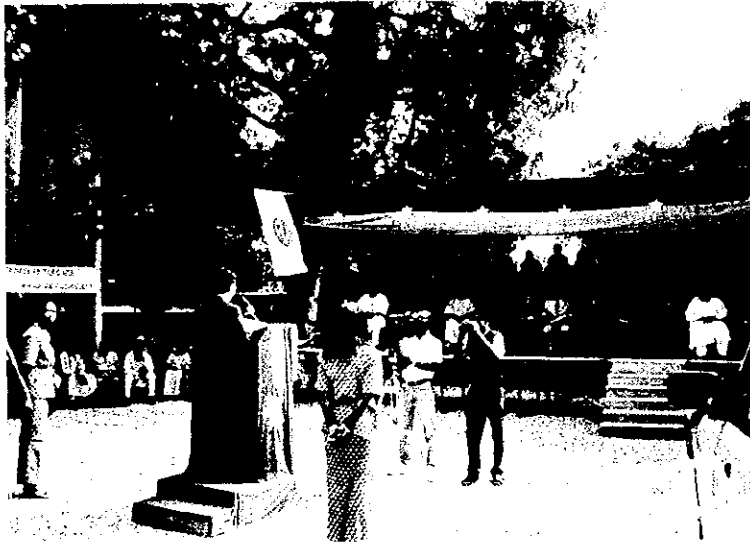
Explication des installations aménagées



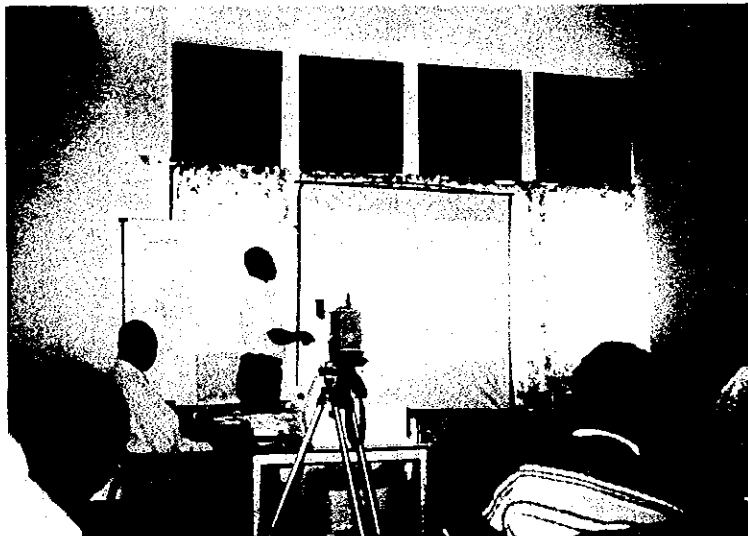
Formation OJT pour la cartographie numérique



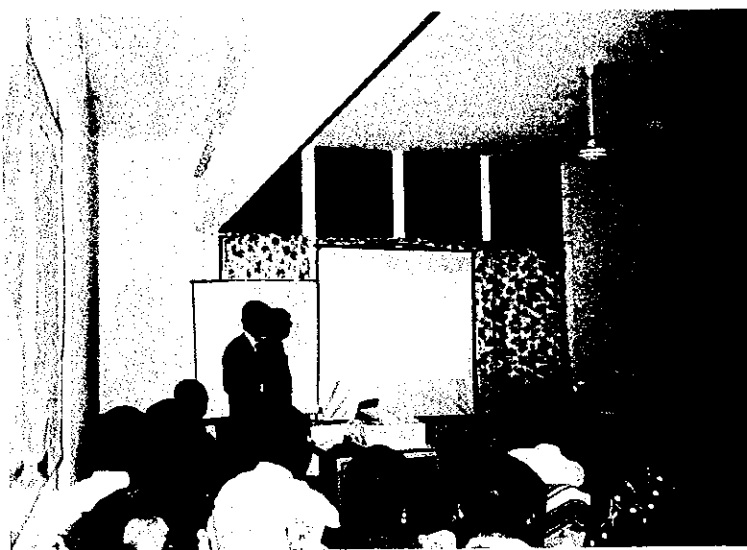
Concertation technique sur place de l'étude sur site



Cérémonie d'ouverture du séminaire



Présentation technique des homologues lors du séminaire



Présentation technique des membres de la mission lors du séminaire

Table des Matières

1. INTRODUCTION.....	2
1.1. texte de l'étude	2
1.2. Objectifs de l'étude.....	3
1.3. Composition des résultats finaux du projet	4
2. APERCU DE LA ZONE D'ETUDE ET CONDITIONS TECHNIQUES.....	5
2.1. Priorité de l'établissement de la carte topographique nationale de la partie sud-ouest.....	5
2.2. Etat de l'établissement des cartes topographiques nationales au Burkina Faso	7
2.3. Projet d'établissement de la carte topographique nationale.....	9
2.4. Faisabilité de la carte topographique nationale du Burkina Faso.....	9
3. PLAN DE L'ETUDE.....	13
3.1. Objectifs de l'étude.....	13
3.2. Plan de l'étude.....	15
3.3. Orientation de l'exploitation	16
4. DESCRIPTION DE L'ETUDE	17
4.1. Aménagement du système de cartographie numérique pour la BNDT au 1:50.000	17
4.2. Formation du personnel de gestion et d'exploitation du système de cartographie numérique pour la BNDT au 1:50.000	34
4.3. Compilation de la carte topographique nationale au 1/50.000è de la partie sud-ouest et des données topographiques numériques	40
4.4. Développement du SIG pilote en utilisant des données e base	52
5. RECOMMANDATIONS	59
5.1. Contexte des recommandations	59
5.2. Propositions pour l'utilisation de la carte topographique nationale au 1:50.000 et des données topographiques numériques	63
5.3. Propositions pour la maintenance des informations cartographiques numériques et de la carte topographique nationale au 1:50.000	66
5.4. Proposition pour l'accélération de la compilation de la carte topographique nationale au 1:50.000 pour tout le pays et de données topographiques numériques	67

Tableau

Tableau 1 Résultats de l'étude des compétences techniques des techniciens.....	11
Tableau 2 quipements en possession de l'IGB.....	12
Tableau 3 Polices de caractères enreSIGtrées	27
Tableau 4 Fonctions du logiciel de personnalisation et types de logiciel	30
Tableau 5 Méthode de formation du personnel d'exploitation du système par processus, responsables, périodes, manuels etc.	35
Tableau 6 Liste du personnel prévu pour la formation sur le tas.....	36
Tableau 7 Rubriques et volume des activités pour la cartographie topographique de la partie	51
Tableau 8 Nombre de feuilles établies pour la compilation de la carte topographique nationale au 1:50.000 et projet de compilation	68
Tableau 9 IGB Personnes en clé et Membres de la mission d'Etude	76

Figure

Figure 1 Sites de l'étude au Burkina Faso	1
Figure 2 Précipitation au Burkina Faso	1
Figure 3 Composition des résultats finaux du projet	4
Figure 4 Etat des études sur les bas-fonds (a, b)	7
Figure 5 Index cartographiques des cartes topographiques nationales au 1/200.000è et 1/500.000è	7
Figure 6 Projet d'établissement de la carte topographique nationale au 1/50.000è	9
Figure 7 Carte de distribution des points de contrôle	10
Figure 8 Carte de distribution des repères géodésiques	10
Figure 9 Plan de base du système de cartographie numérique de la carte topographique nationale au 1:50.000	14
Figure 10 Amélioration des fonction du système de cartographie numérique pour la carte topographique nationale au 1:50.000.....	18
Figure 11 Installations existantes pour les levés de triangulation aérienne et amélioration des installations	19
Figure 12 Exemple de fenêtre de gestion de la précision de lecture des coordonnées modèles.....	20
Figure 13 Amélioration des installations du processus de cartographie numérique	23
Figure 14 Aménagement des installations pour les processus de compilation numérique, structuration des symboles cartographiques et structuration des données de base SIG	24
Figure 15 Structure des logiciels de base pour les processus de cartographie numérique, de compilation numérique, de structuration des symboles cartographiques et des données de base SIG	25
Figure 16 l'écran du menu des fonctions de remplacement des symboles.	27
Figure 17 Menu d'entrée principal.....	28
Figure 18 Menu d'entrée des notes	28
Figure 19 Menu d'entrée secondaire	28
Figure 20 Processus de compilation de la carte et de l'étude pour la mise en place des données cartographiques numériques et processus d'exécution de l'étude ...	43
Figure 21 Structure des cibles photogrammétriques.....	44
Figure 22 Zone à triangulation aérienne effectuée par formation sur le tas.....	48
Figure 23 Zone à cartographie numérique effectuée par formation sur le tas	49
Figure 24 Zone pour laquelle la compilation numérique, la structuration des symboles de cartographie numérique et la structuration des données de base SIG ont été effectuées avec formation sur le tas.....	49
Figure 25 Carte hydrologique établie avec le SIG simple.	53
Figure 26 Perspective à vue d'oiseau pour l'identification des bas-fonds	55
Figure 27 Etat des routes, formations de villages aux environs des bas-fonds.....	55
Figure 28 Distribution des enfants par unité de maille aux environs du Département Gaoua	57
Figure 29 Quadrillage des environs des écoles existantes du Département Gaoua	57
Figure 30 Sélection de l'emplacement d'une nouvelle école selon le principe du centre de Christaller.....	58
Figure 31 Données images des bâtiments des écoles.....	58
Figure 32 Caractéristiques régionales de la progression de la désertification (illustration 7).....	60
Figure 33 Image vue par le satellite dans la nuit montrant, la densité des activités humaines dans les régions de Soudan et de Sahel	60
Figure 34 Exemple de simulation de l'évolution de l'environnement par développement du bassin fluvial du Mékong en utilisant une carte mondiale	62

Figure 35	Période d'exécution par processus pour la compilation de la carte topographique nationale et des données topographiques numériques etc.	69
Figure 36	Programme et organigramme de l'étude	70
Figure 37	Plan des levés de points de contrôle et de points de contrôle de classe 2 GPS71	
Figure 38	Plan des nivellements de classe 3	72
Figure 39	Carte du projet de prise de photos aériennes.....	73
Figure 40	montre la carte d'indice de la carte topographique nationale au 1/50.000è établie.....	74
Figure 41	La représentation cartographique et les normes d'acquisition des données numériques	75

Annexes 1

Annexe 1	Etendue des travaux sur la cartographie de base dans la région du sud-ouest au Burkina faso	1
Annexe 2	Procès verbal de réunion portant sur l'étendue des travaux sur la cartographie de base dans le sud-ouest du Burkina faso (Le 3 Août 1998).....	11
Annexe 3	Procès verbal sur le repport de commencement de l'étude sur la carte topographique de base de la région du sud-ouest au Burkina faso (Le 8 Décembre 1998).....	14
Annexe 4	Procès verbal de l'étude sur la carte topographique de base dans la région du sud-ouest au Burkina faso (Le 17 Mars 1999)	21
Annexe 5	Procès verbal de la réunion sur le rapport d'avancément et celui intermédiaire de l'étude pour la cartographie de base dans la région du sud-ouest au Burkina faso (Le 28 Juillet1999).....	24
Annexe 6	Procès verbal de la réunion sur le rapport d'avancément et celui intermédiaire de l'étude pour la cartographie de base dans la région du sud-ouest au Burkina faso (Le 16 Août 1999).....	27
Annexe 7	Procès verbal de la réunion l'évolution de l'étude cartographie de base dans la région du sud-ouest du Burkina faso (Le 31 janvier 2000)	30
Annexe 8	Procès verbal de la réunion sur le rapport d'avancément pour la cartographie de base dans la région du sud-ouest au Burkina faso (Le 03 Juillet 2000)	36
Annexe 9	Procès verbal de la réunion sur le rapport final de l'étude pour la cartographie de base dans la région du sud-ouest au Burkina faso (Le 15 Février 2001)	39
Annexe 10	Convention pour la mise en place d'un GIS pilote	42

Annexes 2

Annexe 1	Manuels
Annexe 2	Manuel de procédures pour la cartographie de base 1/50.000e

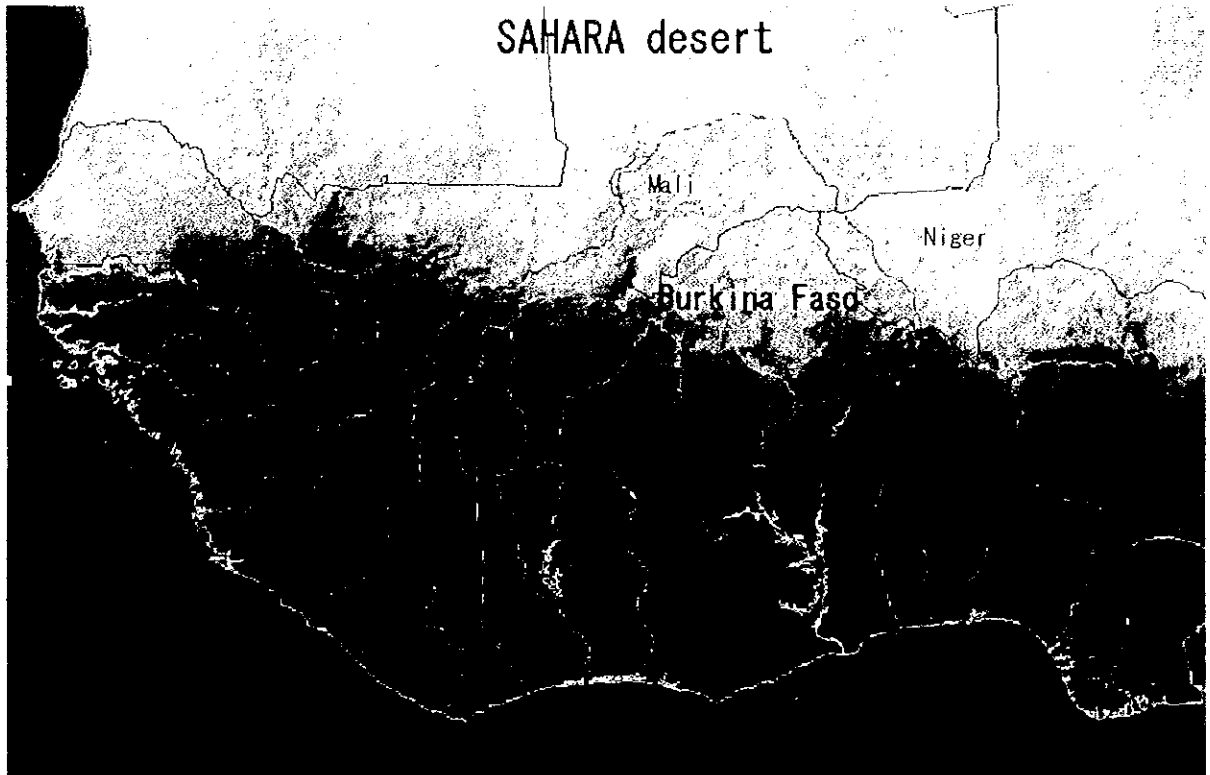
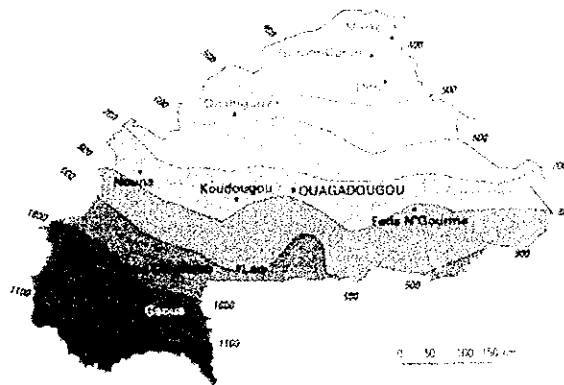


Figure 1 Sites de l'étude au Burkina Faso

Mean annual rainfall (in mm)
over a 30-year period, 1966-1995



Source: National Meteorological Department

Figure 2 Precipitation au Burkina Faso

SAHARA desert

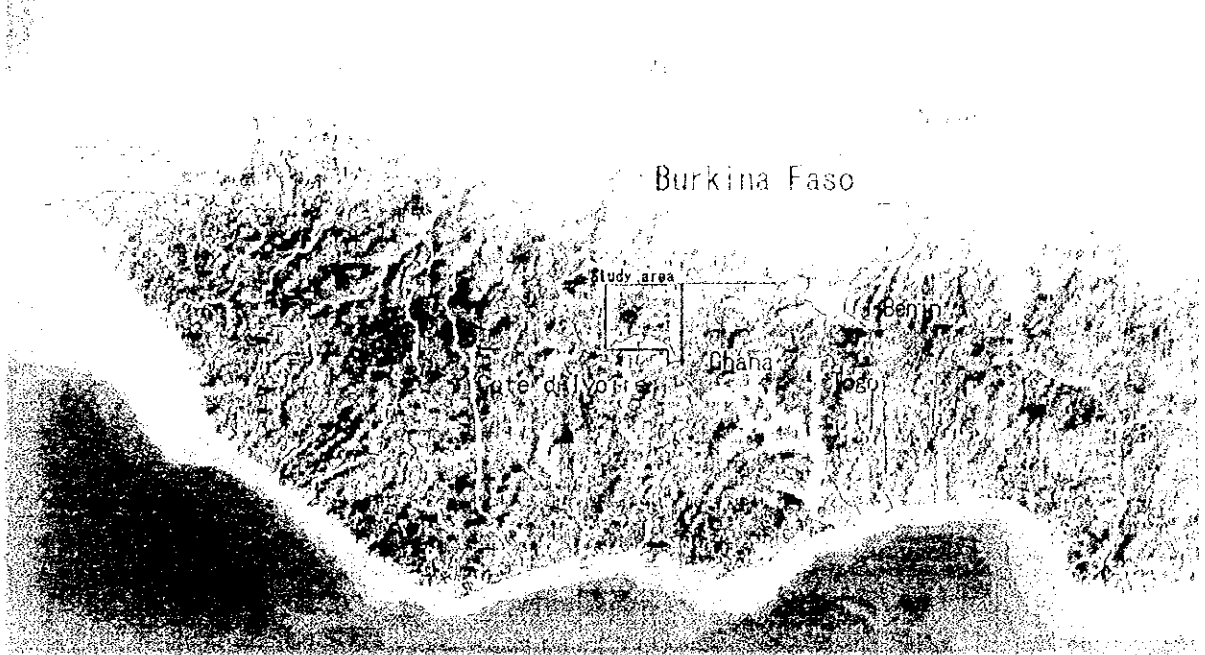


Figure 1 Sites de l'étude au Burkina Faso

Météo annual et journalier (in mm)
avec : Moyenne journalière (1964-1993)



Figure 2 Précipitation au Burkina Faso

1. INTRODUCTION

1.1. texte de l'étude

Le Burkina Faso est un pays d'Afrique Occidentale enclavé, situé à l'extrémité Sud du désert du Sahara, où la désertification a une influence grave sur l'environnement et sur le secteur agro-pastoral, (élément central sur lequel s'appuie l'économie). (Voir la Figure 1 Sites du projet au Burkina Faso.) Le Gouvernement du Burkina Faso qui satisfait au développement et à l'aménagement de l'ensemble du territoire conformément au 2nd Plan quinquennal de développement du territoire national, a été confronté à la nécessité de se doter de données générales sur le territoire national afin d'atteindre un développement économique en harmonie avec l'environnement, il a donc établi le Schéma Directeur de Cartographie et Territoire (SDCT) actuellement en cours d'exécution.

La zone de l'étude, située au Sud-Ouest du Burkina Faso, appartient à la zone climatique tropicale de type soudanais, elle a des ressources abondantes en eau, mais elle est peu peuplée dû à son climat de type tropical qui est propice aux maladies endémiques telles le ver de guinée, le trypanosoma, l'oncocerca. Son développement en alors été affecté. (Voir la Figure 2 Précipitation dans le Burkina Faso). Le gouvernement du Burkina Faso a réalisé une campagne d'éradication réussie de ces maladies endémiques avec l'assistance des Nations Unies, cela s'est traduit par la migration de populations vers la partie Sud-Ouest qui a engendré un accroissement des zones cultivées. Le PIB du Burkina Faso, bien qu'influencé par la sécheresse et la mauvaise pluviométrie augmente à long terme. Dans son ensemble, l'agriculture donne des résultats remarquables dans cette zone sahélienne pourtant à agriculture stagnante.

Le gouvernement du Burkina Faso poursuit des études de développement des bas fonds adaptés à la culture du riz et des études en vue de la construction des barrages pour les ressources en eau. Cela signifie aussi qu'il fait face au problème de passage à un degré de développement supérieur durable en harmonie avec l'environnement, et qu'il doit saisir des informations spatiales géographiques globales pour résoudre ce problème. Cela l'a amené à demander au gouvernement Japonais sa coopération technique pour l'étude et la réalisation de la carte topographique nationale de la zone du sud-ouest.

Le présent rapport décrit le concept du système de cartographie numérique pour l'établissement de la carte topographique nationale 1/50.000è, le concept du transfert technologique et de l'établissement des données spatiales géographiques, telles que données de base SIG orientées sur le développement des données, fruits de la coopération technique entre le Japon et le Burkina Faso doivent être gérées et améliorées dans le futur par le Burkina Faso.

1.2. Objectifs de l'étude

Le choix de la zone à cartographier s'est fait de commun accord entre la mission d'étude préparatoire et l'IGB conformément aux résultats de l'étude préliminaire. Les objectifs sont:

- (1) Réaliser une carte topographique à l'échelle de 1/50.000^e de la partie sud-ouest du Burkina Faso couvrant une superficie d'environ 20.600 km².
- (2) Effectuer un transfert technologique au profit des techniciens burkinabè intervenant dans le projet.

Introduire des nouvelles techniques tout en améliorant celles anciennes utilisées jusqu'ici. Ce seront:

(1) Cartographie

Pour la cartographie les données topographiques seront numériques pour la carte au 1/50.000^e des courbes de niveau auront une équidistance de 10 m.

(2) Processus d'édition et processus de structuration

La structuration de la base de données topographiques se fera par phases.

La durée de toute l'étude sera d'environ 30 mois.

Consultez l'Annexe pour les détails sur les autres contributions.

1.3. Composition des résultats finaux du projet

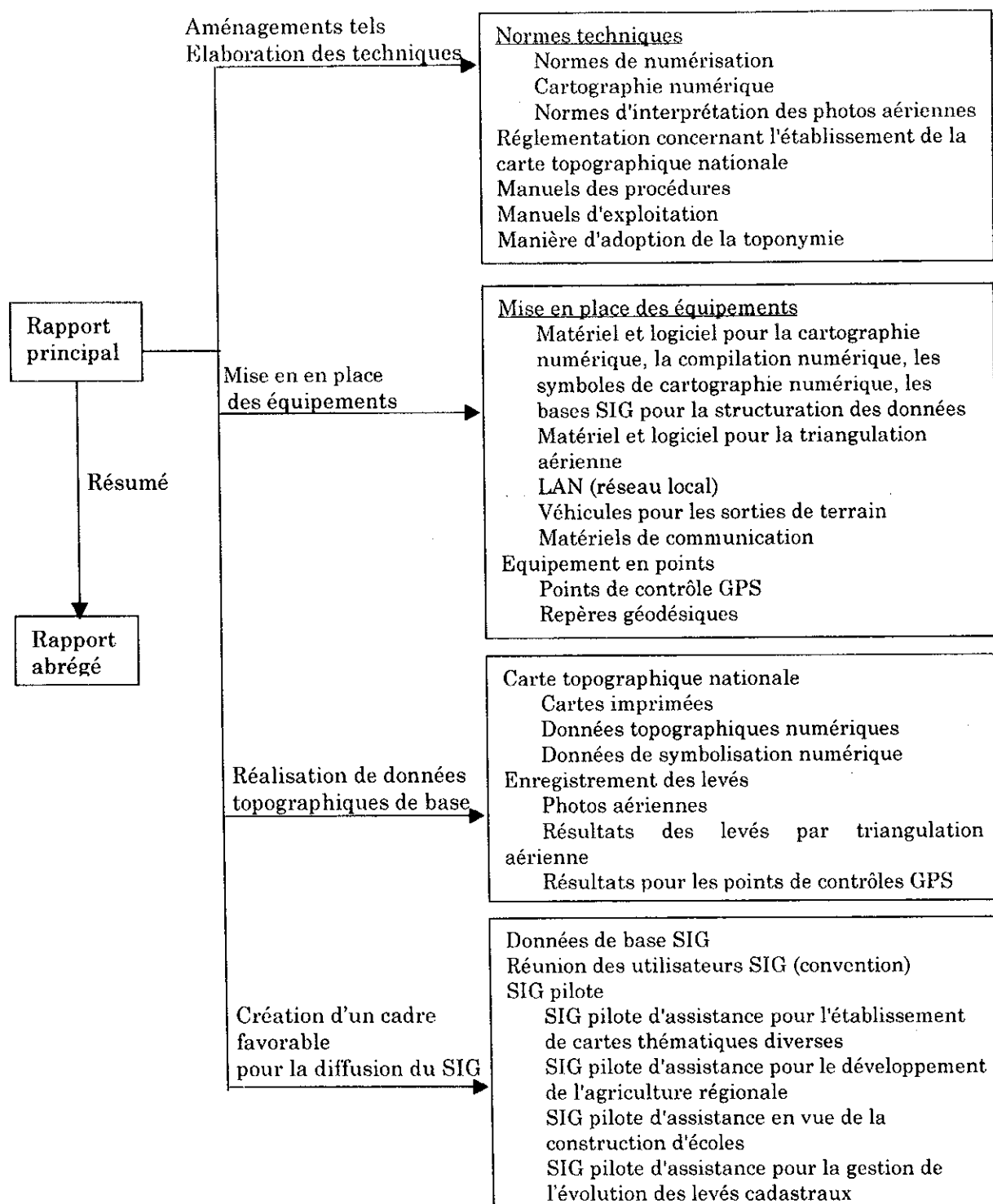


Figure 3 Composition des résultats finaux du projet

2. APERCU DE LA ZONE D'ETUDE ET CONDITIONS TECHNIQUES

2.1. Priorité de l'établissement de la carte topographique nationale de la partie sud-ouest

2.1.1. Orientation de l'économie du Burkina Faso et l'impact de la partie sud-ouest du pays

Le Burkina Faso est un pays en développement enclavé. Dans l'évaluation du PIB par tête d'habitant du Rapport de développement mondial 1991 de la Banque Mondiale, le Burkina Faso est classé 18e pays le plus pauvre parmi les 160 pays du monde. Comparé à sa 7e place en 1989, la situation semble beaucoup s'améliorer.

Environ 85% de la population active pratiquent l'agriculture et l'élevage, l'agriculture compte pour environ 30% dans le PIB, et les exportations de produits agricoles représentent plus de 60% des rentrées en devises.

Le pays dépendant essentiellement de l'agriculture pluviale, il a souffert de grandes sécheresses de 1972-73 et de celles de 1983-1984 qui ont provoqué des dommages considérables, avec des conséquences sur la production agricole.

Le retour des pluies en 1984 et 1985 ont permis un rétablissement remarquable de l'économie. Le PIB a enregistré un accroissement annuel record de 10,5%. Mais en 1987, avec l'installation tardive de la pluviométrie, le taux de croissance du PIB cette année-là a été de 7%. Puis avec la sécheresse de 1989, la production agricole ayant baissé le PIB a enregistré un taux de -0,4%.

Mais si l'on considère le taux de croissance du PIB sur une période de 1982 à 1990, le taux de croissance démographique était de 3% et la croissance moyenne réelle a dépassé 3,7%.

Cela est dû à la campagne d'éradication de l'oncocerca (maladie endémique de la région sud-ouest), énergiquement menée par le gouvernement et les Nations Unies. Le succès de cette campagne a permis la mise en valeur de la région sud-ouest qui est fertile, et dont les ressources en eau sont relativement abondantes. L'accroissement de la production agricole dans le sud-ouest a influé positivement sur la production totale du pays et sur le PIB.

La Figure 2 montre les particularités des précipitations dans la zone sud-ouest.

2.1.2. Niveau de développement élevé et nécessité d'un aménagement rapide

Les 1er et 4ème plans de développement ont été réalisés au Burkina Faso entre 1967 et 1986. Puis, le Premier plan quinquennal de développement national (1986-1990) a eu pour objectifs séparés (1) les investissements ciblés sur le secteur agricole et l'exploitation des ressources en eau en vue de l'autosuffisance alimentaire et de l'amélioration du niveau de vie (43% du montant total des investissements), (2) la prévention de la désertification par la sauvegarde de la forêt, et (3) la réduction du déficit de la balance commerciale.

Le Second plan quinquennal de développement national (1991-1996) a eu pour objectifs (1) l'augmentation de la production de l'agriculture et de l'élevage tout en maîtrisant l'équilibre social et environnemental (2) la stimulation des activités des entreprises à travers l'aménagement de l'environnement par l'investissement dans le secteur privé, (3) la réduction et le renforcement de l'efficacité du secteur public, et (4) le développement social par le renforcement des services, médical, agricole et l'éducation dans la région.

Le concept et le plan de développement de la région sud-ouest seront vus en détail dans cette démarche, mais il faut voir que le niveau de développement diffère qualitativement de celui réalisé par l'accroissement des terres agricoles dû au déplacement des populations et à l'éradication de la maladie endémique. A l'étape actuelle, le besoin en terres agricoles pèse lourd sur l'environnement naturel, et il est nécessaire de saisir les données spatiales du territoire de prévoir et développer le processus d'un développement permettant une production durable, et qui sauvegarde l'environnement naturel.

La région sud-ouest a non seulement des précipitations annuelles de plus de 1.000 mm, mais jouit également de bonnes conditions topographiques, avec des grands bas-fonds à sols fertiles baignés par les eaux du Mouhoun et de la Comoé. Il est évident que le développement d'une région génératrice de revenus par la culture de riz est une priorité pour le Burkina Faso et l'ensemble de la zone sahélienne.

Des études sur les bas-fonds sont actuellement en cours sous la direction des Nations Unies pour la concrétisation du concept de développement, mais la non disponibilité de cartes topographiques au 1/50.000^e a conduit à l'agrandissement de celles du 1/200.000^e à une échelle du 1/100.000^e. Les bas-fonds ont été interprétés à partir des photos aériennes au 1/50.000^e. Ces plans ont été agrandis au 1/50.000^e avant d'être restitués sur l'agrandissement au 1/100.000^e. Ce processus sera simplifié avec la réalisation de la carte topographique nationale au 1/50.000^e, c'est pourquoi il est souhaitable de se doter au plus tôt une carte topographique nationale au 1/50.000^e. (Voir la Figure 4.)

Une carte du sol au 1/100.000^e est établie à peu près de la même manière pour le plan de développement agricole régionale, mais là encore comme ci-dessus la carte au 1:50.000 doit être rapidement réalisée pour ce projet.

La non disponibilité de carte topographique nationale au 1/50.000^e complique les études pour le plan de développement actuellement en cours à cause de la faiblesse et de la précision des données existantes multipliant les coûts et les délais dans la conduite de l'étude.

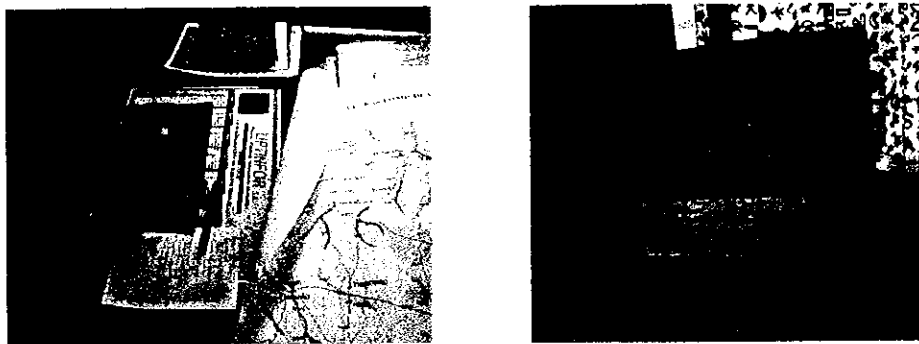


Figure 4 Etat des études sur les bas-fonds (a, b)

2.2. Etat de l'établissement des cartes topographiques nationales au Burkina Faso

L'organisme chargé de l'établissement des cartes topographiques nationales au Burkina Faso est l'Institut Géographique du Burkina, dépendant du Ministère des Infrastructures, de l'Habitat et de l'Urbanisme.

2.2.1. Carte topographique nationale au 1/200.000è

La carte topographique nationale qui couvre tout le territoire du Burkina Faso est une carte au 1/200.000è établie dans le cadre de la l'établissement des cartes de l'Afrique Occidentale par l'IGN- France à l'époque coloniale. Les prises de vues aériennes ont été effectuées entre 1956 et 1960. L'équidistance des courbes de niveau est de 40 m et le découpage des feuilles est de 1° en longitude et 1° en latitude, le pays étant couvert par 34 cartes.

2.2.2. Carte topographique nationale au 1:500.000

La carte topographique au 1/500.000è a été établie par édition - réduction à partir de la carte topographique nationale au 1/200.000è par l'IGN-France. (La Figure 5 indique les index cartographiques des cartes topographiques nationales au 1/200.000è et 1/500.000è).

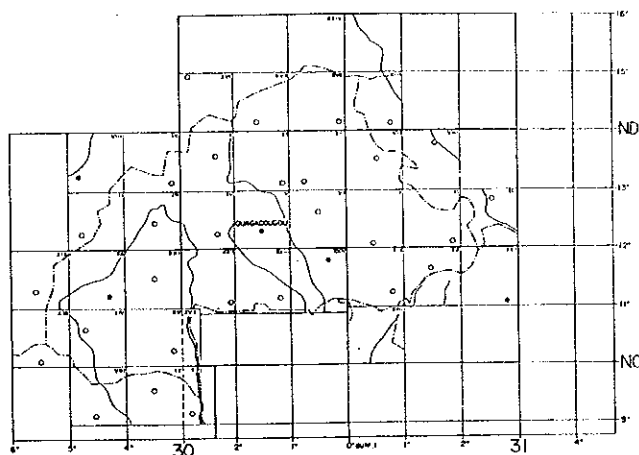


Figure 5 Index cartographiques des cartes topographiques nationales au 1/200.000è et 1/500.000è

2.2.3. Carte topographique nationale au 1/50.000è

La carte topographique nationale au 1/50.000è est un découpage en feuillets 15'x15' de la feuille du 1/200.000è. La surface représentée par chaque feuille est d'environ 740 km².

La numérotation de la carte topographique au 1/50.000è a été faite en divisant en quatre la carte topographique au 1/200.000è, dans l'ordre 1, 2, 3, 4 à partir de l'extrémité inférieure gauche de la carte, comme le montre la Figure 6 Projet d'établissement de carte topographique nationale au 1/50.000è. Chaque section a encore été divisée en 4 et les codes a, b, c, d ont été attachés à partir de l'extrémité inférieure gauche de la carte, comme le montre la Figure 6 Projet d'établissement de carte topographique nationale au 1/50.000è.

La Figure 6 indique la carte index pour la carte topographique nationale au 1:50.000 prévue et les feuilles déjà établies. Ces cartes topographiques nationales ont été réalisées avec.

- (1) l'équipement en matériels de l'IGB entre 1976 et 83 par des techniciens formés par les Pays-Bas.
- (2) L'aide financière suisse qui comprend des observations GPS, l'acquisition de deux récepteurs GPS pour l'implantation du réseau géodésique, et la formation technique.
- (3) la réalisation de la carte topographique au 1/50.000è en collaboration avec la société anglaise CLIDE sur un prêt de la Banque Islamique de Développement.

2.2.4. Cartes thématiques diverses

L'IGB a établi en dehors de diverses cartes topographiques des cartes thématiques dont les principales.

- Cartes à usage administratif: Carte au 1/1.000.000è, cartes régionales au 1/500.000è
- Carte principale au 1/1.000.000è
- Carte touristique et routière au 1/1.000.000è
- Carte linguistique: Etablissement en collaboration avec IRUSH
- Carte murale pour les écoles: Etablie en collaboration avec HATIER
- Guide de la capitale

En 1993, la Banque mondiale a accordé une aide financière pour l'introduction du SIG, et les équipements tels que numériseur, table traçante, logiciel de base SIG etc. ont été acquis. Par ailleurs, un stage de formation cours a été réalisé au Canada en vue de la réalisation de la base

nationale de données topographiques (BNDT) au 1/200.000^e est disponible dont l'utilisation va crescendo.

2.3. Projet d'établissement de la carte topographique nationale

2.3.1. Projet d'établissement de la carte topographique nationale au 1:50.000

La BNDT sera réalisée conformément au Schéma Directeur de Cartographie et Territoire (SDCT) décidé par le cabinet en 1990, avec comme plan en amont le second plan quinquennal de développement national. Ce projet est classé selon le degré de priorité pour l'exécution, selon la recommandation de réaliser les cartes de base au 1/50.000^e de l'Afrique occidentale adoptée par la Commission Economique pour l'Afrique (CEA) des Nations Unies et selon une enquête portant sur les besoins des organismes utilisateurs des cartes topographiques nationales du Burkina Faso.

L'élément le plus important dans le SDCT, c'est le projet d'établissement de la carte topographique nationale au 1:50.000, dont la Figure 6 indique l'étendue. La Figure 6 présente la zone que couvrira la "cartographie du sud-ouest".

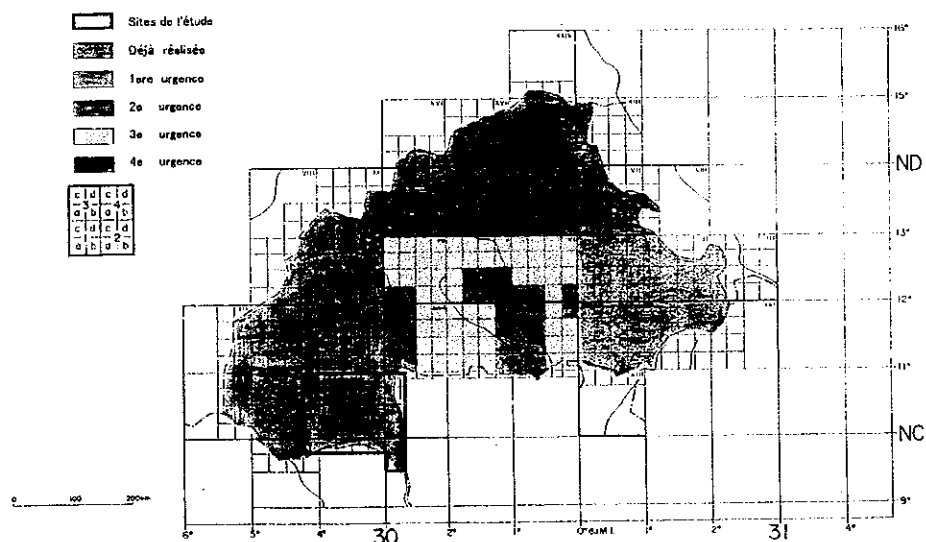


Figure 6 Projet d'établissement de la carte topographique nationale au 1/50.000^e

2.4. Faisabilité de la carte topographique nationale du Burkina Faso

2.4.1. Normes géodésiques

Les points de contrôle nationaux et le réseau de repères géodésiques garantissent la position horizontale et l'altimétrie pour l'établissement des cartes topographiques nationales. Au Burkina Faso, les points de repère géodésiques et les repères de nivellement sont correctement définis comme l'indique la Figure 7 Carte de positionnement des points de contrôle et la Figure 8 Carte de positionnement des points géodésiques. Dans la zone du projet, la densification des points de contrôle de classe 2 (GPS) et des points géodésiques de classe 3 sera nécessaire.

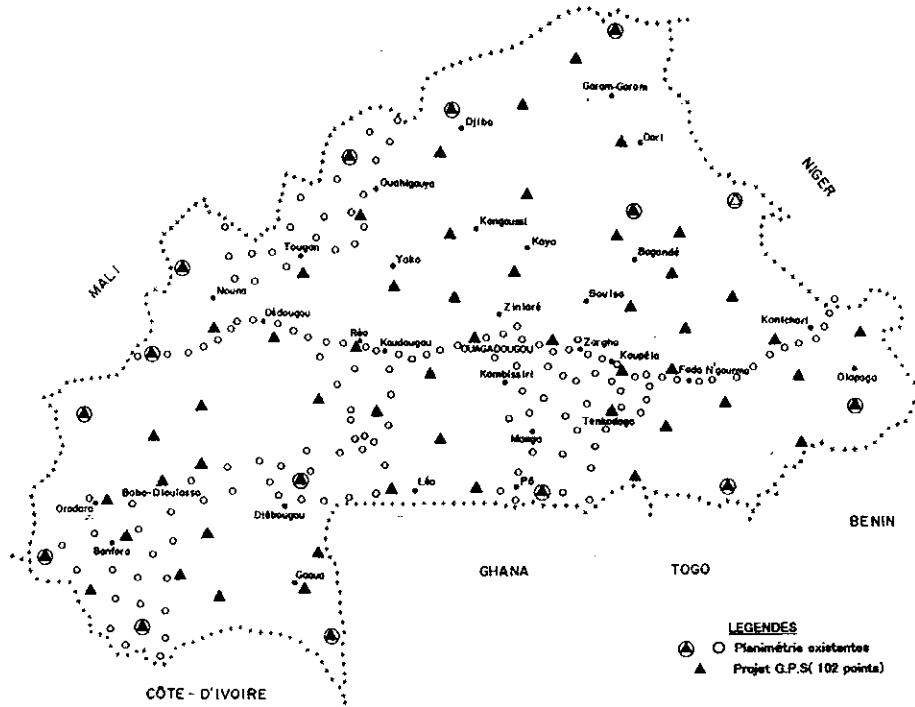


Figure 7 Carte de distribution des points de contrôle

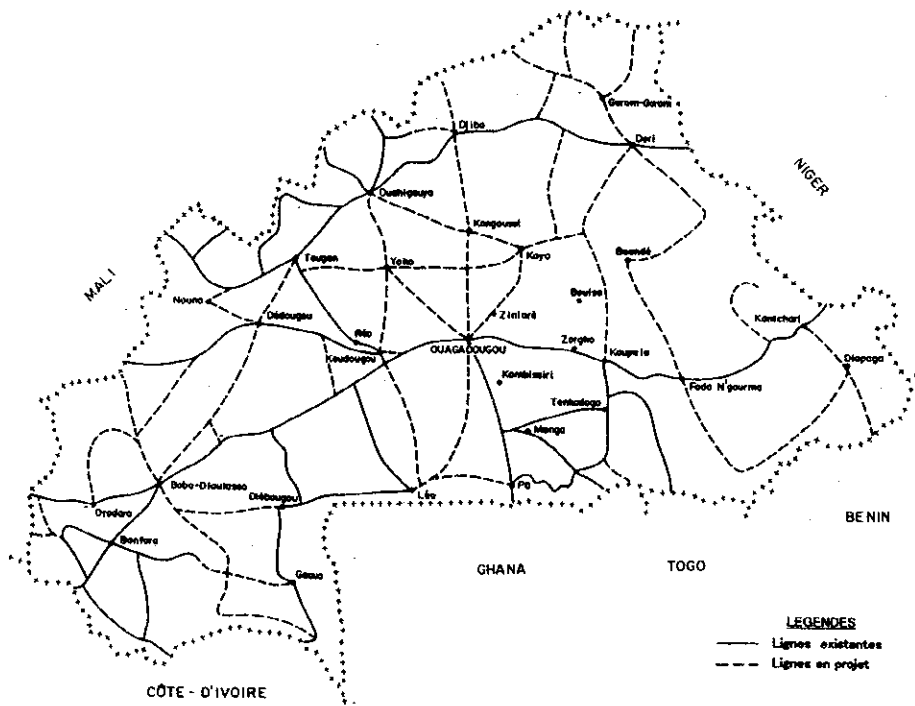


Figure 8 Carte de distribution des repères géodésiques

2.4.2. Compétences techniques des agents

Pour répondre à la demande de transfert technologique, une enquête orale concernant la procédure d'établissement des cartes topographiques nationales au 1:50.000 a été faite auprès des techniciens de l'IGB pour saisir leurs compétences techniques, des agents qui sont de deux groupes :

A - pour lequel des conseils techniques, des directives sont requis.

B - pour lesquels une formation est requise pour les techniques nouvelles introduites.

Tableau 1 Résultats de l'étude des compétences techniques des techniciens

Procédure	Evaluation	Remarques
Objectifs photogrammétriques	A	Grande expérience d'exécution par l'IGB de manière autonome.
Observations des Points de contrôle GPS	A	2 techniciens ont suivi une formation en Suisse. Des techniciens de la Société fédérale de levés suisse, de Lausanne Polytechnique assuré une formation a des techniciens burkinabè. L'IGB est capable d'observer des points GPS.
Nivellement	A	Grande expérience d'exécution par l'IGB de manière autonome.
Triangulation aérienne	B	1 technicien a suivi une formation à l'ITC aux Pays-Bas, et 5 techniciens y sont impliqués. IGB possède le logiciel PATM386, mais n'a pas d'expérience des ajustements de blocs. Les modèles ont été équipés de point de contrôle à cause de la vétusté du logiciel.
Cartographie numérique	B	1 technicien ayant suivi une formation à l'ITC, Pays-Bas, et à l'organisme d'éducation du Ministère de l'Éducation en France. 5 techniciens ont une expérience dont 2 ont suivi un stage en cartographie numérique au Canada. Ils ont acquis une grande expérience dans les nombreux travaux qui leur sont confiés, mais une formation sur le nouveau système de personnalisation pour la carte topographique nationale est jugée nécessaire.
Photo-interprétation	A	Beaucoup de réalisations en commun avec la société anglaise CLIDE.
Traitement des Données numériques	B	1 technicien ayant suivi une formation dans une société privée française, 4 ont suivi une formation au Canada, et 1 en Belgique. Grande expérience dans la réalisation de la BNDT au 1/200.000è, et l'analyse de l'évolution de l'utilisation des sols 1970-1990 à partir des images satellitaires, mais une formation sur le nouveau système de personnalisation pour la carte topographique nationale au 1:50.000 est jugée nécessaire.

2.4.3. Equipements propres de l'IGB

Le Tableau 2 Equipements propres de l'IGB montre le matériel disponible à l'IGB.

Tableau 2 quipements en possession de l'IGB

Dénomination des équipements de levés	Quantité	Observations
<p>(1) Equipement de levés géodésiques et topographiques</p> <ul style="list-style-type: none"> • Théodolite • Niveau • RDS (télémètre) • MICROFIX • D15 • Récepteur GPS (Leica 2000) • Récepteur GPS (Leica 3000) • Logiciel d'analyse de ligne de référence (SAI-Ver.2.1) 	<p>15 unités 9 unités 2 unités 6 jeux 1 unité 2 unités 2 unités 1 lot</p>	
<p>(2) Equipement de levés photographiques</p> <ul style="list-style-type: none"> • Restituteur (A10) • Restituteur (B8S) • Restituteur (B8S) • Planicarte • PUG-4 • Logiciel Microsoft ver.5 (logiciel de cartographie en anglais) • Logiciel 3DD (logiciel de restituteur en français) • Logiciel PAT-M386 (logiciel de triangulation aérienne) 	<p>1 unité 2 unités 1 unité 1 unité 1 1 1 1</p>	<p>Réparé pendant les travaux 1 unité avec codeur Transformé en restituteur analytique En panne</p>
<p>(3) Equipement de traitement des photos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Développeuse (FE120) • Equipement d'impression des photos • Agrandisseur • Séchoir pour photos (TG-24) 	<p>1 unité 2 unités 1 unité 1 unité</p>	
<p>(4) Equipement de traitement de l'information et de cartographie numérique</p> <ul style="list-style-type: none"> • Station de travail (SUN) • Scanner (A0 couleur: CT-3600) • Numériseur (A0) • Table traçante (HP750MC) • Table traçante (MH MX) • PC586 • PC486 • Logiciel (ARCINFO UNIX) • Logiciel (ARCVIEW) • Logiciel (Avenue UNIX) 	<p>3 unités 1 unité 1 unité 1 unité 1 unité 5 unités 7 unités 3 12 2</p>	
<p>(5) Editeur cartographique</p> <ul style="list-style-type: none"> • Caméra pour reproduction cartographique (KLIMSCH) • Développeuse continue (KLIMSCH) • Projecteur de correction KARGL • Projecteur à vide pour contact 	<p>1 unité 1 unité 1 unité 1 unité</p>	
<p>(6) Véhicules utilisables sur place</p> <ul style="list-style-type: none"> • Toyota BJ45 • Toyota BJ60 • Toyota Double cabine • Peugeot 	<p>1 unité 1 unité 1 unité 1 unité</p>	

3. PLAN DE L'ETUDE

3.1. Objectifs de l'étude

L'analyse des conditions nécessaires à l'achèvement des deux objectifs indiqués dans le S/W a permis de définir les objectifs à atteindre qui se subdivisent en 4 rubriques décrites comme suit.

3.1.1. Aménagement du système de cartographie numérique pour l'établissement de la carte base nationale de données topographiques au 1:50.000

(1) Coût effectif du système et rapidité d'exécution

Actuellement, Si l'on compare les niveaux techniques réels actuels, la cartographie numérique réduit le coût de 20% par rapport à la cartographie analogique, et permet aussi une réduction de 40% de la période de production. En particulier, la cartographie analogique exige une grande expérience, une attention soutenue, une dextérité en dessin (rédaction, et aussi une longue formation des techniciens. Ainsi un système de cartographie numérique sera conçu et mis en place compte tenu du coût, de la rapidité d'exécution, et de la formation de spécialistes.

(2) Système de création de base de données numériques

L'informatisation et l'aménagement des structures informatiques se renforçant, la valeur des informations numériques a aussi énormément augmenté au Burkina Faso. En particulier, en BNDT le SIG est largement utilisée, les données topographique numériques des cartes topographiques nationales constituent la base des informations spatiales liées aux diverses activités sociales, à commencer par l'administration, et sont la clé d'une époque où les informations sont précieuses, et permettent de prendre rapidement des décisions de portée générale. C'est pourquoi le système doit permettre directement la création de données de base SIG. De plus, si les données numériques ne sont pas utilisées ordinairement, elles deviennent des données anciennes non corrigées, ce qui entraîne l'oubli de la méthode d'opération des données et la banalisation du capital de données. Il faut donc compiler un système permettant l'utilisation immédiate, sans accumulation en vue d'une utilisation future.

(3) Système adapté à la politique, aux techniques et au potentiel économique du Burkina Faso

Sous la pression de la désertification, un développement préservant l'environnement est requis au Burkina Faso, qui doit établir d'urgence autant que possible lui-même rapidement et de manière économique une BNDT au 1:50.000. Le Burkina Faso doit compiler un système d'un niveau et d'une portée qu'il puisse exploiter et gérer lui-même en utilisant les capacités techniques cultivées depuis longtemps.

(4) Plan de base du système de cartographie numérique de la carte topographique nationale au 1:50.000

La Figure 9 montre la carte du plan de base du système de cartographie numérique de la carte topographique nationale au 1:50.000.

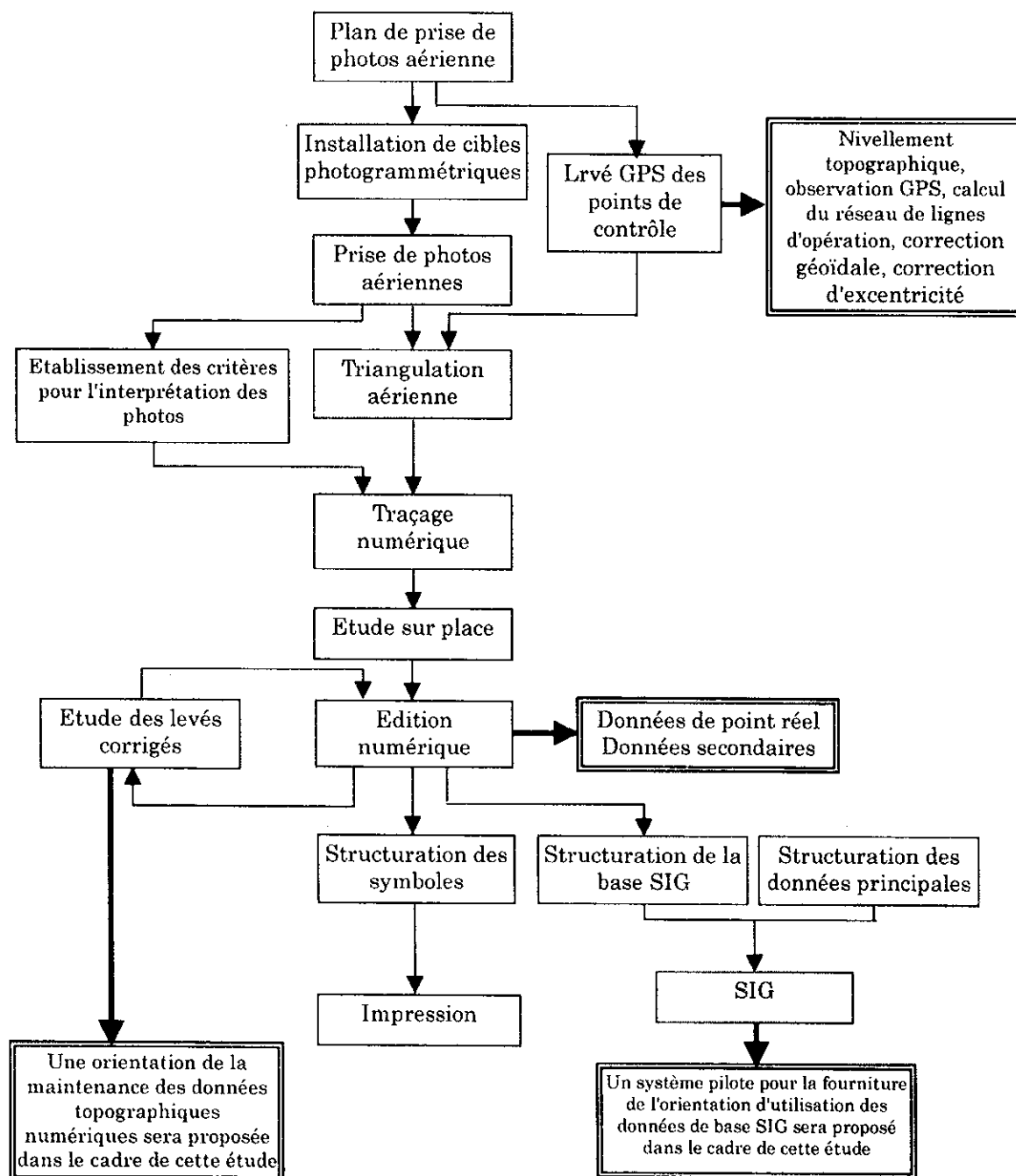


Figure 9 Plan de base du système de cartographie numérique de la carte topographique nationale au 1:50.000

3.1.2. Formation du personnel pour l'exécution de la BNDT de la carte topographique nationale au 1:50.000

La formation de personnel technique permettra l'exploitation et la maintenance du système de cartographie numérique de la carte topographique nationale au 1:50.000 mis en place en continu par l'IGB après l'achèvement de cette étude, ainsi que de cadres techniques capables d'améliorer le système dans l'avenir est requise.

3.1.3. Etablissement rapide de la carte topographique nationale au 1:50.000 de la région sud-ouest et des données topographiques numériques etc.

Une étude de développement de grande envergure est actuellement en cours et l'établissement rapide de la carte topographique nationale imprimée au 1:50.000 de la région sud-ouest de 20.600 km², des données topographiques numériques et des données de base SIG est exigé (environ 29 mois).

3.1.4. Elaboration de SIG pilote utilisant des données de base SIG

Des mesures pour l'exploitation immédiate, efficace et pratique des données topographiques numériques établies au cours de cette étude, en tant que données de base SIG, seront proposées.

3.2. Plan de l'étude

3.2.1. Programme et organigramme de l'étude

La Figure 36 "Programme et organigramme de l'étude" indique le programme et le chronogramme de l'étude.

Sur la Figure 36, les numéros du programme sont des numéros à code, qui indiquent les programmes additionnels des requêtes additionnelles effectuées lors des discussions annuelles.

3.2.2. Projet de levés

(1) Observations de points de contrôle et de points de contrôle de classe 2 GPS

La Figure 37 indique le plan pour les levés de points de contrôle et de points de contrôle de classe 2 GPS.

(2) Nivellements de classe 3

La Figure 38 indique le plan pour les nivellements de classe 3.

(3) Prise de photos aériennes

La Figure 39 indique la carte du projet de prise de photos aériennes.

3.3. Orientation de l'exploitation

3.3.1. Création d'un comité d'exploitation

Un comité d'exploitation sera établi pour la réalisation de cette étude. Il travaillera en collaboration étroite avec l'IGB. Le comité d'exploitation sera composé du directeur de l'IGB, du chef de la mission d'étude, des membres définis par le directeur de l'IGB et de ceux définis par le chef de la mission d'étude, en fonction des sujets de discussions prédéfinis. Le président du comité d'exploitation sera le directeur de l'IGB, si le directeur de l'IGB ne peut y assister, il sera remplacé par le chef de la mission d'étude. Si le directeur de l'IGB et le chef de la mission ne peuvent y assister, ils nommeront des représentants munis d'une procuration, et s'en informeront mutuellement par écrit. Un procès verbal de réunion sera établi, et signé par les représentants.

3.3.2. Désignation du coordinateur

Le directeur de l'IGB et le chef de la mission nommeront chacun un coordinateur, responsable des ajustements et contacts pour les activités à réaliser, dont ils s'informeront mutuellement, pour assurer les ajustements et contacts à l'étape de l'exécution.

3.3.3. Création d'un conseil consultatif des organismes concernés (nom provisoire) pour l'utilisation des données de base SIG

Pour donner une valeur ajoutée et accélérer l'utilisation des données topographiques numériques compilées au cours de cette étude, l'IGB et la mission d'étude aideront à créer un conseil consultatif des organismes concernés en vue de collaborer mutuellement pour la collecte d'informations connexes, la création de SIG et la fourniture de données d'exploitation et de sortie.

4. DESCRIPTION DE L'ETUDE

4.1. Aménagement du système de cartographie numérique pour la BNDT au 1:50.000

4.1.1. Conception de l'amélioration des fonction du système de cartographie numérique pour la carte topographique nationale au 1:50.000

Les améliorations à apporter aux différentes processus du système ont été étudiées et conçues sur la base du plan de base et du concept de conception indiqués dans 3.1 Objectifs de base de l'étude, 3.1.1 Aménagement du système de cartographie numérique pour l'établissement de la carte topographique nationale au 1:50.000, 3.2 Mesures de base de l'étude et 3.2.1 Aménagement du système de cartographie numérique de la BNDT au 1:50.000. La Figure 10 Conception de l'amélioration des fonctions du système de cartographie numérique pour la carte topographique nationale au 1:50.000 en donne un abrégé.

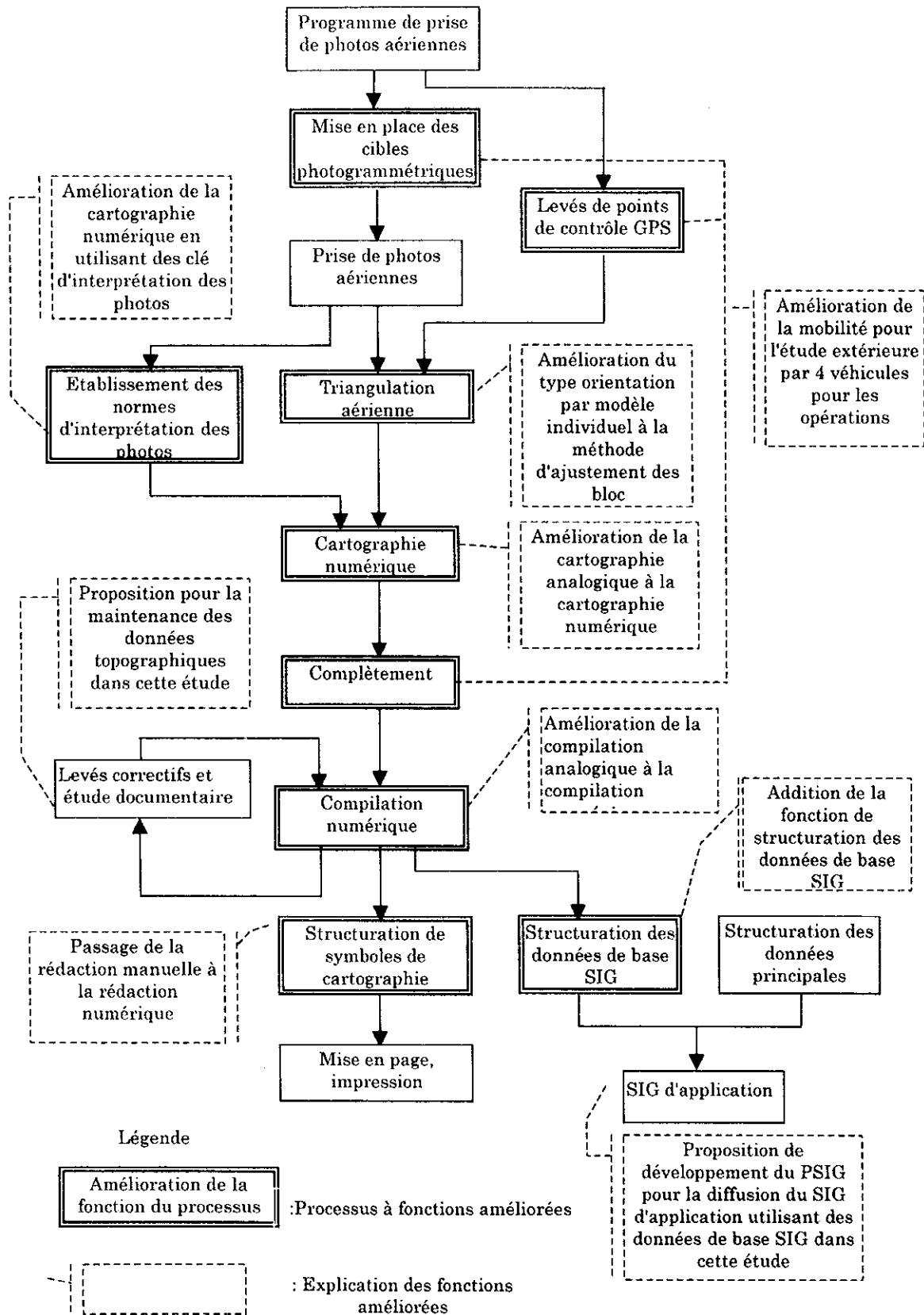


Figure 10 Amélioration des fonction du système de cartographie numérique pour la carte topographique nationale au 1:50.000

4.1.2. Conception du processus des levés de triangulation aérienne et aménagement des installations

(1) Installations existantes pour le processus des levés de triangulation aérienne

Les installations pour les levés de triangulation aérienne ont été introduites en 1992 par l'IGB et la Figure 11 Installations existantes pour les levés de triangulation aérienne et installations améliorées en donne le contenu.

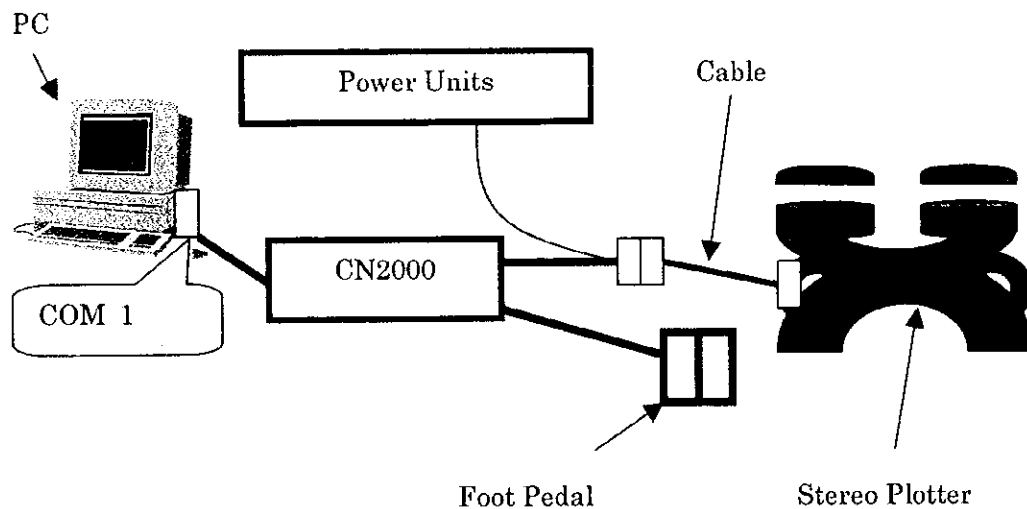


Figure 11 Installations existantes pour les levés de triangulation aérienne et amélioration des installations

Parmi les installations existantes pour les levés de triangulation aérienne, le dispositif de pointage PUG était utilisable après nettoyage et ajustement, mais le restituteur de classe 1 Wild A10 ne fonctionnait pas suite à une panne mécanique dans la partie liaison de traçage analogique; de plus, la partie enregistreur de coordonnées numériques ne fonctionnait pas à cause d'une panne de la partie enregistreur sur bande magnétique. Par ailleurs, le système d'exploitation du logiciel PATM386, programme d'ajustement de blocs pour la triangulation aérienne, était de version ancienne MS-DOS, et ne pouvait pas être facilement utilisé par les opérateurs parce que familier aujourd'hui au système Windows.

(2) Amélioration des installations pour le processus des levés de triangulation aérienne

Les améliorations suivantes ont été apportées. Le restituteur de classe 1 Wild A10 de l'IGB a été jugée irréparable par le réparateur, mais l'équipe de la mission a eu la chance de trouver la cause de la panne mécanique et a pu la réparer. Par ailleurs, les pièces d'origine pour la partie enregistreur de coordonnées numériques et la partie sortie imprimée étant chères, et comme la partie mécanique du dispositif de bande magnétique comprenant beaucoup de pièces

souvent défailtantes, et qu'un dispositif de lecture de bande magnétique est aussi nécessaire du côté réception des données, la réparation par achat de pièces d'origine n'a pas été jugée utile. Vu les points ci-dessus, un convertisseur de coordonnées numériques à impulsions a été fabriqué comme le montre la Figure 11 "Installations existantes pour les levés de triangulation aérienne et amélioration des installations. Un nouveau logiciel permettant la gestion de la précision des valeurs des levés de coordonnées des modèles sur PC et une fonction de création de fichier d'entrée PATM-386 a été développé, et a été installé avec la nouvelle version PATM-386. La Figure 12 donne un exemple de fenêtre de gestion de la précision des valeurs des levés de coordonnées des modèles.

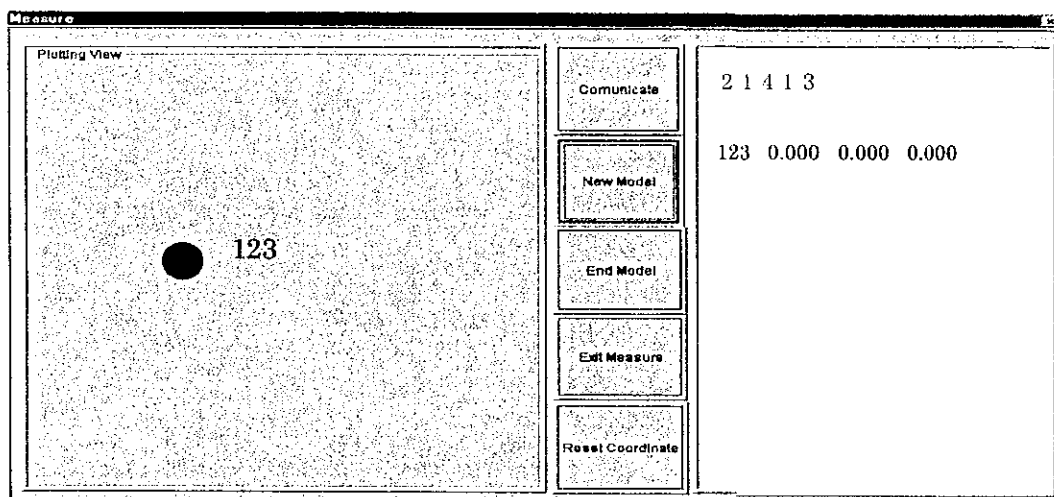


Figure 12 Exemple de fenêtre de gestion de la précision de lecture des coordonnées modèles

4.1.3. Conception du processus de cartographie numérique et amélioration des installations

(1) Sélection du type de cartographie numérique

La technique de levés photographiques subit des développements techniques rapides de passage du type cartographie analogique au numérique. Dans cette étude, il est nécessaire de concevoir un système idéal assurant des effets d'exploitation suivis, compte tenu des mesures exigées, des conditions économiques et techniques au Burkina Faso.

Il y a grosso modo trois systèmes disponibles sur le marché pour le passage de la technique de levés photographiques de cartographie analogique au numérique.

(a) Type numérisation de la partie sortie de traçage analogique

Cette méthode consiste à numériser au restituteur existant qui fournissait une sortie traçage analogique mécanique à partir de l'image photographique analogique, à travers un système optique de précision et un système d'analyse mécanique de précision en introduisant un codeur à 3 axes au niveau de la sortie de traçage. Cela est possible en ajoutant un codeur à 3 axes, un PC et un logiciel de base de cartographie au restituteur Wild B8S de classe 2 de l'IGB.

(b) Type numérisation de la partie d'analyse optique de précision

Cette méthode consiste à numériser le restituteur existant qui fournissait une sortie traçage analogique mécanique à partir de l'image photographique analogique, au niveau du système optique de précision et du système d'analyse mécanique de précision, et à traiter par ordinateur la fonction du système de sortie de traçage analogique mécanique et une grande partie des fonctions du système d'analyse mécanique de précision. Cela est possible en ajoutant des dispositifs informatiques au système optique de précision et au système d'analyse mécanique de précision du restituteur Wild B8S de classe 2 de l'IGB, un ordinateur PC, un logiciel d'analyse de la cartographie et un logiciel de cartographie numérique. Comparé au type numérisation de la partie sortie de traçage analogique, la précision est relativement élevée, parce que, dans ce type, il n'y a pas d'erreurs des systèmes d'analyse mécanique et de sortie de traçage analogique mécanique.

(c) Type analyse d'image numérisée

Cette méthode consiste à transformer le restituteur existant qui fournissait une sortie traçage analogique mécanique à partir de l'image photographique analogique, au niveau du système optique de précision et du système d'analyse mécanique de précision, et à traiter par ordinateur la fonction du système de sortie de traçage analogique mécanique et une grande partie des fonctions du système d'analyse mécanique de précision. Cela est possible en ajoutant des dispositifs de numérisation au système optique de précision et au système d'analyse mécanique de précision de la cartographeuse Wild B8S de classe 2 de l'IGB, un ordinateur PC, un logiciel d'analyse de la cartographie et un logiciel de cartographie numérique. Comparé au type numérisation de la partie sortie de traçage analogique, la précision est relativement élevée, parce que, dans ce type, il n'y a pas d'erreurs des systèmes d'analyse mécanique et de sortie de traçage analogique mécanique.

Le type de restitution numérique est fondamentalement différent du restituteur existant, comme il effectue la cartographie stéréo informatisée des photos aériennes préalablement numérisées, les systèmes d'analyse numérique et de sortie de traçage analogique mécanique sont inutiles, ce qui rend ce type de restituteur beaucoup moins cher que les types conventionnels. Si cette cartographieuse est nouvellement introduite, les coûts d'introduction et d'exploitation sont tous deux remarquables, mais le coût d'introduction est élevé par rapport au type amélioration par numérisation.

De plus, comme c'est un produit en cours d'expérimentation, les logiciels associés requis pour l'application ne sont encore pas suffisants, et le développement de logiciels pratiques détaillés nécessaires pour les opérations combinées et la personnalisation sont nécessaires. Il n'est pas adapté aux objectifs de cette étude où la compilation rapide de la carte topographique nationale est une question urgente.

De plus, en plus des avantages et défauts de chaque type, le type numérisation de la partie sortie traçage analogique a été adopté sur la base du point de vue suivant concernant la précision. Autrement dit, la précision de base étant définie par la triangulation aérienne, pour les opérations de traçage, une efficacité de traçage plus élevée est importante, comparée à la précision.

Dans quelques années, quand l'IGB passera à une cartographieuse de système de cartographie numérique pour carte topographique numérique plus perfectionnée, le type analyse d'image numérisée sera considéré en premier, mais pour cette étude, le type numérisation de la sortie de traçage analogique a été jugé le meilleur.

(2) Amélioration des installations du processus de cartographie numérique

Comme le type numérisation de la sortie de traçage analogique sera utilisé comme type de cartographie numérique, un dispositif d'émission de signal d'impulsion par codeur à 3 axes a été développé et ajouté pour les deux cartographieuses de classe 2 Wild B8S de l'IGB. Le signal d'impulsion émis par le codeur a été numérisé, et un PC et un logiciel de base KORK ont été introduits comme l'indique la Figure 13 pour la cartographie numérique.

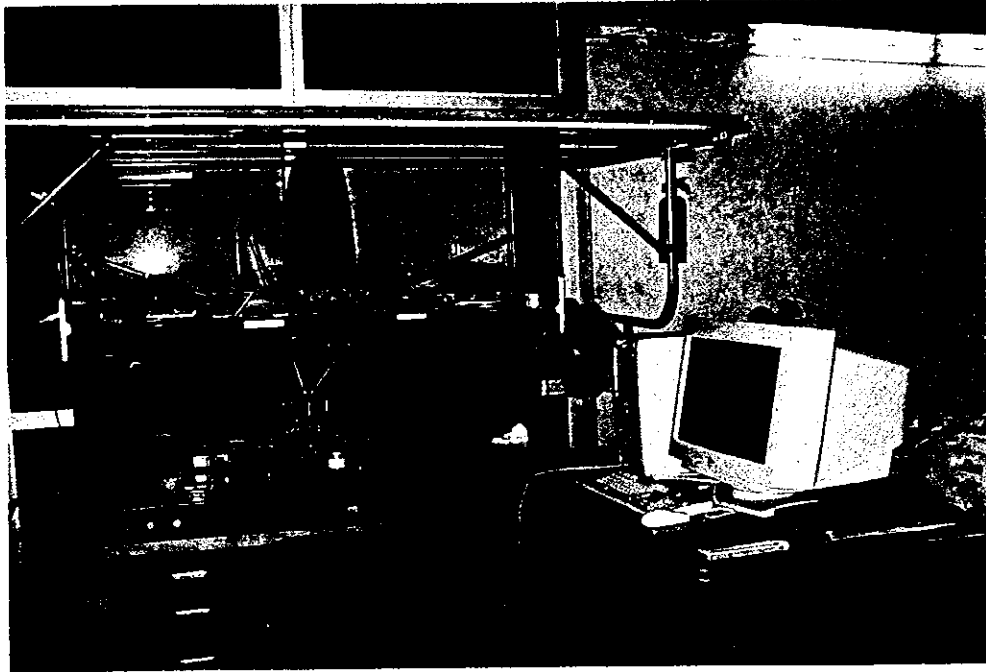


Figure 13 Amélioration des installations du processus de cartographie numérique

4.1.4. Aménagement des installations pour les processus de compilation numérique, structuration des symboles cartographiques et structuration des données de base SIG

Le processus de compilation numérique, le processus de structuration des symboles cartographiques et le processus de structuration des données de base SIG sont de nouveaux processus, non couverts par les installations actuelles, et comme ce sont des processus exigeant l'introduction de la technique de traitement informatique des données, des PC et logiciels de base seront principalement introduits comme l'indique la Figure 14.

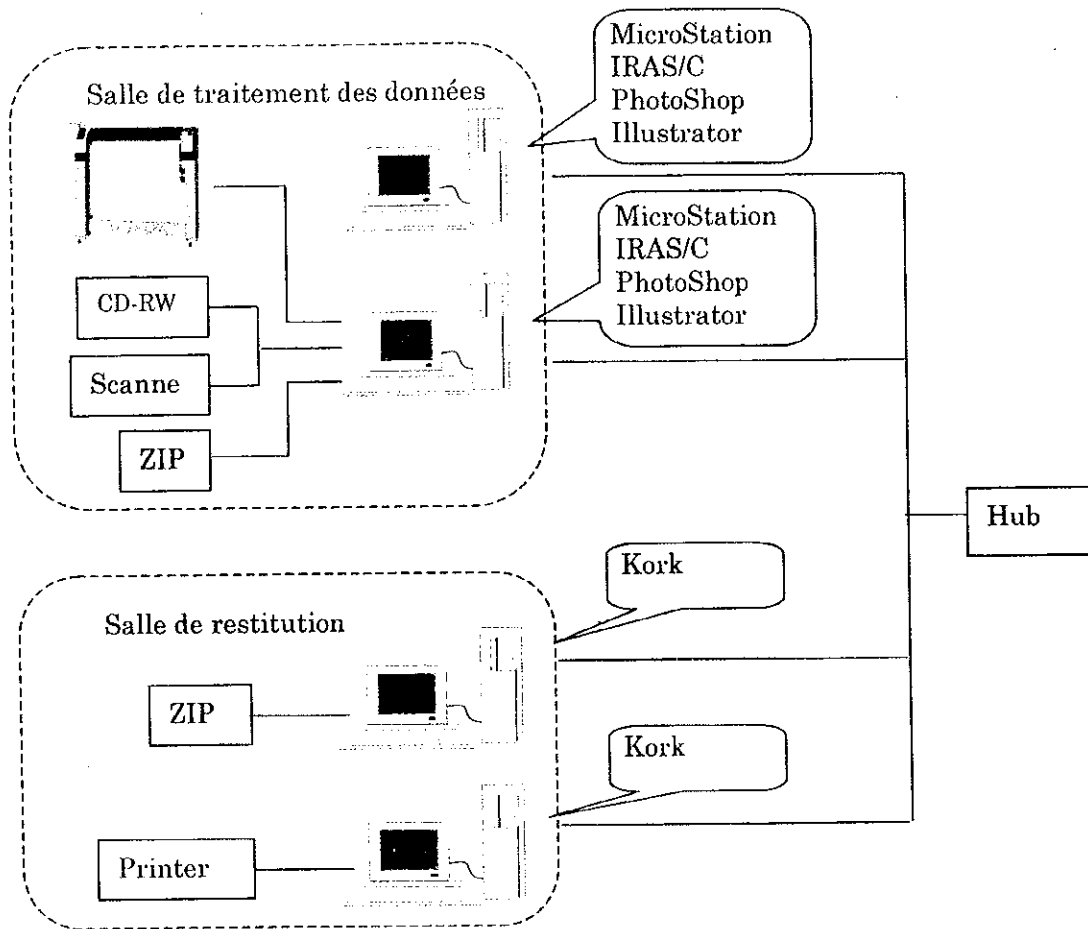


Figure 14 Aménagement des installations pour les processus de compilation numérique, structuration des symboles cartographiques et structuration des données de base SIG

4.1.5. Personnalisation de la cartographie numérique, de la compilation numérique et de la structuration des symboles cartographiques et des données de base SIG

(1) Logiciel de base

Pour cette étude, les équipements et techniques de l'IGB seront en principe utilisés pour l'aménagement du système de cartographie numérique pour la carte topographique national au 1:50.000, et le logiciel de base prévu sera autant que possible un logiciel ordinairement disponible dans le commerce.

Pour le restituteur Wild B8S de l'IGB, le système américain MicroStation avec SystemMap comme moteur est introduit. Mais le développement de SystemMap a été arrêté, et le perfectionnement et le remplacement sont impossibles.

Le système de cartographie numérique Kork américain utilise MicroStation comme logiciel de base pour la compilation numérique, la structuration des symboles cartographique et la structuration des données de base SIG. Et PhotoShop est le logiciel de base pour le processus de création des films de mise en page. la Figure 15 donne la composition des logiciels.

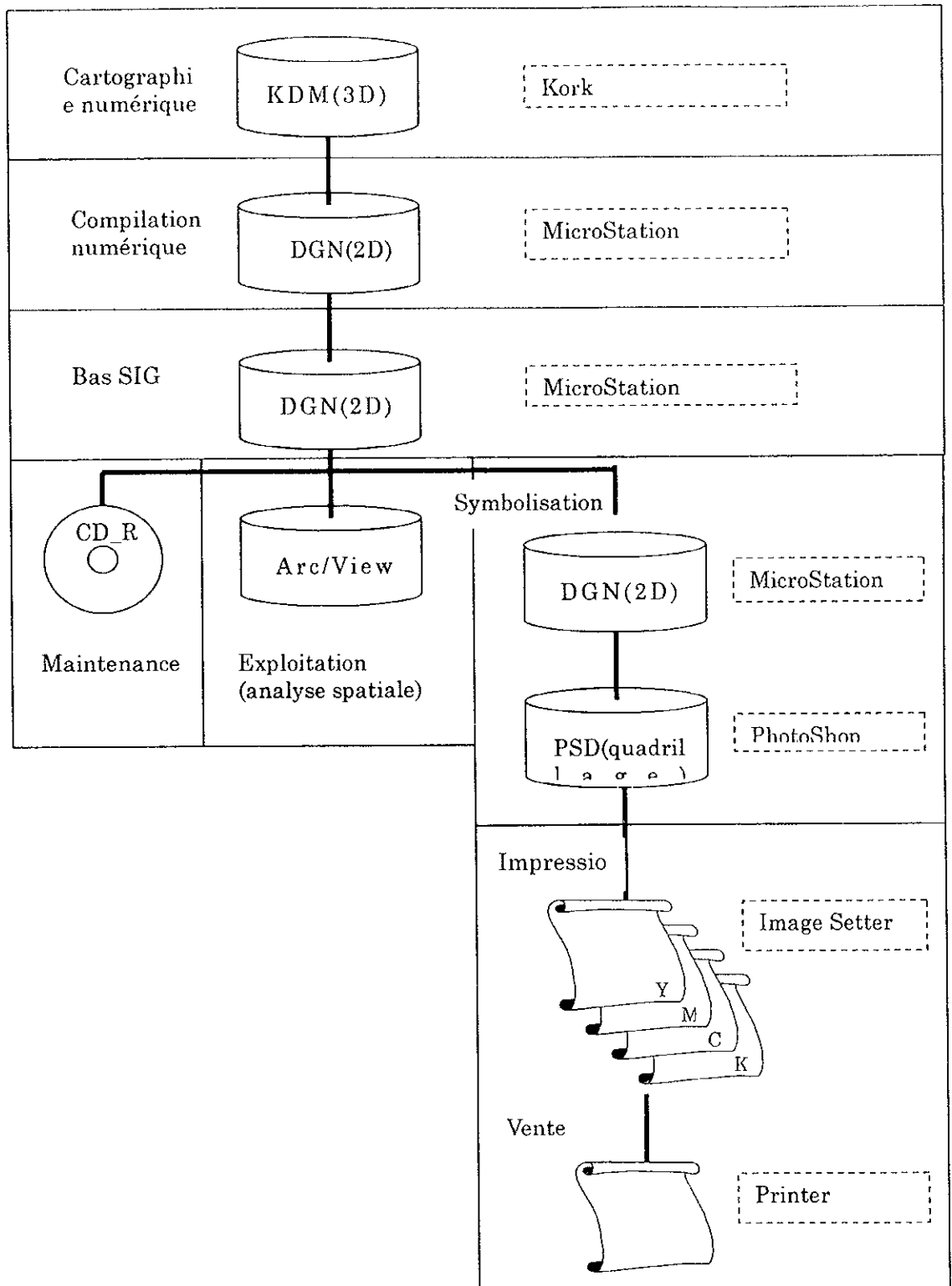


Figure 15 Structure des logiciels de base pour les processus de cartographie numérique, de compilation numérique, de structuration des symboles cartographiques et des données de base SIG

(2) Personnalisation du processus de cartographie numérique

La méthode d'acquisition de l'information est basée sur une symbolisation fournie par l'IGB. Les symboles et leurs numéros fournis par l'IGB ont été définis, et la fonction d'affectation des codes et types de ligne à chaque donnée a été personnalisée et enregistrée. Le numéro symbolique a alors été adopté pour la classification des représentations.

De plus, les données pour le contrôle automatique de l'acquisition de la liaison et sa portée ont été personnalisées sous forme macro pour permettre la liaison par ligne régulière entre les données similaires et la liaison régulière des données connexes. Et la personnalisation de macro éclaircissement des coordonnées a été faite pour la maximalisation automatique de la densité des coordonnées vectorielles des données de lignes.

(3) Personnalisation du processus de compilation numérique

La personnalisation du processus de compilation numérique consiste à créer des données topographiques numériques, conformément aux numéros symboliques donnés sur la base des données numériques et des symboles acquis dans le processus de cartographie numérique, et aux normes d'indication de compilation numérique.

(a) Personnalisation pour le complètement

Dans cette étude, le processus du complètement est fixé après le processus de restitution, conformément à l'ordre des processus du Burkina Faso. Par conséquent, la classification des indications de symboles des caractéristiques planimétriques dans le processus de compilation numérique doit être faite par interprétation des photos, et la classification des indications inclura forcément l'incertitude de l'interprétation des photos. Mais la confirmation sera faite par le complètement et les corrections requises seront apportées.

Pour assurer l'efficacité de ces opérations de correction, les fonctions de modification de code de classification d'indication des lignes, modification des symboles, modification partielle des caractéristiques planimétriques etc. seront personnalisées. La Figure 16 indique l'écran du menu des fonctions de remplacement des symboles.

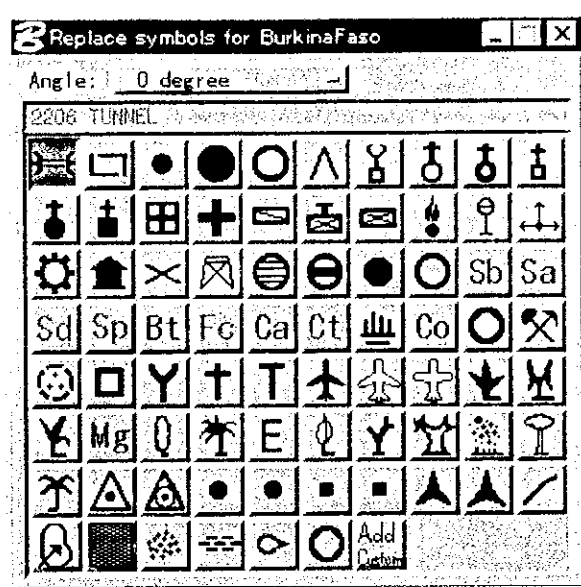


Figure 16 l'écran du menu des fonctions de remplacement des symboles.

(b) Personnalisation de la compilation numérique basée sur les normes d'indication de compilation numérique

Les symboles utilisés pour la compilation numérique basée sur les normes d'indication de compilation numérique ont été établis sur la base des cartes modèles fournies par l'IGB. Les cartes modèles ne donnant pas d'instructions détaillées concernant la forme du typomètre et des symboles, elles ont été entrées par lecture des cartes modèles et classées en tant que carte de conception graphique, et enregistrées dans MicroStation. De plus, Arial Narrow de Windows fourni par l'IGB a été entré à MicroStation pour les caractères, et enregistré comme police de caractères.

Tableau 3 Polices de caractères enregistrées

Rubrique	N° de police	Remarque
Symboles	102	
Caractères	189	Arial Narrow

De plus, le menu d'entrée principal, le menu d'entrée secondaire, le niveau d'entrée des notes et les fonctions de soutien à l'édition etc. ont été personnalisés pour assurer l'efficacité des opérations de compilation numérique. Cela a permis l'édition des instructions de l'étude sur place, des courbes de niveau et des points cotés et des points contradictoires, la correction des emplacements illogiques dans les positions relatives des routes, cours d'eau et bâtiments, etc. l'entrée des écritures et des limites administratives.

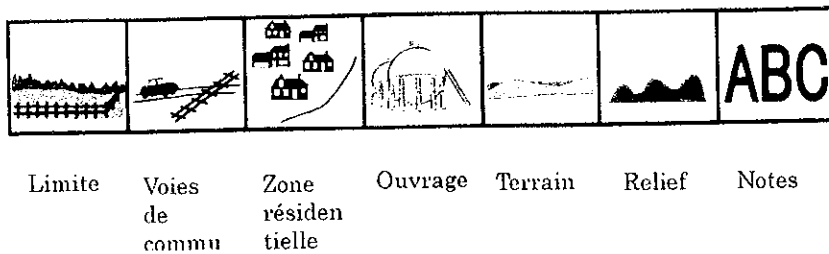


Figure 17 Menu d'entrée principal

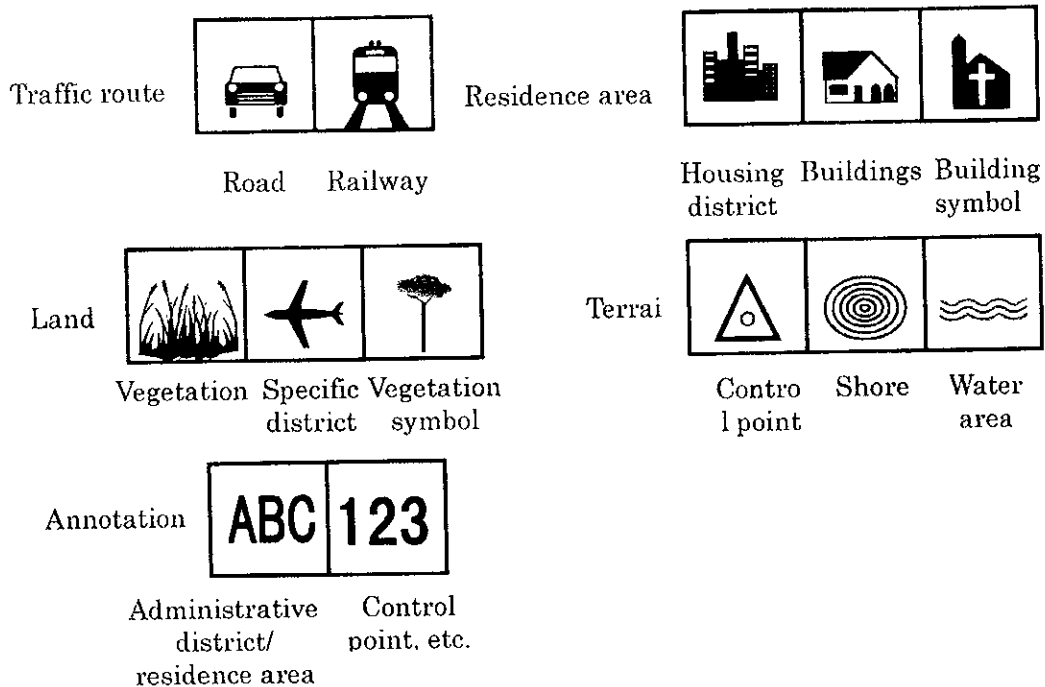


Figure 18 Menu d'entrée des notes

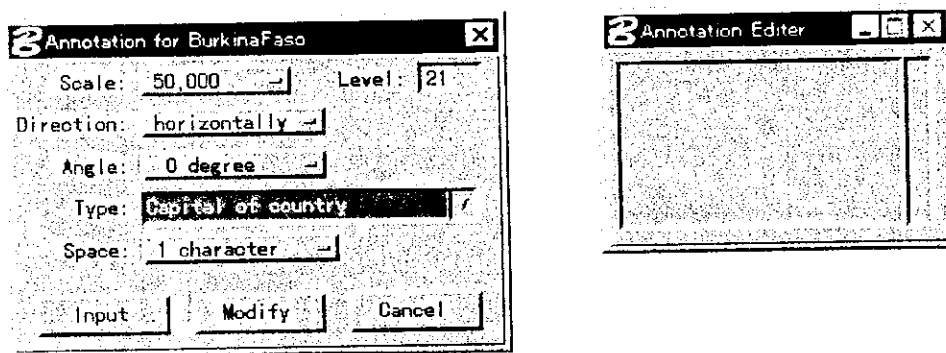


Figure 19 Menu d'entrée secondaire

La compilation numérique a été clairement séparée de la structuration, et des données ont été créées pour permettre de remplacer sans problème les données de structuration des symboles cartographiques et les données de structuration SIG par traitement de programme, ce qui sera un fichier clé pour les traitements à venir et les renouvellements de données futurs.

(4) Personnalisation du processus de structuration des données de base SIG

Les relations mathématiquement précises des données spatiales doivent être établies pour l'analyse spatiale dans SIG. Les liaisons ou réunions des caractéristiques planimétriques formant les réseaux tels que routes, cours d'eau, chemin de fer etc. sont essentiels. Pour les caractéristiques planimétriques saisissant les surfaces telles que la végétation, il est nécessaire de créer des surfaces, et d'ajouter des données d'attributs décrivant chaque surface.

Les fonctions de la création de liaisons, réunions et surfaces, et de l'adjonction de données d'attributs aux surfaces etc. ont été personnalisées. En cas d'emplacement illogique dans les données, ces emplacements sont automatiquement signalés, ce qui permet la réduction des erreurs dans les opérations de structuration des données de base SIG et la réduction de la fatigue due au stress de l'opérateur.

(5) Personnalisation du processus de structuration des symboles cartographiques

En général, l'impression des cartes à partir des données topographiques numériques se fait par entrée des données topographiques numériques dans un logiciel de traitement d'image dont Illustrator est représentatif, et la symbolisation s'effectue par dialogue avec ce logiciel. Il faut donc maîtriser les opérations du logiciel de structuration des symboles cartographiques par logiciel de traitement d'image. Cela rend le processus de structuration des symboles cartographiques complexe, et non seulement renforce le stress des opérateurs, mais est inefficace. De plus, si le complètement est effectué, il faut symboliser par dialogue, après renouvellement des données topographiques numériques, ce qui augmente le coût de la maintenance.

Dans cette étude, le logiciel permettant la structuration des symboles cartographiques a été personnalisé par traitement semi-automatique des données topographiques numériques. Après traitement en tant que données vectorielles par division en symbolisation des lignes complexes, symbolisation par collage, symbolisation de développement de surface, et mise en valeur des symboles et caractères, le traitement de structuration des symboles a été fait par conversion en quadrillage en passant à l'ordre de priorité d'expression, pour permettre la sortie imprimée par imprimante offset 4 couleurs.

(6) Fonctions du logiciel de personnalisation et types de logiciel

Le Tableau 4 résume les fonctions du logiciel de personnalisation pour chaque processus et les types de logiciel.

Tableau 4 Fonctions du logiciel de personnalisation et types de logiciel

Processus	Résumé des fonctions	Types
Cartographie numérique	Menu de cartographie/édition	Macro
	Conversion des données de cartographie numérique en données de compilation numérique	Lot
Complètement	Modifications de contenu des attributs	MD L
	Remplacement de symbole	MD L
	Modification partielle des caractéristiques planimétriques (stged1)	MD L
Compilation numérique	Développement de codes de classification des représentations	Lot
	Menu d'entrée	MD L
	Menu d'entrée des annotations	MD L
	Ajustements de configuration	Lot
	Copie des attributs	MD L
Structuration des données de base SIG	Liaison par ligne	Lot
	Réunion de lignes	Lot
	Division des lignes croisées	Lot
	Création d surface	Lot
	Contrôle de la cohérence des surfaces et symboles d'attribut	Lot
Symbolisation cartographique	Symbolisation des lignes complexes	Lot
	Symbolisation du collage des lignes	Lot
	Symbolisation du développement de surface	Lot
	Mise en valeur des caractères et symboles	Lot
	Changement d'ordre des données dans l'ordre d'impression	Lot
	Etablissement du quadrillage pour l'impression	Lot

4.1.6. Réseau de données topographiques numériques interne à l'IGB et aménagement des installations d'alimentation électrique stables

(1) Réseau de données topographiques numériques interne à l'IGB

Le système de cartographie numérique pour la carte topographique nationale à aménager dans cette étude est lié à différentes directions, et les installations de transmissions de données sont indispensables pour le traitement efficace des données. La création d'un réseau local (LAN) au sein de l'IGB a été proposé pour cela. Conformément au plan d'aménagement des installations, une carte de réseau 100BASE-TX a été insérée dans le PC nouvellement introduit et un 100BASE-TX HUB a été préparé. Mais au commencement de l'aménagement, il s'est révélé au moment de l'étude des installations qu'un LAN reliant les différentes directions était déjà en place à l'IGB, mais que son emploi n'était pas compris.

Un 10BASE-TX HUB a été installé dans le LAN existant pour permettre le raccordement au PC équipé d'une carte de réseau 10BASE-TX existant.

Dans cette étude, (1) comme il n'y aura pas de grands volumes de transmission de données, et que (2) le PC existant permet la communication, l'exploitation se fera dans l'immédiat par liaison du PC existant du LAN existant et du PC nouvellement introduit. En cas de renouvellement du PC existant dans l'avenir, un PC doté d'une carte de réseau 100BASE-TX sera installé, et le remplacement du HUB pour le LAN par le 100BASE-TX HUB prévu cette fois-ci sera effectué en considérant l'augmentation du volume de transmission de données et l'augmentation du nombre de PC dotés d'une carte de réseau 100BASE-TX.

(2) Aménagement des installations d'alimentation électrique stable

Comparé à d'autres pays en développement, l'alimentation en électricité est relativement stable à Ouagadougou, mais il y a parfois des pannes due à la foudre et des variations de tension.

En cas de panne d'électricité pendant le fonctionnement du système de cartographie numérique pour la carte topographique nationale, il est très possible que les données en cours de traitement soient endommagées, et les frais de rétablissement constitueront une perte énorme. Pour éviter cela, une installation d'alimentation électrique stable a été mise en place, et un système de sauvegarde des données pendant l'alimentation électrique à partir des accumulateurs a été adopté.

4.1.7. Renforcement de la mobilité pour l'étude extérieure

(1) Véhicules à 4 roues motrices pour les travaux de terrain

4 véhicules 4x4 ont été assurés pour les levés de terrains pour renforcer la mobilité pour le processus de levés des points de contrôle du système de cartographie numérique pour la BNDT au 1:50.000 (observations de points de contrôle GPS, nivellements, installation de cibles photogrammétriques) et le processus du complètement.

(2) Mise à disposition de radiotéléphones pour le complètement

Des radiotéléphones pour les missions équipés à d'émetteurs mobiles ont été montés sur les véhicules pour les chantiers avec comme station centrale les locaux de l'IGB. Ils ne sont pas prévus non seulement pour renforcer la mobilité pendant l'étude extérieure, mais aussi pour permettre la programmation des déplacements entre les points d'observation éloignés et le temps d'observation, et ainsi renforcer l'efficacité de la méthode de mesure de position relative très efficace par observation simultanée avec plusieurs récepteurs GPS pour les levés de points de contrôle. La réduction des périodes d'étude extérieure avec hébergement est un élément important pour réduire le coût de la compilation de la carte topographique nationale.

4.1.8. Amélioration du système de fixation des noms de lieu

L'assentiment du Comité national sur les noms de lieu est nécessaire pour la définition des noms de lieu au Burkina Faso. Ce comité a pour mission de corriger les noms de lieu en contravention avec les ethnies et l'esprit d'indépendance, à cause de l'influence de la longue période de colonisation française. Comme ces activités peuvent donner lieu à des confusions et des non-applications en pure perte si elles ne sont pas réalisées sur la base de considérations réfléchies, ce comité s'appuie sur des études historiques et linguistiques de longue haleine pour ses décisions. Il est à craindre que cela gêne la période programmée pour cette étude. Après étude d'un grand nombre d'études de cas, la mission d'étude a proposé l'amélioration du système de fixation des noms de lieu, et le système a été amélioré comme indiqué ci-dessous suite aux concertations qui ont eu lieu.

La mission du Comité national sur les noms de lieu est le respect des ethnies et de l'esprit d'indépendance, ce qui est essentiel. D'autre part, la compilation de la BNDT est aussi essentielle pour le développement culturel et économique du Burkina Faso.

Pour satisfaire ces deux conditions, l'IGB créera un comité sur les noms de lieu d'IGB, qui sur

le principe de "respect des noms locaux" (principe d'utilisation des noms actuellement utilisés sur place), étudiera rapidement les cas par consultation des notables locaux de divers domaines, et adoptera le nom pour la carte topographique nationale.

Les résultats de l'étude seront immédiatement communiqués au Comité national sur les noms de lieu, ce qui contribuera à promouvoir les décisions du Comité. Il est possible, mais peu probable, que le Comité national sur les noms de lieu refuse le nom proposé par le comité sur les noms de lieu d'IGB, mais comme la cartographie numérique permet une correction immédiate, un accord est intervenu sur ce point.

4.1.9. Normes techniques pour le système de cartographie numérique au 1:50.000 et définition des règles d'opérations

(1) Cartes

Les cartes utilisées jusqu'à présent par l'IGB seront étudiées et classées systématiquement. Un symbole de pylône d'antenne téléphonique a été ajouté dans le processus d'établissement des normes pour l'interprétation des photos dans cette étude.

Depuis quelques années, le réseau téléphonique se développe sous forme d'onde de radiofréquence au Burkina Faso; l'interprétation des cartes etc. en utilisant ces antennes comme cible a été jugée efficace, c'est pourquoi le symbole des lignes téléphoniques existant a été supprimé et nouvellement indiqué.

(2) Normes d'acquisition des données numériques

Pour mettre au clair les normes pour l'acquisition de données et les limites de création pour la cartographie numérique et la compilation des données numériques, des normes pour l'acquisition de données numériques doivent être définies et compilées. Se référer aux normes pour l'acquisition de données numériques de l'Annexe.

(3) Processus de cartographie numérique de la carte topographique nationale au 1:50.000

Le processus de cartographie numérique de la carte topographique nationale au 1:50.000 a été élaboré en vue de la gestion et de la maintenance uniformes du système de cartographie numérique de la carte topographique nationale au 1:50.000, pour maintenir la cohérence entre les différents processus et assurer la qualité. Se référer à l'Annexe.

4.2. Formation du personnel de gestion et d'exploitation du système de cartographie numérique pour la BNDT au 1:50.000

4.2.1. Formation du personnel d'exploitation du système de cartographie numérique pour la carte topographique nationale au 1:50.000

(1) Objectifs de la formation

Le personnel d'exploitation du système prévu pour l'exploitation d'un ou deux processus sera formé pour la compilation partielle de la carte topographique nationale pour la partie sud-ouest du pays par le biais du système de cartographie numérique pour la carte topographique nationale au 1:50.000 dans cette étude, et son exploitation continue et durable après l'étude.

(2) Méthodes de formation

L'introduction efficace de nouveaux processus techniques, tout en utilisant les bons processus techniques existants, en évaluant les techniques existantes à chaque processus conformément à l'esprit l'étude, a été adoptée comme orientation pour la compilation du système de cartographie numérique pour la carte topographique nationale au 1:50.000. Par conséquent, il est nécessaire d'évaluer le contenu technique par processus, et de former le personnel d'exploitation en appliquant des méthodes adaptées aux objectifs.

Par ailleurs, beaucoup des techniciens de l'IGB ont fait des études spécialisées, et ont étudié à l'ITC des Pays-Bas, ou dans un organisme d'étude français, leur niveau de connaissances techniques général est jugé relativement élevé. Toutefois, le fait qu'on observe parfois des processus pour lesquels les compétences techniques ne sont pas enracinées dans des processus exécutés lors des travaux en commun dans les installations créées avec l'aide de pays donateurs est dû à l'impossibilité d'accumuler l'expérience d'exécution des travaux organisationnels en tant que projet d'Etat autonome, compte tenu de la situation financière.

Pour cela, des responsables chargés de donner des conseils techniques et de soutenir la gestion de la progression et de la qualité des opérations d'étude seront affectés pour les processus utilisant les techniques existantes, et l'établissement de manuels et la formation sur le tas seront adoptés pour les processus techniques nouvellement introduits, pour la formation du personnel d'exploitation du système de cartographie numérique pour la carte topographique nationale au 1:50.000.

Les manuels seront aussi utiles comme référence pour l'exploitation après la fin de la présente coopération technique. Ils pourront aussi servir de matériel pédagogique pour la formation de nouveaux personnels dans l'avenir. Des explications théoriques générales sont données dans le manuel, mais ne constitueront pas l'essentiel. Des membres du personnel nécessitent des connaissances théoriques générales, mais comme beaucoup de textes de théorie générale sont

publiés, il est jugé adéquat pour le personnel d'étudier individuellement en les utilisant comme texte de référence. La formation sur le tas aidera à comprendre la théorie générale par soi-même.

(3) Teneur des activités

(a) Méthode de formation du personnel par processus, responsables, périodes, manuels etc.

Le Tableau 5 indique la méthode de formation du personnel par processus, les responsables, la période de formation, les manuels etc.

Tableau 5 Méthode de formation du personnel d'exploitation du système par processus, responsables, périodes, manuels etc.

Processus	Méthode de formation	Responsable	Période	Manuels
Programme de prise de photos aériennes	Directives etc..	Katsuyuki Hatakeyama	1998.11.21. ~1998.11.24.	
Mise en place des cibles photogrammétriques	Directives etc..	Dr.Bandula Senakasiri	1998.11.21. ~1999.02.03.	
Levés des points de contrôle	Directives	Dr.Bandula Senakasiri Yoshikazu Ogasawawara	1998.11.21. ~1999.02.03.	Manuel de correction géoïdale
Prise de photos aérienne	Directives	Katsuyuki Hatakeyama	1998.11.21. ~1999.01.20.	Recommissionné
Etablissement des normes d'interprétation des photos	Directives etc..	Kentaro Usuda	1999.03.02. ~1999.03.21.	L'établissement des normes d'interprétation des photos est une technique nouvellement introduite.
Triangulation aérienne	SUR LE TAS	Seiji Nakanishi Kosuke Tsuru	1999.07.25. ~1999.09.22. 2000.06.12 ~2000.07.11	Manuel de triangulation aérienne
Restitution numérique	SUR LE TAS	Takashi Tomura	1999.09.22. ~1999.12.20.	Manuel de cartographie numérique
Complètement	Directives etc..	Kentaro Usuda	1999.10.30. ~1999.12.05.	
Compilation numérique	SUR LE TAS	Masami Yoshimoto	2000.06.12. ~2000.07.20.	Manuel de compilation numérique
Structuration des symboles de cartographie numérique	SUR LE TAS	Masami Yoshimoto	2000.07.21. ~2000.08.15.	Manuel de structuration des symboles de cartographie numé
Structuration des données de base GI	SUR LE TAS	Masami Yoshimoto	2000.08.16. ~2000.09.09.	Manuel de structuration de données de base SIG
Mise en pages, impression	Directives etc..	Katsuyuki Hatakeyama	2001.01.23. ~2001.02.18.	Sous-traité ?

Note: Voir les annexes à propos des manuels.

(b) Personnel technique ayant suivi la formation sur le tas

Le personnel pour la formation sur le tas a été nommé après discussion de la situation des techniciens de l'IGB et de la portée des activités de compilation de cartes topographiques nationales dans l'avenir. Le Tableau 6 donne la liste du personnel prévu pour la formation sur le tas.

Tableau 6 Liste du personnel prévu pour la formation sur le tas

Tableau d'affectation du personnel pour la formation sur le tas de l'étude d'établissement de la carte topographique nationale

Processus n°	Teneur de la formation	Nombre de stagiaires		Gestionnaire du système	Responsables
		Chef	Personnel		
[5-1]	Correction de l'ondulation géoïdale des levés GPS	1	2	SAWADOGO Jean	ZIO Issa SANOU Yaya
[21]	Triangulation aérienne 2	1	3	COMPAORE Désiré	TOURE Ladji NIKIEMA Sagado
[22]	Cartographie numérique 2	1	5	COMPAORE Désiré	TOURE Ladji NIKIEMA Sagado KOUDOUGOU Sibiri J SANOGO Sié
[35]	Structuration de compilation numérique 2	1	6	KABORE Salifou	SOMDA Lucie KIEMA Béatrice YAGO Idrissa BOULSA Charles BOLLY Ahamadou BAKOUAN Hortense *COMPAORE Désiré
[36]	Structuration des symboles cartographiques 2	1	6	KABORE Salifou	SOMDA Lucie KIEMA Béatrice YAGO Idrissa BOULSA Charles BOLLY Ahamadou BAKOUAN Hortense *COMPAORE Désiré
[37]	Structuration des données de base GPS 2	1	4	KABORE Salifou	TAPSOBA Martine OUEDDOUDA Rosalie PARE François BOLLY Ahamadou *COMPAORE Désiré
[47]	Exploitation SIG pilote		4	KABORE Salifou	DEMBELE Ousmane YAGO Idrissa BOLLY Ahamadou *COMPAORE Désiré

Notes:

1. Le gestionnaire du système devra comprendre le processus dont il est chargé, pouvoir prendre les mesures nécessaires en cas d'urgence, pouvoir améliorer le système et former le personnel.

2. Une étude d'augmentation du personnel pourra être faite si nécessaire pour les processus [21], [22], [35], [36] et [37]; dans ce cas, les membres du personnel ayant suivi une formation informatique seront considérés.
3. Correction du 17 juin 2000. La marque * donne la priorité à [21] et [22], et indique de participer autant que possible à la formation.

4.2.2. Formation du personnel de gestion du système de cartographie numérique pour la carte topographique nationale au 1:50.000

(1) Objectifs de la formation

Les gestionnaires des processus partiels du système sont nommés gestionnaires du système. Le rôle des gestionnaires du système sera d'indiquer les mesures adaptées lors de problèmes de gestion du système après la fin de l'étude et de les résoudre.

(2) Méthodes de formation

Les méthodes de formation seront comme suit selon la teneur de la gestion du système de cartographie numérique pour la carte topographique nationale au 1:50.000.

- (a) Tous les gestionnaires de système participeront en fonction des nécessités du comité d'exploitation de l'étude, et apprendront par l'expérience les problèmes au niveau de la gestion du système et les méthodes pour les résoudre par le biais de l'étude.
- (b) Les gestionnaires de système des processus nouvellement introduits participeront aux parties nécessaires de la formation sur le tas.
- (c) Compte tenu de la gestion de l'ensemble du système et du développement d'améliorations du système dans l'avenir, les gestionnaires de système des processus de triangulation aérienne et de cartographie numérique participent à un stage de groupe de longue durée "Stage de programmation et gestion des activités de levés nationales" au Japon.

(3) Teneur des activités

- (a) Les gestionnaires de système ayant participé au comité d'exploitation figurent dans la liste des participants au procès verbal du document annexe.
- (b) Le Tableau 6 indique les gestionnaires de système des processus nouvellement introduits ayant participé à la formation sur le tas.
- (c) Le participant au stage de groupe de longue durée "Stage de programmation et gestion des activités de levés nationales" à l'Institut de géographie et du territoire du Japon est comme suit.

Participant: M. COMPAORE Désiré (chef de la section responsable de la triangulation aérienne, de la cartographie numérique)

Période: du 2 octobre 2000 au 29 juillet 2001

4.2.3. Formation sur les méthodes de conception et création SIG en utilisant les données de base SIG

(1) Objectifs du stage

Dans le S/W de l'étude, les techniques liées au SIG sont positionnées pour assurer une utilisation efficace des données topographiques numériques produites dans le cadre de cette étude. La mission d'étude développera le SIG pilote en tant que méthode proposée. Pour cela, les membres de la conférence des utilisateurs SIG comprenant des représentants du SIG et des ministères et agences concernés ont fortement demandé un transfert technologique portant sur la conception et la création SIG en utilisant les données de base SIG, qui a été adopté additionnellement pour l'étude de la troisième année.

(2) Méthodes de formation

Les méthodes de la formation seront comme suit :

- (a) Une section de développement SIG a été créée à l'IGB et les responsables ont suivi une formation individualisée au Japon.
- (b) Etablissement du manuel des opérations SIG pilote, et formation aux opérations des responsables SIG de l'IGB, et des membres de la conférence des utilisateurs SIG chargés des opérations SIG pilote.

- (c) Un séminaire concernant la conception et la création SIG en utilisant les données de base SIG a été réalisé pour les membres de la conférence des utilisateurs SIG et le responsable SIG de l'IGB.

(3) Teneur des activités

- (a) Formation individuelle au Japon du responsable de la section développement SIG
Stagiaire: M. BOLLY Ahamadou (responsable de la section développement SIG, IGB)
Période du stage: 27 septembre - 28 octobre 2000
- (b) Formation aux opérations du SIG pilote
Stagiaires: Membre de la conférence des utilisateurs SIG chargé des activités SIG pilote
Responsable SIG de l'IGB
Période de stage: 1 février – 14 février 2001

4.2.4. Stage des cadres supérieurs de l'IGB

Pour assurer le bon déroulement de la coopération technique entre le Burkina Faso et le Japon, et pour saisir la situation au Japon qui réalise depuis longtemps des levés nationaux, M. Ousseny TARNANGUIDA, directeur de l'IGB est venu au Japon du 21 juin au 3 juillet 1999, et M. Claude Obin TAPSOBA du 21 juin au 16 juillet 1999 pour des visites d'observation et entretiens à l'Institut de géographie et du territoire, aux différents organismes éducatifs pour les levés, aux groupes de sociétés liées aux instruments de mesure, aux groupes et sociétés s'occupant de levés etc.

4.2.5. Séminaire

Un séminaire a été réalisé pour les personnes concernées afin de confirmer les résultats obtenus par le biais de la coopération technique amicale entre le Burkina Faso et le Japon, et en suivi, contribuer au développement durable, respectueux de l'environnement naturel, et avancé des activités administratives centrées sur la compilation des données topographiques numériques nationales et la diffusion de SIG en utilisant les données de base SIG.

Ce séminaire, organisé les 8 et 9 février 2001 au sein de l'IGB, a eu la teneur suivante.

- (1) Cérémonie de remise des installations d'aménagement du système de cartographie numérique pour la carte topographique nationale au 1:50.000, des différents résultats tels que carte de la région sud-ouest, données topographiques numériques, données de

base SIG par les représentants des deux pays, le Ministre burkinabé et l'Ambassadeur du Japon

(2) Séminaire en vue de la diffusion du SIG utilisant les données de base SIG pour les membres de la conférence des utilisateurs SIG comprenant des représentants des ministères et agences en relation avec SIG et les responsables SIG de l'IGB

(3) Séminaire d'explication des résultats d'ensemble de cette étude pour les organismes utilisant la carte topographie nationale et les employés de l'IGB

4.3. Compilation de la carte topographique nationale au 1/50.000^e de la partie sud-ouest et des données topographiques numériques

4.3.1. Normes techniques pour la cartographie topographique

Voici un abrégé des normes techniques appliquées à la cartographie topographique.

Nom de l'ellipse de base:	Clark 1880
Rayon de l'équateur:	6.376.249 m
Taux de planéité:	1/293,4668
Unité:	mètre
Projection planimétrique:	UTM
Echelle de la carte:	1/50.000 ^e
Intervalle des courbes de niveau:	10 m
Ligne de cadre:	15' x 15'

La Figure 41 indique la représentation cartographique et les normes d'acquisition des données numériques.

4.3.2. Méthode de production de cartographie numérique de l'IGB pour la carte topographique nationale au 1:50.000

La méthode de production de cartographie numérique pour la carte topographique nationale au 1:50.000 de l'IGB sera conçue en tenant compte de l'environnement technique du Burkina Faso à chaque processus de production et de l'efficacité de l'investissement en cas d'aménagement des installations à l'IGB.

La réalisation du processus de prise de photos aériennes et du processus d'impression des cartes par l'IGB impliquent la disponibilité d'un avion, de caméras aériennes et d'un imprimante par contact, ce qui constitue un investissement initial important; de plus, les frais de personnel liés au pilote, au mécanicien de l'avion, à l'ouvrier imprimeur etc. seront requis en permanence. Vu ces conditions, la méthode de production par sous-traitance à l'extérieur est jugée adaptée compte tenu des besoins à l'intérieur de l'IGB, et la conception du système sera effectuée en présupposant la sous-traitance de ces processus.

Comme aucune société dotée des capacités de production des cartes topographiques nationales n'existe au Burkina Faso, le système de production serait adéquat.

4.3.3. Conditions limitant la production et compilation d'urgence de la carte topographique nationale de la région sud-ouest et des données topographiques numériques etc.

Comme l'indique le paragraphe 4.1. Amélioration des installations du processus de cartographie numérique, le système de cartographie numérique pour la carte topographique nationale au 1:50.000 est axé sur le processus de cartographie, processus clé de l'aménagement des installations, qui sera conçu et aménagé à une échelle conforme à la portée de production de deux restituteurs. De ce fait, la carte topographique nationale de la région sud-ouest de l'étude et la production au Burkina Faso de données topographiques numériques seront limitées par la portée des installations aménagées.

De plus, comme l'indique le paragraphe 4.2 Formation du personnel d'exploitation du système de cartographie numérique pour la carte topographique nationale au 1:50.000, sur les processus nouvellement introduits, la production sera faire par formation technique sur le tas, ce qui limitera la vitesse de production.

Par ailleurs, comme l'indique le paragraphe 2.1.2 Niveau de développement élevé et nécessité d'un aménagement rapide, la compilation de la carte topographique nationale de la région sud-ouest et des données topographiques numériques etc. doit être faite rapidement conformément au S/W.

De ce fait, la formation sur le tas est réalisée pour les processus de cartographie numérique, de compilation numérique, de structuration des symboles de cartographie numérique et de structuration des données de base SIG, et une partie des processus est réalisée au Japon en respectant la condition d'assurer le transfert technologique.

Pour la triangulation aérienne, les coûts sont limités par l'observation d'un minimum de points de contrôle, et les opérations sont toutes réalisées au Japon pour assurer une précision uniforme; par ailleurs, une zone de formation sera définie pour le transfert technologique, pour laquelle les opérations sont faites au Burkina Faso. De plus, les opérations pour la zone de Banfora sont faites avec formation sur le tas, ce qui a promu le transfert technologique et les projets de l'IGB.

4.3.4. Processus des opérations de l'étude et méthode d'exécution

Compte tenu des conditions techniques au Burkina Faso, le recommissionnement de la prise des photos aériennes et de la mise en page et de l'impression a été adopté pour la compilation de la carte topographique nationale au 1/50.000è. La prise des photos aériennes a été confiée à la société CINTEC; la mise en page et l'impression de la carte devait être commissionnée en Côte d'Ivoire voisine, mais la détérioration de la situation politique pendant la période d'exécution, et la recommandation de non-entrée dans le pays nous ont amenés à confier la mise en page et l'impression de la carte à la société Nakasha Creative au Japon.

L'IGB dispose de deux restituteurs pour le système de cartographie topographique nationale au 1/50.000è. Comme la production sera faite par formation sur le tas (OJT) pour les processus introduisant de nouvelles techniques comme la cartographie numérique, la compilation numérique, la structuration des symboles cartographiques et la structuration des données de base SIG, la vitesse de production aura ses limites. C'est pourquoi une partie des processus ci-dessus ont été réalisés au Japon. La Figure 20 montre le processus des activités de l'étude.

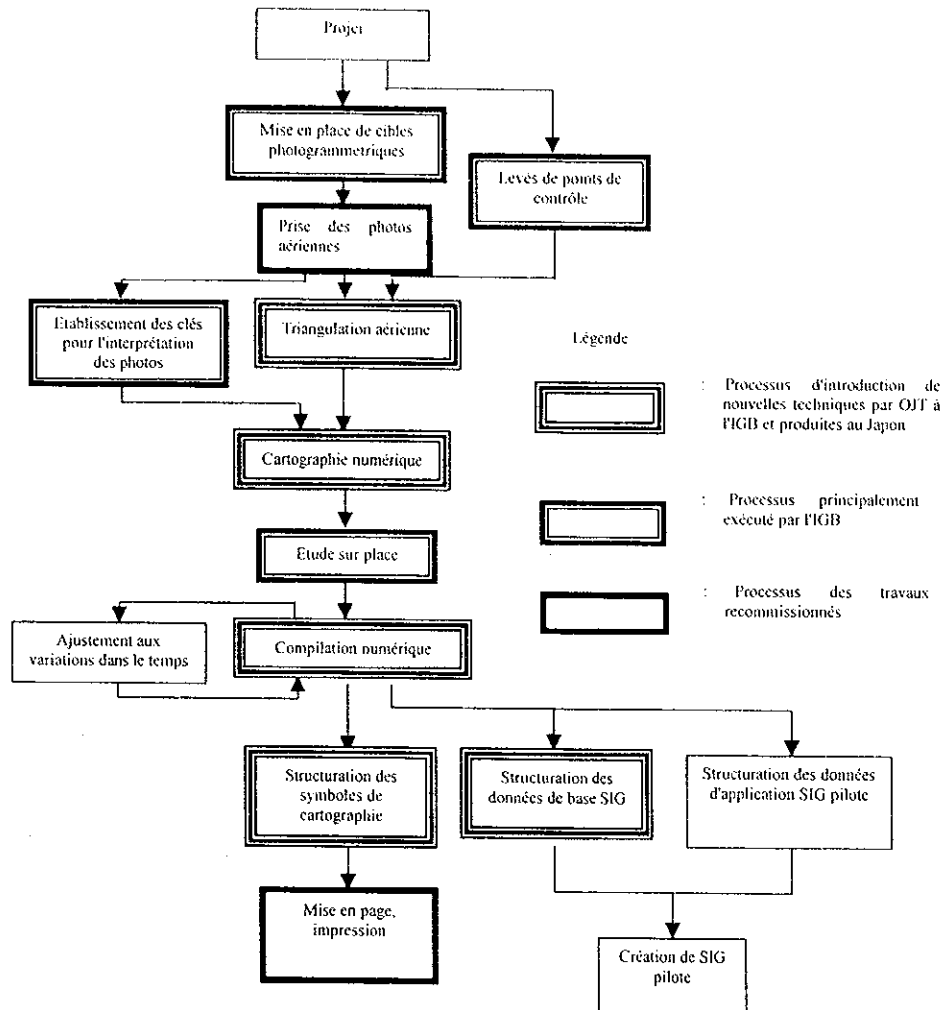


Figure 20 Processus de compilation de la carte et de l'étude pour la mise en place des données cartographiques numériques et processus d'exécution de l'étude

4.3.5 Teneur du processus de compilation de la carte topographique

(1) Mise en place des cibles photogrammétriques

Des cibles photogrammétriques ont été mises en place pour l'orientation par rapport à la position des levés des photos aériennes. La structure a été conçue comme le montre la Figure 21 Compte tenu de la conservation, des pierres de 10 à 20 cm de diamètre disponibles sur place ont été disposées et peintes en blanc.

La Figure 37 indique les emplacements des cibles photogrammétriques mises en place, et le Tableau 7 les quantités.

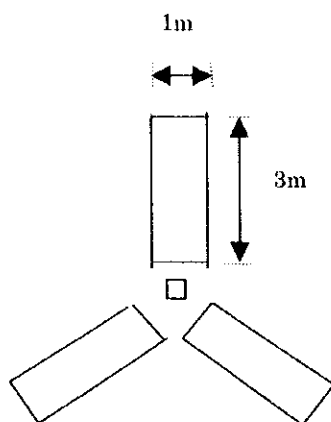


Figure 21 Structure des cibles photogrammétriques

(2) Processus de levés des points d'orientation

L'observation des points de contrôle de classe 2 (GPS) a été effectuée par sessions de 2 heures. Les points de contrôle de classe 1 ont été obtenus par calcul de moyenne de quadrillage en tant que point connu. L'ajustement pour l'indication de l'élévation a été fait en utilisant la méthode Géode locale.

Des lignes de niveau ont été définies par points géodésiques de classe 3, et des opérations de pointage effectuées pour assurer la précision de l'élévation. La Figure 37 indique les emplacements et quantités de ces opérations.

(3) Prise de photos aériennes

L'étude de la situation technique des sociétés locales et des prix pratiqués a conduit à confier la prise des photos aériennes à la société CINTEC. L'aéroport de Bobo Dioulasso a été la base pour la prise des photos. Après des discussions avec l'IGB, et la conclusion du contrat avec la société CINTEC, la priorité a été donnée à la mise en place de cibles photogrammétriques, et la prise de vues a pu être achevée avant la période de l'harmattan.

Avion:	Cheftain Navajo
Caméra aérienne:	RC-10 (f=88,01 mm)
Film:	AGFA AVIPHOT PAN 200 PEI
Echelle de prise de vues:	1/50.000è

La Figure 39 indique l'itinéraire des prises de vues.

Après le développement des photos, l'étude a été effectuée conformément aux normes d'activités de la JICA, et la conformité aux normes d'étude a été confirmée.

(4) Triangulation aérienne

Pour assurer l'uniformité de la précision, les levés de triangulation aérienne ont été effectués par la méthode d'ajustement des blocs pour tous les modèles, séparément des résultats OJT.

(a) Principaux équipements

Dispositif de pointage: PUG II-IV (société WILD)

Équipement de mesure des coordonnées: Stecometer (société CARL ZEISS JENA)

Calculatrice: ACOS PX7800 (société NEC)

(b) Teneur des opérations

- 1) 5 points de jonction ont été sélectionnés par appareil photo ultra grand-angulaire.
- 2) 2 points de liaison ont été sélectionnés par modèle pour renforcer la continuité.
- 3) La confirmation et la copie des points de contrôle ont été faites par vue stéréoscopique sur la base de la liste des points de contrôle.
- 4) La confirmation et la copie des repères géodésiques ont été faites par observation des coordonnées sur la base des documents de pointage des photos agrandies 4X.
- 5) Les levés d'observation des coordonnées ont été effectués deux fois séparément, les grandes erreurs dues aux différences ont été inspectées après observation par la méthode d'expression polynomiale.
- 6) Le calcul d'ajustement des blocs a été effectué selon la méthode de Bundle.

(c) Résultats des ajustements

- 1) Nombre de points de contrôle utilisés: 52 points (plan)
 128 points (élévation)
- 2) Déviation standard estimée à partir de la différence résiduelle des points de contrôle
 ± 0,616 m (plan)
 ± 0,633 m (élévation)
- 3) Déviation standard des points de jonction et de liaison
 ± 6,56 μ (élément coordonnées)

(5) Processus d'établissement des normes d'interprétation des photos

Pour la cartographie numérique, les photos aériennes ont été interprétées de manière adaptée, les données conformes aux spécifications de représentation graphique ont été acquises de sorte qu'il n'y ait pas de différences individuelles, et l'uniformisation de la précision a été réalisée.

Pour permettre le classement de manière facilement lisible, l'indication des spécifications cartographiques comme normes adaptées, des photos aériennes échantillons, des photos au sol échantillons, la méthode d'indication de cartographie numérique, la méthode d'indication de la compilation numérique ont été définies.

Les éléments enregistrés sont comme suit.

Routes par type

Rivières, rivières saisonnières

Villages et leurs environs

Végétation

Relief

(6) Processus de cartographie numérique

Pour la cartographie numérique, les modèles photographiques ont été orientés en utilisant les résultats de la triangulation aérienne. Ensuite, les données à interpréter ont été interprétées sur la base des normes d'interprétation des photos, ce qui a permis le tracé ou bien l'obtention d'attributs sur la base des normes d'obtention des données telles que données de caractéristiques planimétriques indiquées par données de ligne et de position, données de végétation, données de relief etc.

L'obtention de données du processus de cartographie numérique a été effectuée efficacement et systématiquement sur la base de la classification des expressions cartographiques personnalisées. La cartographie numérique de la zone de 2150 km² à la charge de l'IGB a été faite par OJT.

(7) Etude sur place

Les imprimés de cartographie numérique ont été emportés sur place, et les erreurs d'interprétation ont été corrigées après acquisition de données telles que noms de lieu, caractéristiques planimétriques non obtenues par les photos. Pour l'indication correcte en français de la prononciation locale des noms de lieu, la prononciation a été enregistrée sur cassette, et a été fixée après étude sévère par le comité sur les noms de lieu nouvellement établi par l'IGB.

(8) Processus de la compilation numérique

Les données de cartographie numérique manquantes confirmées lors de l'étude sur place ont été ajoutées, ou les erreurs corrigées, et le classement par exemple la fermeture des lignes des données de lignes et des données de surface non conformes aux normes d'acquisition des données numériques a été effectué. De plus, les noms de lieux, notes des caractéristiques planimétriques, limites administratives etc. ont été compilés.

Ces compilations ont été efficacement soumises à un contrôle théorique automatique par le logiciel de compilation numérique personnalisé, et pour éviter toute omission de contrôle.

La compilation numérique a été faite par OJT sur les 1500 km² à la charge de l'IGB.

(9) Processus de structuration des symboles cartographiques

Pour imprimer les données compilées dans le processus de compilation numérique pour la structuration des symboles cartographiques sous forme de carte, les données de lignes basées sur les spécifications de représentation graphique, la symbolisation des données de surface etc., la symbolisation des caractéristiques planimétriques, de la végétation etc., la conversion des données de type vectoriel en données de grille, et la division par couches selon la version couleur ont été obtenus de manière semi-automatique par logiciel de structuration de symboles cartographiques personnalisé.

La structuration par symboles cartographiques a été faite par OJT sur les 1500 km² à la charge de l'IGB.

(10) Processus de structuration des données de base SIG

Pour produire les données compilées dans le processus de compilation numérique pour la structuration des données de base SIG en tant que données de base SIG, une structuration théorique adaptée a été appliquée aux données topographiques à compilation numérique par calcul spatial.

Cette opération a été effectuée de manière semi-automatique avec le logiciel de structuration des données de base SIG personnalisé.

La structuration des données de base SIG a été faite par OJT sur les 1500 km² à la charge de l'IGB.

(11) Processus de mise en page et impression de carte

Les données structurées des symboles topographiques ont été imprimées par couleur: vert, orange, bleu et noir, un film de mise en page a été établi, et les cartes ont été imprimées.

Au départ, la mise en page et l'impression étaient prévues en Côte d'Ivoire, pays voisin du Burkina Faso, mais suite à l'instabilité politique au moment de l'exécution qui a engendré une recommandation de non-entrée dans le pays, elles ont été effectuées au Japon.

4.3.6. Période des travaux par processus pour la compilation de la carte topographique nationale de la région du sud-ouest et des données topographiques numériques

Compte tenu des conditions de limitation de la production par la dimensions des installations de production du système de cartographie numérique pour la carte topographique nationale au 1:50.000 établie par l'IGB et dues à la production avec formation sur le tas pour les processus nouvellement introduits, la période d'exécution par processus pour la compilation de la carte topographique nationale et des données topographiques numériques etc. a été prévue et réalisée comme l'indique le Figure 35.

4.3.7. Zone de production par formation sur le tas

Indique la zone produite avec formation sur le tas pour les processus techniques nouvellement introduits.

(1) Triangulation aérienne

La Figure 22 indique la zone pour laquelle la triangulation aérienne a été effectuée par formation sur le tas.

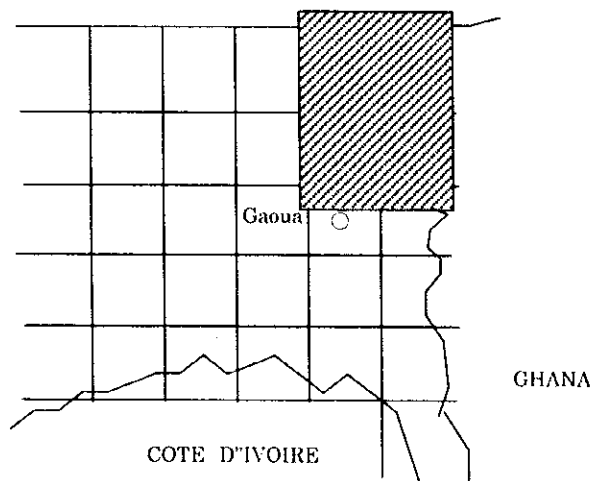


Figure 22 Zone à triangulation aérienne effectuée par formation sur le tas

(2) Cartographie numérique

La Figure 23 indique la zone pour laquelle la cartographie numérique a été effectuée par formation sur le tas.

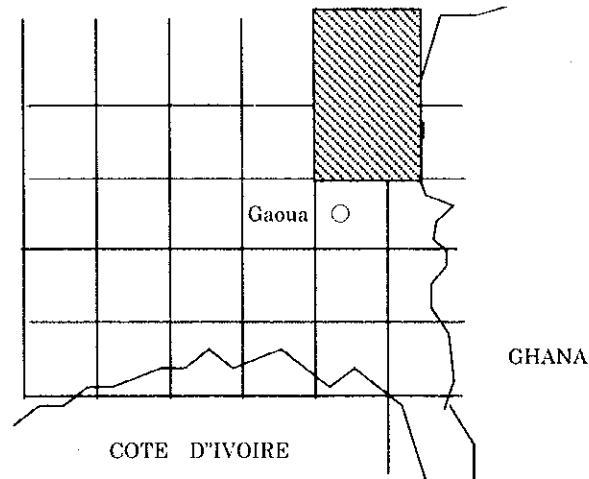


Figure 23 Zone à cartographie numérique effectuée par formation sur le tas

(3) Zone pour laquelle la compilation numérique, la structuration des symboles de cartographie numérique et la structuration des données de base SIG ont été effectuées avec formation sur le tas

Au départ, la zone pour laquelle la compilation numérique, la structuration des symboles de cartographie numérique et la structuration des données de base SIG ont été effectuées avec formation sur le tas était aussi celle prévue pour la cartographie numérique avec formation sur le tas, mais l'IGB a souhaité que plus de temps soit consacré aux explications d'enseignement pour la formation sur le tas, et l'effet formation a été renforcé pendant la période des travaux par réduction de la zone des activités à la zone indiquée par la Figure 24.

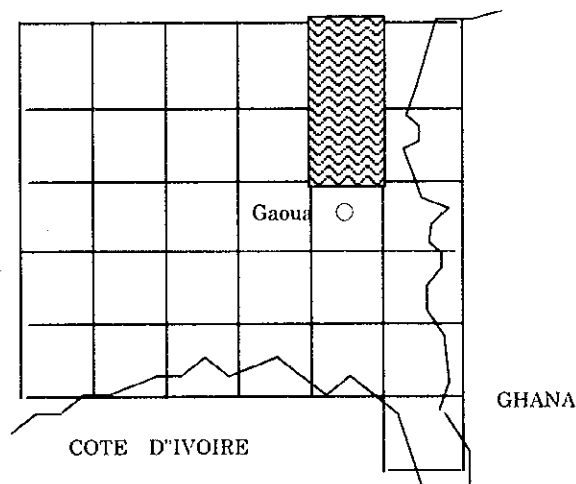


Figure 24 Zone pour laquelle la compilation numérique, la structuration des symboles de cartographie numérique et la structuration des données de base SIG ont été effectuées avec formation sur le tas

4.3.8. Gestion de la qualité pour la carte topographique nationale au 1:50.000 de la zone sud-ouest et les données topographiques numériques etc.

La gestion de la qualité pour la carte topographique nationale au 1:50.000 de la zone sud-ouest et les données topographiques numériques etc. a été faite en deux étapes : gestion de la qualité par processus par les responsables de la production eux-mêmes et inspection des produits par un organisme tiers, le Centre technique de l'Association japonaise des levés.

(1) Gestion de la qualité par processus par les responsables de la production

La gestion de la qualité par processus par les responsables de la production est réalisée par les responsables eux-mêmes. Les méthodes de gestion sont la gestion des photos, les limitations de portée dues à la limitation par écart double sens des nivellements, les limitations par déviation standard de la valeur moyenne par calcul d'ajustement du réseau etc.

Se référer au document annexe Règles des activités de cartographie numérique pour la carte topographique nationale au 1:50.000 pour les rubriques de gestion de la qualité par processus et les méthodes de gestion.

Les valeurs de levé dépassant les valeurs limites sont traitées de manière adéquate, par exemple par de nouveaux levés, après étude des causes.

(2) Inspection des produits par l'Association japonaise des levés

Le contrôle des produits est assuré par le Centre technique de l'Association japonaise des levés qui est un organisme externe tiers.

C'est une inspection globale de la qualité, réalisée sur la base des dispositions pour l'inspection définies par le Centre technique de l'Association japonaise des levés. Les inspections sont faites sur une plage large: inspection théorique pour détecter automatiquement par programme les contradictions théoriques de la carte numérique, adaptation de la méthode de traçage des cartes, erreurs des annotations, comparaison des enregistrements des levés et du tableau de gestion de la précision. En cas de réussite, un enregistrement des inspections effectuées et un certificat d'inspection sont remis.

4.3.9. Rubriques et volume des activités pour la cartographie topographique de la partie sud-ouest du Burkina Faso et les données topographiques numériques

Le Tableau 7 indique les rubriques et les volumes d'activités concernant la carte topographique nationale et les données topographiques numériques compilées au cours de cette étude.

Tableau 7 Rubriques et volume des activités pour la cartographie topographique de la partie sud-ouest du Burkina Faso et les données topographiques numériques

Items	Quantity	Description	In charge of woek		
			JICA	IGB	Com.
Resultats des observations					
Choix des points photos	51Points			○	
Observations GPS	69Points			○	
Nivellement et observations GPS	521 km	2 GPS		○	
Photos aériennes	20600 km ²	1/50000e			○
Restitution numérique	1set		○	○	
Triangulation aérienne	618models	180models OJT	○	○	
Restitution numérique	18450 km ²	2150 km ² OJT	○	○	
Complètement	20600km ²		○	○	
Rédaction	18450km ²	1500 km ² OJT	○	○	
Symbolisation	18450km ²	1500 km ² OJT	○	○	
Structuration des données	18450km ²	1500 km ² OJT	○	○	
Planche mère et impression	34sets				○
Documents					
Normes techniques et spécifications	1set		○	◎	
Opérations manuelles	1set	5 new process	○	◎	
Inception report	1set	En	○	◎	
Chronogramme 1	1set	En	○	◎	
Chronogramme 2	1set	En	○	◎	
Dessin final sommaire	1set	En,Fr,JP	○	◎	
Rapport final	1set	En,Fr,JP	○	◎	

◎ : Conference

4.3.10. Carte topographique nationale au 1/50.000è établie

La carte topographique nationale imprimée a été personnalisée de manière à permettre autant que possible le traitement automatique pour renforcer l'efficacité de la structuration des symboles cartographiques. Si l'on compare avec la structuration des symboles cartographiques par logiciel de tracé, il y a des particularités de qualité uniforme et de précision mécanique. Il y a eu des critiques parmi les personnes habituées au tracé manuel des cartes, mais dans son évaluation globale, le comité d'exploitation a, sans sa grande majorité, jugé que la méthode d'exécution par logiciel de tracé de carte semi-automatique personnalisé était remarquable. La Figure 40 montre la carte d'indice de la carte topographique nationale au 1/50.000è établie.

4.4. Développement du SIG pilote en utilisant des données e base

4.4.1. Conférence des utilisateurs SIG

Une Conférence des utilisateurs SIG, composée de représentants des organismes concernés, a été créée en vue de promouvoir la diffusion des applications de SIG utilisant les données de base SIG. L'Annexe comprend la convention de la conférence des utilisateurs SIG ainsi que la liste des membres. Comme la création d'applications SIG à pleine échelle n'entrait pas dans les limites du S/W, elle n'a pas été réalisée dans le cadre de cette étude, mais deux SIG pilotes utilisant les données de base SIG, ont été créés en tant que première étape pour la promotion de l'utilisation efficace des ressources en données topographiques numériques compilées, après étude de la conférence des utilisateurs SIG. Les SIG pilotes établis sont le SIG pilote de soutien au développement de l'agriculture régionale et le SIG pilote pour la gestion de la construction d'écoles primaires. Des organismes ont demandé la création de SIG pilotes sur la base d'idées importantes, mais cela a été impossible dans le cadre du S/W conclu entre les deux pays.

La Conférence des utilisateurs SIG devrait jouer un rôle important dans l'avenir en tant qu'utilisateur, pour la proposition d'une politique d'action et de sujets techniques, et comme co-développeur avec l'IGB, pour le développement du SIG à pleine échelle en utilisant les données de base SIG.