

## 1. INTRODUCTION

Le Projet d'élaboration de la carte topographique à l'échelle de 1:50.000 couvrant la zone ouest du Sénégal qui a été réalisé par l'Agence Japonaise de Coopération Internationale (ci-après désignée J.I.C.A.) selon la requête du gouvernement de la République du Sénégal avec la collaboration des organismes concernés du Sénégal, a été commencé de février 1989 et achevé en décembre 1991.

La zone faisant l'objet du Projet cartographique s'étend entre 16°00' à 17°00' de longitude ouest et sa largeur est d'environ 110 km d'est en ouest. Cette zone se met en contact avec le fleuve Sénégal constituant la frontière de la Mauritanie au nord et avec la frontière de la Gambie au sud et sa superficie est de 25.500 km<sup>2</sup> (La planche en annex au début du présent rapport permet de visualiser l'ensemble de la zone couverte par le Projet). Elle comprend 6 régions suivantes: St. Louis, Louga, Thies, Diourbel, Fatick et Kaolack.

Ladite zone donne sur l'océan Atlantique et au milieu, sur le cap Vert où se situe la capitale Dakar s'allonge loin dans la mer. Au nord de la zone du Projet, le fleuve Sénégal, au sud, le fleuve Saloum et à l'extrême sud, le fleuve Gambie, se jettent dans l'océan Atlantique. Des terrasses planes moins élevées de 50 m d'altitude régissent sur une grande partie de cette zone. Aux alentours des bassins des fleuves Sénégal et Saloum, s'étendent les basses terres alluviales et au bord de l'océan Atlantique, se forme une vaste plaine côtière. Les collines se trouvant près de Thiès donnent le relief à cette configuration de terrain très plate et monotone. Vous trouverez dans les figures-1, -2 et -3 les caractéristiques de la configuration de terrain de la zone du Projet révisées à partir de la carte topographique à l'échelle de 1:50.000 qui vient d'être élaborée.

La figure-1 montre la configuration de terrain des abords de Thiès. A l'ouest de Thiès, ondulent des collines crétacées ou en terrain tertiaire dont l'altitude la plus élevée est d'environ 140 m qui constitue l'altitude la plus élevée dans toute la zone du Projet. Aux alentours de ces collines, s'étend une terrasse plate en nouveau terrain tertiaire de 10 m à 40 m d'altitude avec de petites vallées. Du fait que les fleuves et rivières n'ont pas donné de grandes

influences sur la configuration de terrain, cette dernière reste monotone.

La figure-2 montre la configuration de terrain des abords de St. Louis. Des terrains inondés se forment le long du fleuve Sénégal et la plupart de ces terrains sont humides. Au bord de l'océan Atlantique, il y a une plaine côtière. Sur cette plaine côtière, les terrains inondables près du fleuve Sénégal et les terrasses, font que la formation des dunes est remarquable. Cependant, les dunes se trouvent seulement à la partie nord de la zone du Projet. Il semble que ces dunes sont formées par le vent du Sahara (mousson à sable jaune).

La figure-3 indique la configuration de terrain, de Mbour à Kaolack. Vous y trouverez la répartition des basses terres se formant le long du fleuve Saloum et celle des terrasses planes. Aux alentours du bassin-aval du fleuve à Mbour, s'étend un grand terrain humide et celui-ci arrive même près de Kaolack à environ 80 km en amont de la bouche du fleuve, et ceci signifie que sont peu importantes la précipitation dans cette région et la quantité du sédiment apportée par les fleuves et rivières. La couche superficielle des terrasses est en nouveau terrain tertiaire, et l'altitude des terrasses devient de plus en plus élevée vers l'intérieure.

Du fait que cette zone se trouve près du Sahara, son climat est sec. La précipitation annuelle moyenne est de 400 mm dans la partie nord, de 600 mm dans la partie centrale et de 1.000 mm dans la partie sud. Cette zone comprend des capitales régionales telles que St. Louis, Louga, Thies, Diourbel, Kaolack et Fatick ainsi des villes touristiques telles que Mbour, etc. et plus de la moitié des sénégalais y habitent. A l'exception de Dakar, la population en est la plus concentrée au Sénégal. Le réseau routier est bien aménagé autour de Dakar. Les routes reliant Dakar aux capitales régionales et aux villes touristiques, ou bien ces capitales régionales, sont développées. Dakar et St. Louis sont reliés par le chemin de fer et à partir de Dakar, il y a une autre voie ferrée qui va au Mali. Le service de l'Air Sénégalais couvre les principales capitales régionales telles que St. Louis, Kaolack, etc.

L'utilisation du terrain de cette zone est la plus avancée au Sénégal. Les terres cultivées sont réparties sur une grande partie, et y sont cultivés divers produits agricoles tels que l'arachide qui peut

apporter des devises étrangères, le mil, le riz, le maïs, la cassave, etc. La culture des céréales telles que le mil, etc. et de l'arachide, se fait principalement aux terrasses, et le riz est cultivé aux basses terres facile à irriguer. Dans le dessein d'accroître les produits agricoles, il est très important de développer l'exploitation des eaux.

Le long des côtes et au large de cette zone, sont abondants les poissons tels que le ton, la sardine, la dorade, etc. , aussi bien les crevettes et les seiches. Récemment le développement de la pêche est remarquable et au Sénégal, beaucoup de protéines animales sont tirées des poissons.

Dans le domaine de l'industrie minière, les phosphates naturels sont les produits représentatifs. En plus, dans cette zone se situent de nombreuses usines qui s'occupent de la production de l'huile à partir des arachides, de la production du sel, de l'affinage des phosphates ainsi que de la production des engrais, du détergent, du ciment, du plastique, etc.

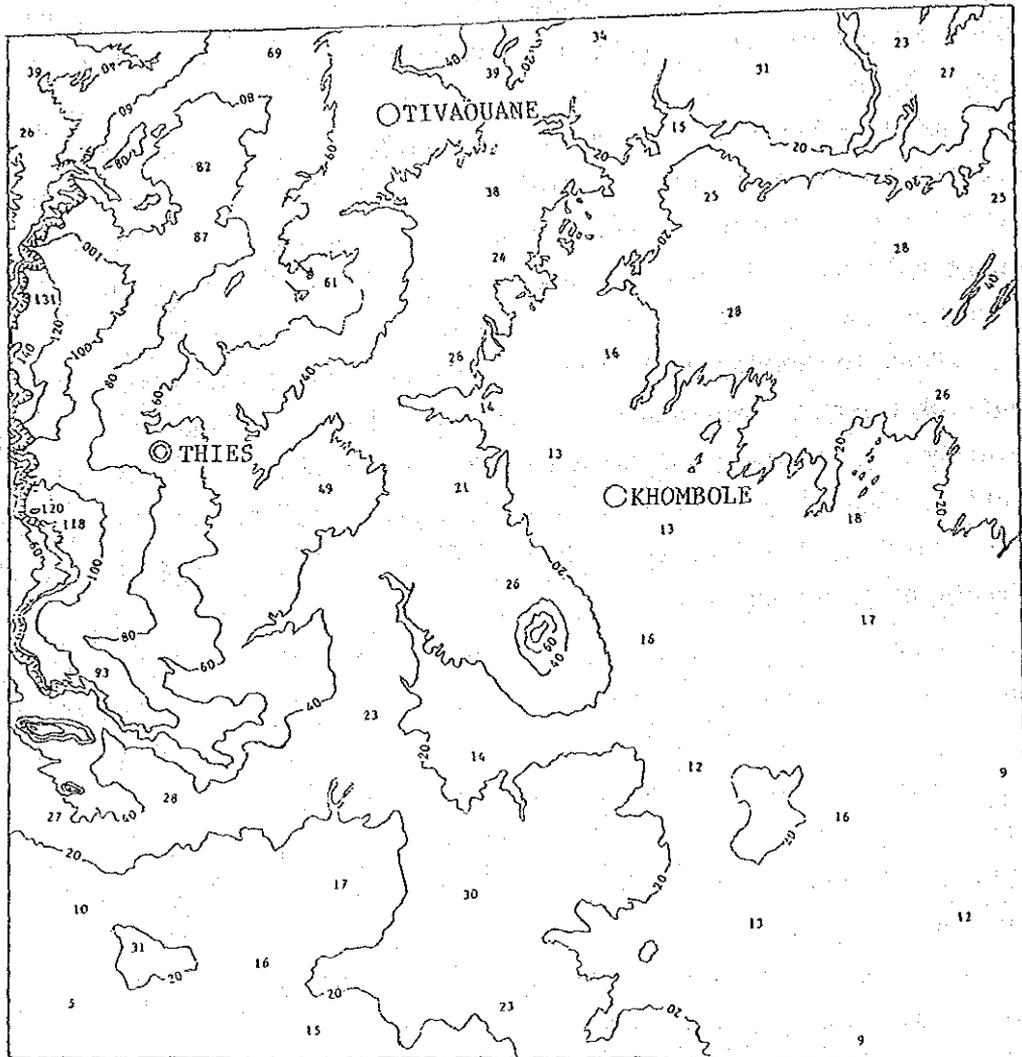


Figure-1 Configuration de terrain des abords de THIES

(à l'échelle de 1:200.000)

Équidistance des courbes de niveau: 20 m

Le chiffre montre l'altitude (unité: m).

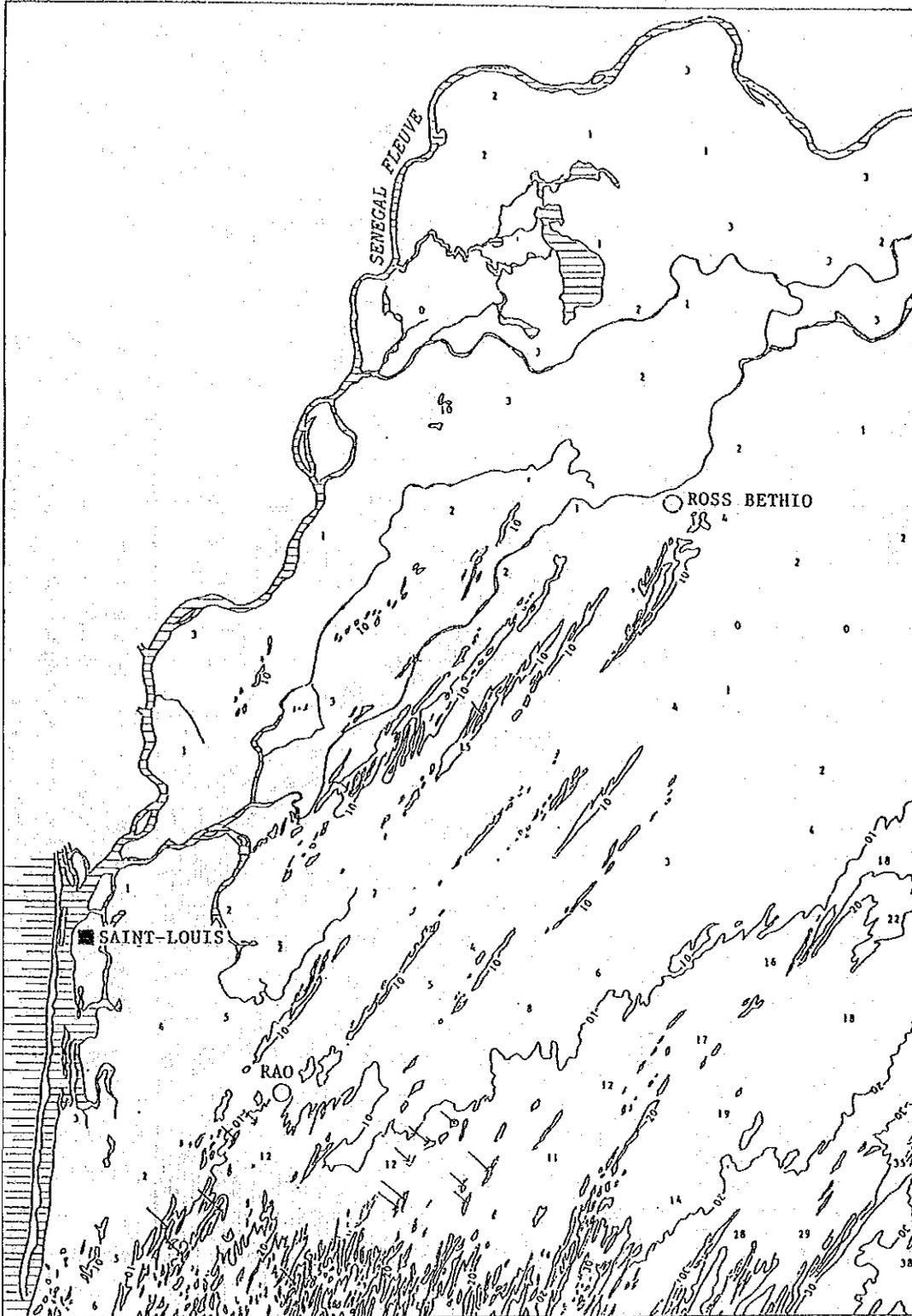


Figure-2 Configuration de terrain des abords de St. Louis  
 (à l'échelle de 1:350.000)  
 Équidistance des courbes de niveau: 10 m  
 Le chiffre montre l'altitude (unité: m).

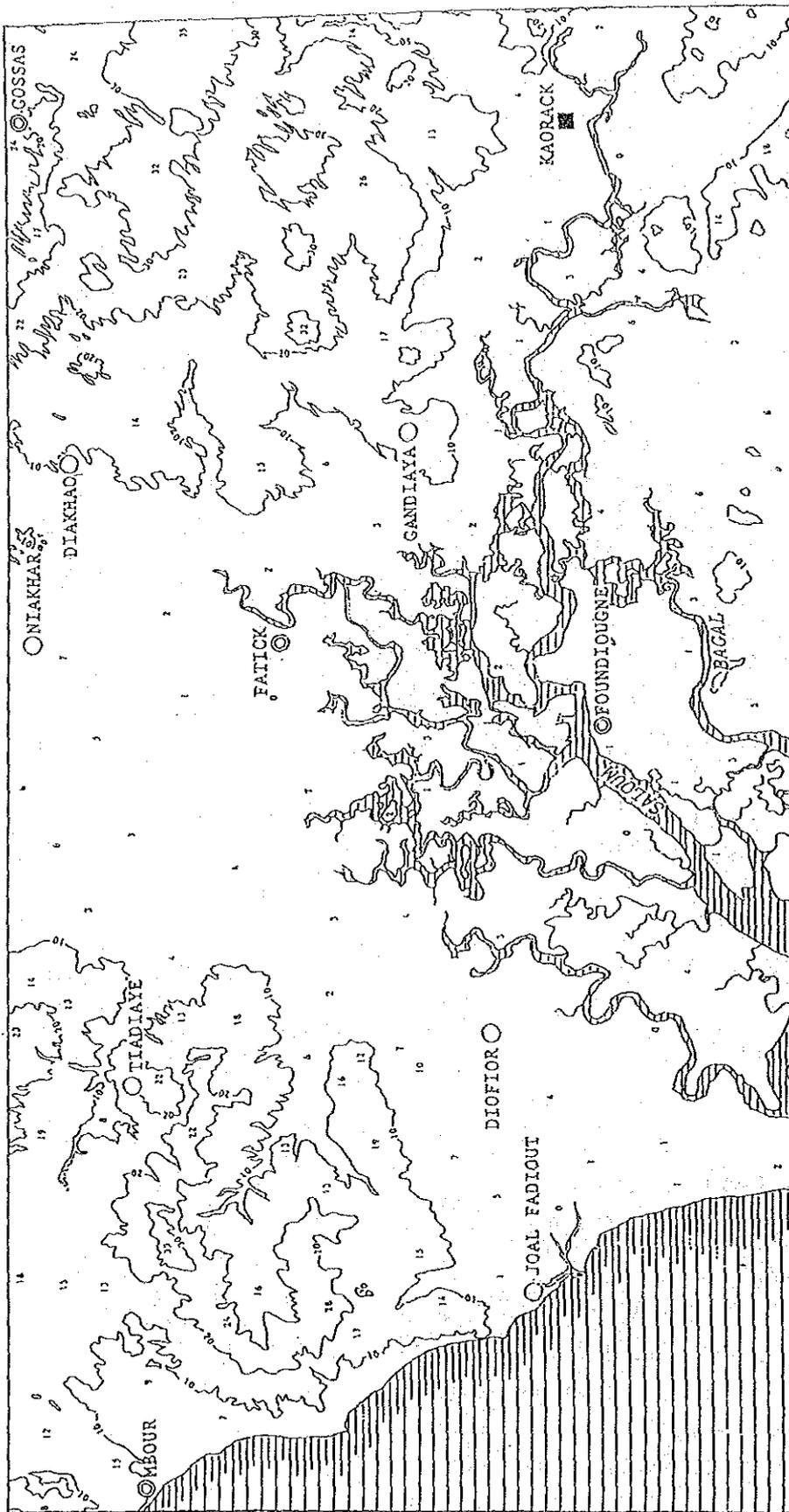


Figure-3 Configuration de terrain de Mbour à Kaolack  
 (à l'échelle de 1:400.000)  
 Équidistance des courbes de niveau: 10 m  
 Le chiffre montre l'altitude (unité: m)

## 2. APERÇU DU PROJET

### 2-1 Requête du gouvernement Sénégalais et décision du secteur du Projet

#### 2-1-1 Arrière-plan du Projet

La République du Sénégal, dont la superficie est d'environ 190.000 km<sup>2</sup> et la population d'environ 6.610.000 h. (en 1986), se trouvant à l'extrémité ouest du continent africain a acquis son indépendance en 1960 et son gouvernement a mis à exécution plusieurs Plans de développement social et économique. Il est en train d'essayer, dans le cadre du 7ème Plan de développement social et économique et dans le cadre du Plan d'ajustement structurel économique et financier à moyen et long terme mis en vigueur en 1985, de concrétiser le développement économique et l'ajustement structurel. C'est la zone ouest qui fait objet principal de ces Plans. Cependant, n'était pas encore dressé la carte de base à l'échelle moyenne de cette zone nécessaire au Plan d'exploitation des eaux et aux Plans de développement de l'agriculture, de la pêche, de la mine, de l'industrie, du transport, de la communication, etc. Il était donc urgent de procéder à l'élaboration de la carte topographique à l'échelle moyenne dans le dessein de réaliser lesdits Plans.

La Commission Economique des Nations Unis pour l'Afrique tenue à Dakar en 1983 a recommandé d'élaborer ultérieurement des cartes topographiques à l'échelle de 1:50.000 en tant que cartes de base, qui serviront à l'exploitation et à l'aménagement du territoire. Et le gouvernement de la République du Sénégal, en admettant le bien-fondé de cette recommandation, a décidé d'élaborer les cartes topographiques à l'échelle de 1:50.000 dans le cadre du 7ème Plan de développement économique et social. Cependant, l'organisme géographique de la République du Sénégal se trouvait dans une situation difficile pour élaborer la carte de base.

D'autre part, le gouvernement de la République du Sénégal qui a une haute estime de la technique japonaise sur l'élaboration de la carte photographique effectuée de 1979 à 1980 pour le Projet de

construction de chemin de fer dans le cadre de la coopération technique du Japon, a demandé au gouvernement du Japon la coopération technique sur la cartographie topographique.

Le gouvernement du Japon, en réponse à cette requête, a envoyé la mission en février et en août 1988, et cette dernière, après avoir délibéré sur la prémisse d'effectuer la collaboration technique avec le Service Géographique National (ci-après désigné S.G.N.) du Ministère de l'Équipement, organisme préposé du présent Projet, s'est mis d'accord avec la gouvernement de la République du Sénégal sur la Portée des Travaux (Scorp of Work, ci-après désigné S/W). Basé sur ce S/W, il a été convenu que le Projet d'élaboration de la carte nationale topographique serait effectué à partir de l'an 1989 avec une période d'environ 31 mois divisée en 4 années.

Note: A la suite de la réorganisation du gouvernement de la République du Sénégal faite en mars 1990, le nom du Ministère de l'Équipement a été changé en celui du Ministère de l'Équipement, des transports et du logement et le nom du Service National Géographique en celui de la Direction des Travaux Géographiques et Cartographiques (D.T.G.C.).

## 2-1-2 Requête du gouvernement sénégalais et décision du contenu du Projet

Le gouvernement de la République du Sénégal a demandé en mars 1986 au gouvernement du Japon de procéder à la prise des vues aériennes à l'échelle de 1:60.000 et à l'élaboration de la carte topographique à l'échelle de 1:50.000 sur la zone ouest du Sénégal qui est la première priorité du programme de cartographie, où se trouvent les centres commerciaux et industriels. Le gouvernement du Japon a délégué en février 1988 une Mission de contact au Sénégal afin d'étudier la possibilité de cette coopération technique en examinant le contenu de la requête. Après avoir délibéré avec le S.N.G., elle s'est mise d'accord avec le S.G.N. sur les grandes lignes du S/W préparé par elle-même.

Ensuite, une Mission d'étude préliminaire a été envoyée en août 1988 afin d'avoir des discussions avec le S.G.N. sur les détails du Projet d'élaboration de la carte nationale topographique de l'ouest du Sénégal. Cette Mission s'est mise d'accord avec le gouvernement de la République du Sénégal sur le S/W du présent Projet. Le Projet a pour but de réaliser ces deux éléments suivants sur la zone ouest du Sénégal et de donner le transfert technologique aux homologues sénégalais participant à chaque étape des travaux.

- 1) Prise de vues aériennes : A l'échelle de 1:60.000  
environ 25.500 km<sup>2</sup>
- 2) Cartographie : A l'échelle de 1:50.000  
environ 25.500 km<sup>2</sup>

(Voir l'annexe-1 "Scorp of Work".)

## 2-2 Plan et exécution du Projet

### 2-2-1 Spécifications du Projet

- (1) Résultats : Vues aériennes à l'échelle de 1:60.000  
(avec l'appareil photographique à objectif grand-angulaire)  
Superficie à prise de vues ; 25.500 km<sup>2</sup>  
: Carte topographique à l'échelle de 1:50.000  
43 feuilles  
: Carte imprimée en 5 couleurs,  
43 coupures, 1.000 exemplaires pour chaque coupure
- (2) Symboles de la carte  
: Symboles de la carte unifiés en Afrique
- (3) Stipulations des travaux  
: Stipulations des travaux topographiques  
d'outre-mer de la J.I.C.A.
- (4) Critère des travaux  
: Ellipsoïde de référence; Clarke 1880  
: Projection; UTM  
: Coupure de la carte;  
15' de latitude x 15' de longitude  
: Equidistance des courbes de niveau; 10 m
- (5) Précision : Précision de la carte topographique;  
Classé A des stipulations des travaux  
de la J.I.C.A.  
: Nivellement;  $\pm 6\text{cm} \sqrt{S}$  (S : km)

### 2-2-2 Plan du Projet de chaque année

Basé sur le S/W, il a été convenu que le Projet d'élaboration de la carte nationale topographique de l'ouest du Sénégal constituait le plan à 4 années considérant 1988 comme la première année de ce Projet. Le plan du Projet de chaque année est le suivant.

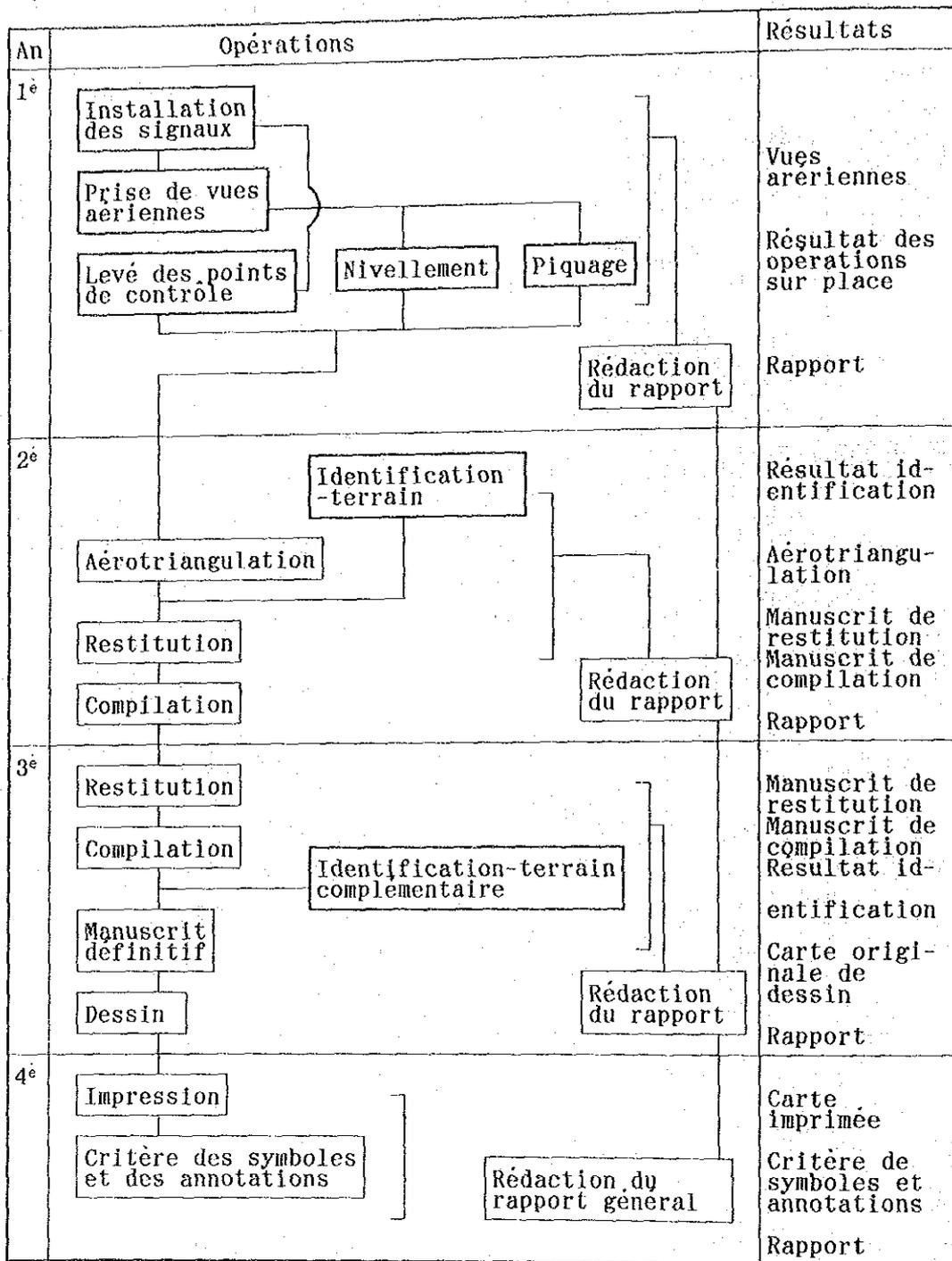
## (1) Plan du Projet de chaque année

Tableau-1 Plan du Projet de chaque année

Année	Travaux	Volume des travaux
1 <sup>re</sup> année	Travaux faits au Japon * Plan du Projet * Préparation * Elaboration du rapport  Travaux sur place * Installation des signaux * Prise de vues aériennes  * Levé des points de contrôle * Nivellement * Piquage des repères de nivellement	Rapport en japonais Rapport en français  4 points à l'échelle de 1:60.000  environ 25.500 km <sup>2</sup> 42 points 700 km <sup>2</sup>  678 km <sup>2</sup>
2 <sup>e</sup> année	Travaux faits au Japon * Plan du Projet et préparation * Aerotriangulation * Restitution * Compilation * Elaboration du rapport  Travaux sur place * Identification-terrain	578 modèles 11.017 km <sup>2</sup> , 20 feuilles 6.683 km <sup>2</sup> , 14 feuilles Rapport en japonais Rapport en français  25.500 km <sup>2</sup>
3 <sup>e</sup> année	Travaux faits au Japon * Restitution * Compilation * Dessin * Elaboration du rapport  Travaux sur place * Identification-terrain complémentaire	14.483 km <sup>2</sup> , 23 feuilles 18.817 km <sup>2</sup> , 29 feuilles 25.500 km <sup>2</sup> , 43 feuilles Rapport en japonais Rapport en français  25.500 km <sup>2</sup> , 43 feuilles
4 <sup>e</sup> année	Travaux faits au Japon * Impression  * Elaboration du rapport général * Critère des symboles * Règlements des annotations	43 coupures, 1.000 exemplaires Rapport en japonais Rapport en français 500 exemplaires en français

(2) Schéma de déroulement des opérations cartographiques

Figure-4 Schéma de déroulement des opérations cartographiques



Travaux sur place

Travaux faits au Japon

## 2-2-3 Situation de l'exécution du Projet

Le présent Projet s'est déroulé conformément au plan du Projet sans modification des opérations, mais avec un peu d'écart, et achevé comme prévu. La situation de l'exécution des travaux de chaque année par rapport au plan initial est la suivante.

### (1) Première année

1) Durée des travaux: Du 7 février 1989 au 29 septembre 1989

2) Durée des travaux sur place:

Du 17 février 1989 au 3 septembre 1989

3) Nombre des personnes affectées aux travaux sur place:

Mission de la J.I.C.A. ; 16

Contrepartie du S.G.N. ; 9

4) Plan et résultat

Plan		Résultat	
Installations des signaux	4	Installation des signaux	4
Prise de vues aériennes	1:60.000 25.500km <sup>2</sup> 34 lignes	Prise de vues aériennes	1:60.000 25.500km <sup>2</sup> 34 lignes
Levé des points de contrôle	42 (GPS)	Levé des points de contrôle	42 (GPS)
Nivellement	700km	Nivellement	700km
Piquage des repères	678km (240)	Piquage des repères	678km (240)
Redaction du rapport		Redaction du rapport	

5) Tous les travaux de prise de vues aériennes, de levé des points de contrôle, de nivellement et de piquage prévus pour la première année se sont achevés, et cela nous a donné confiance de réaliser les travaux de 2<sup>e</sup>, 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> années.

### (2) Deuxième année

1) Durée des travaux: Du 18 novembre 1989 au 30 mars 1990

2) Durée des travaux sur place:

Du 2 décembre 1989 au 21 mars 1990

3) Nombre des personnes affectées aux travaux sur place:

Mission de la J.I.C.A. ; 12

Contrepartie du S.G.N. ; 7

4) Plan et résultat

Plan		Résultat	
Identification - terrain	25.500km <sup>2</sup>	Identification - terrain	25.500km <sup>2</sup>
Aérotriangulation	578 modèles	Aérotriangulation	578 modèles
Restitution	11.017km <sup>2</sup>	Restitution	11.017km <sup>2</sup>
	20 feuilles		20 feuilles
Compilation	6.638km <sup>2</sup>	Compilation	6.638km <sup>2</sup>
	14 feuilles		14 feuilles
Rédaction du rapport		Rapport	en japonais en français

5) L'aérotriangulation, la restitution (43%) et la compilation (26%) ont été programmés pour les travaux de la deuxième année, et ils se sont tous achevés.

(3) Troisième année

1) Durée des travaux: Du 16 juillet 1990 au 25 mars 1991

2) Durée des travaux sur place:

Du 7 juillet 1990 au 21 novembre 1990

3) Nombre de personnes affectées aux travaux sur place:

Mission de la J.I.C.A. ; 11

Contrepartie du D.T.G.C. ; 5

4) Plan et résultat

Plan		Résultat	
Restitution	14.483km <sup>2</sup>	Restitution	14.483km <sup>2</sup>
	23 feuilles		23 feuilles
Compilation	18.817km <sup>2</sup>	Compilation	18.817km <sup>2</sup>
	29 feuilles		29 feuilles
Identification - terrain complémentaire	25.500km <sup>2</sup>	Identification - terrain complémentaire	25.500km <sup>2</sup>
	43 feuilles		43 feuilles
Dessin	25.500km <sup>2</sup>	Dessin	25.500km <sup>2</sup>
	43 feuilles		43 feuilles

5) L'identification-terrain complémentaire, la restitution, la compilation et le dessin ont été programmés pour les travaux de la troisième année et ils se sont tous achevés.

(4) Quatrième année

1) Durée des travaux: Du 1<sup>er</sup> août 1991 au 24 décembre 1991

2) Plan et résultat

Plan	Résultat
Impression en 5 couleurs 43 coupures 1.000 exemplaires	Impression en 5 couleurs 43 coupures 1.000 exemplaires
Rédaction du rapport général	Rapport général en japonais en français
	Critère de l'application des symboles de la carte 500 exemplaires

3) Pour la quatrième année (dernière année), nous avons effectué l'impression des cartes topographiques et la rédaction du rapport général, et le présent Projet s'est achevé.

2-2-4 Déroulement du Projet

Le déroulement du Projet est le suivant.

(1) Requête et étude préliminaire

Date	Élément	Contenu
Mars 1986	Requête du gouvernement senegalais	Coopération technique de la cartographie sur la zone ouest auprès du gouvernement japonais
13 - 27 février 1986	Première étude préliminaire	Envoi de la Mission de contact pour étudier le contenu de la requête
29 septembre - 31 août 1988	Deuxième étude préliminaire	Discussion et signature sur le S/W, et étude sur place

(2) Première année

Date	Élément	Contenu
7 - 16 février 1989	Travaux faits au Japon	Début des travaux de 1 <sup>re</sup> année. Plan et préparations
17 février - 3 septembre 1989	Travaux sur place	Installation des signaux, prise de vues aériennes, leve des point de contrôle, nivellement, piquage des reperes de nivellement
4 - 29 septembre 1989	Travaux faits au Japon	Arrangement des résultats des travaux sur place, redaction du rapport

(3) Deuxième année

Date	Élément	Contenu
10 octobre - 7 décembre 1989	Stage au Japon	Visite au Japon de MMs. A. NADIAYE et I. DIENE
20 novembre - 2 décembre 1989	Travaux faits au Japon	Début des travaux de 2 <sup>me</sup> année. Plan et préparations
20 nov. - 25 déc. 1989	Travaux faits au Japon	Aérotriangulation
3 déc. '89 - 21 mars 1990	Travaux sur place	Identification-terrain
10 janvier - 29 mars 1990	Travaux faits au Japon	Restitution, compilation, arrangement des résultats redaction du rapport

(4) Troisième année

Date	Élément	Contenu
16 juillet - 15 septembre 1990	Travaux faits au Japon	Plan, préparations, restitution, compilation
3 septembre - 21 dec. 1990	Travaux sur place	Identification-terrain complémentaire
22 nov. '90 - 25 mars 1991	Travaux faits au Japon	Arrangement des résultats d'identification-terrain complémentaire, dessin et rédaction du rapport
8 janvier - 8 mars 1991	Stage au Japon	Visite au Japon de MMs. O. CISSE et M.NDIAYE

(5) Quatrième année

Date	Élément	Contenu
1er août - 24 décembre 1991	Travaux faits au Japon	Plan et préparations impression des cartes topographiques, rédaction du rapport général
19 sep. - 31 oct. 1991 22 OCT. - 3 NOV. 1991	Stage au Japon	Visite au Japon de M. A.A. GUEYE Visite au Japon de M. S.M. THIAM

## 2-3 Aperçu du Projet de la quatrième année

A partir de la première année jusqu'à la troisième année, a été dressé un rapport annuel décrivant en détail le déroulement des travaux de chaque année. La quatrième année constitue la dernière année, et à la place du rapport annuel de la quatrième année, le présent rapport général est élaboré pour la dernière année. On y donc mentionne un aperçu de déroulement des travaux de la quatrième année.

Par ailleurs, l'aperçu technique de l'impression est mentionné dans le troisième chapitre "Rapport technique".

### 2-3-1 Aperçu du Projet

Au cours de la quatrième année, sont élaborées les cartes topographique qui constituent le résultat final de ce Projet et ceci, à la suite des opérations de production des clichés et d'impression faites avec les cartes originales de dessin, établies lors de la troisième année. La présente carte nationale topographique se compose de 43 coupures en 5 couleurs et chaque coupure a été reproduite en 1.000 exemplaires. Les désignations de ces 43 coupures imprimées sont indiquées dans la figure-5.

### 2-3-2 Plan du Projet

Les travaux sont programmés comme suite et se sont achevés comme prévus.

#### Plan de l'exécution des travaux

Production des clichés : du début août 1991 en fin septembre 1991

Epreuve: du mi-août 1991 en fin octobre 1991

Examen : du mi-septembre 1991 en fin octobre 1991

Impression: du début novembre 1991 en fin décembre 1991

Rédaction du rapport général:

du début octobre 1991 en fin décembre 1991

Figure-5 Liste des cartes topographiques de l'ouest du Sénégal

		SAINT LOUIS NE28-Π 4a	SAINT LOUIS NE28-Π 4b	16° 45' N
		SAINT LOUIS NE28-Π 2c	SAINT LOUIS NE28-Π 2d	
		SAINT LOUIS NE28-Π 2a	SAINT LOUIS NE28-Π 2b	16° 00' N
	LOUGA ND28-XX 3d	LOUGA ND28-XX 4c	LOUGA ND28-XX 4d	
	LOUGA ND28-XX 3b	LOUGA ND28-XX 4a	LOUGA ND28-XX 4b	
LOUGA ND28-XX 1c	LOUGA ND28-XX 1d	LOUGA ND28-XX 2c	LOUGA ND28-XX 2d	
LOUGA ND28-XX 1a	LOUGA ND28-XX 1b	LOUGA ND28-XX 2a	LOUGA ND28-XX 2b	15° 00' N
THIES ND28-XW 3c	THIES ND28-XW 3d	THIES ND28-XW 4c	THIES ND28-XW 4d	
THIES ND28-XW 3a	THIES ND28-XW 3b	THIES ND28-XW 4a	THIES ND28-XW 4b	
THIES ND28-XW 1c	THIES ND28-XW 1d	THIES ND28-XW 2c	THIES ND28-XW 2d	
THIES ND28-XW 1a	THIES ND28-XW 1b	THIES ND28-XW 2a	THIES ND28-XW 2b	14° 00' N
SOKONE ND28-VIII 3c	SOKONE ND28-VIII 3d	SOKONE ND28-VIII 4c	SOKONE ND28-VIII 4d	
	SOKONE ND28-VIII 3b	SOKONE ND28-VIII 4a	SOKONE ND28-VIII 4b	13° 30' N

### 2-3-3 Spécifications principales de l'impression

Les spécifications principales sur l'impression de la carte topographique sont les suivantes.

Figure-5 Synopsis de la désignation de coupure pour la carte topographique de l'ouest du Sénégal

(1) Symboles de la carte appliqués

Après les discussions faites avec la D.T.G.C. sur les symboles de la carte à appliquer et les spécifications des informations marginales, il est convenu que les symboles de la carte unifiés en Afrique sont appliqués avec un peu de modifications accordées par les deux partenaires.

(2) Nombre des couleurs

Pour l'impression de la carte, sont utilisées les 5 couleurs suivantes.

Noir (Informations marginales, annotations, route, chemin de fer, agglomération, autres figures planimétriques, symboles de végétation, etc.)

Rouge (Frontière, classification en revêtement)

Brun (Courbe de niveau, points cote, zone sableuse, digue)

Bleu (Fleuve et rivière, étang, conduite d'eau, terrain humide)

Vert (Végétation, terres cultivés, parc)

(3) Nombre des coupures: 43 coupures

(4) Nombre d'exemplaires de la carte topographique imprimés:

43 coupures, 1.000 exemplaires pour chacune

(5) Méthode d'impression: Offset

(6) Production des négatifs pour des clichés:

43 feuilles, 5 négatifs pour chacune

## 2-3-4 Impression de la carte topographique

L'impression de la carte topographique s'est faite en offset.

### (1) Production des clichés

Un cliché en PS en aluminium est produit pour chaque coupure et aussi pour chaque couleur à partir du négatif fabriqué par les travaux de dessin faits au cours de la troisième année. Ces clichés originaux sont utilisés pour l'épreuve des cartes.

### (2) Impression des épreuves

En utilisant les clichés originaux, s'est fait l'impression des épreuves en offset.

### (3) Correction

La correction a été faite sur les éléments exprimés dans la carte topographique et sur la tonalité. Concernant les fautes des éléments exprimés, à la suite de leurs corrections, les cartes originales ont été corrigées. Par ailleurs, après l'examen des couleurs, les échantillons de couleurs ont été déterminés avec l'accord de la D.T.G.C.

### (4) Impression de la carte topographique

Selon les résultats de la correction, les clichés où des erreurs avaient été trouvées ont été reproduits. Et on a imprimé les épreuves pour la nouvelle correction. Ces opérations ont été répétées jusqu'à ce que toutes les erreurs soient supprimées. Ensuite, avec l'approbation de la D.T.G.C., a été commencée l'impression principale. On a choisi les papiers ayant de bonnes aptitudes physique et chimique à l'impression et à la durabilité ainsi que l'encre ayant de bonnes qualités en tonalité et en résistance contre la lumière.

### (5) Examen des cartes imprimées

Sur toutes les cartes, ont été examinés l'ajustement, la tache, les déliés et l'omission et a été faite la collation avec les échantillons de couleur. Et enfin, on a obtenu les résultats

finals. Toutes les cartes mal réussies ont été jetées.

(6) Fabrication des négatifs pour des clichés

En prévision de l'impression à effectuer nouvellement par la D.T.G.C., sont fabriqués des négatifs destinés à la production des clichés.

Le nombre des négatifs utilisés pour l'impression d'une carte est plus de 20. Après le regroupement des négatifs selon la couleur, 5 négatifs destinés aux clichés noir, rouge, brun, bleu et vert sont fabriqués pour chaque carte.

2-3-5 Membres de la contrepartie étant venus au Japon au cours de la quatrième année

Au cours de la quatrième année, sont venus au Japon pour le stage, 2 membres de la contrepartie de la D.T.G.C. et ils ont participé à l'opération de la correction de la carte topographique.

M. Serigne Mbaye THIAM, Directeur de la D.T.G.C.

M. Abdoul Aziz GUEYE, Chef de la Division Cartographique

### 3 RAPPORT TECHNIQUE

Le Projet d'élaboration de la carte nationale topographique de l'ouest du Sénégal commencé en février 1988 s'est achevé en décembre 1991.

La superficie de la zone faisant l'objet de la cartographie est de 25.500 km<sup>2</sup> correspondant à 13 % du territoire sénégalais. Les travaux ont été divisés en deux parties, les travaux sur place et, ceux faits au Japon et exécutés en compte tenu de l'avancement de l'opération d'aérotriangulation. Les membres de la contrepartie de la D.T.G.C. ont témoigné leur collaboration inestimable pour la réalisation des travaux faits au Sénégal. La Mission de la J.I.C.A. a bien essayé, selon le S/W, de donner le transfert technologique sur tous les travaux de cartographie aux membres de la contrepartie et ces derniers, en participant à toutes les étapes de l'opération, ont concentré leurs efforts pour apprendre les nouvelles techniques nécessaires à la cartographie.

Ce chapitre rend compte des éléments techniques sur l'élaboration de la carte topographique qui vient de s'achever et aussi bien des explications et commentaires sur le déroulement des travaux et la technique topographique, dans le dessein de servir aux ingénieurs et techniciens sénégalais qui ont témoigné leur collaboration à la réalisation du présent Projet.

### 3-1 Conception du levé

#### 3-1-1 Objectif du Projet

Le présent Projet a pour but d'élaborer la carte nationale topographique de l'ouest du Sénégal à l'échelle de 1:50.000 sur la superficie de 25.500 km<sup>2</sup> conformément au commun accord entre le gouvernement de la République du Sénégal et le gouvernement du Japon.

La carte nationale topographique servira de données de base au dressement des plans de développement de divers domaines et doit donc être convenable aux buts multiples.

De plus, le transfert technologique se fait aux membres de la contrepartie de la D.T.G.C. sur toutes les opérations de la cartographie au cours de la réalisation de ce Projet.

#### 3-1-2 Contenu du Projet

Le contenu des travaux de chaque processus cartographique est comme suite.

##### (1) Installation des signaux aériens

Avant le commencement de l'opération de la prise de vues aériennes, les signaux aériens ont été installés aux points de contrôle. Du fait que l'opération de piquage dans cette zone est facile, il n'est pas nécessaire d'installer beaucoup de signaux. L'installation de signaux a été effectuée sur 4 points en accordant de l'importance au transfert technologique pour la contrepartie sénégalaise.

##### (2) Prise de vues aériennes

Les vues aériennes sont prises avec l'appareil photographique à objectif grand-angulaire et à partir de l'altitude d'environ 9.000 m. (Distance focale de l'appareil: 15 cm, vues aériennes à l'échelle de 1:60.000)

Ces travaux sont confiés à l'organisme photographique de l'I.G.N.F.I. qui a des expériences multiples en Afrique de l'Ouest.

(3) Levé des points de contrôle

L'installation de nouveaux points de contrôle qui sont nécessaires à l'aérotriangulation et à la restitution est faite par la géodésie des satellites avec l'observation par G.P.S.

(4) Nivellement

Le nombre des repères de nivellement existants n'est pas suffisant pour les travaux de restitution et d'aérotriangulation. Il est donc prévu d'installer le nouveau réseau de nivellement d'environ 700 km. Ces points d'élévation nouvellement installés sont indiqués sur les vues aériennes.

(5) Piquage

Le piquage des points de contrôle et des repères de nivellement est fait sur les vues aériennes.

(6) Identification-terrain

L'identification-terrain se fait afin de confirmer et de vérifier sur place des éléments à représenter dans la carte topographique et aussi de collecter des données nécessaires à la restitution et à la compilation.

(7) Aérotriangulation

L'aérotriangulation est nécessaire à la restitution et faite par la méthode analytique. Du fait que la zone faisant l'objet du Projet est plane, le calcul d'ajustement se fait par la méthode BUNDLE, en tenant compte de la précision des points d'élévation mesurés par l'appareil et des courbes de niveau.

(8) Restitution et compilation

Les manuscrits de restitution à l'échelle de 1:50.000 sont produits à l'aide de l'appareil de traçage stéréoscopique.

Après la restitution, en se fondant sur les données de l'identification-terrain, les données collectées et les critères des symboles de la carte et des annotations, sont fabriqués les manuscrits de compilation et les cartes documentaires de divers sortes.

(9) Identification-terrain complémentaire

Les éléments exprimés dans les manuscrits de compilation sont inspectés et vérifiés sur place et selon le besoin, ils sont corrigés. Ensuite, les manuscrits définitifs sont fabriqués.

(10) Dessin

En utilisant les manuscrits définitifs, les traçages des clichés séparés d'après la couleur sont effectués pour produire des cartes originales.

(11) Impression

A partir des cartes originales, sont fabriqués des clichés pour l'impression. Et à partir de ces derniers, sont faites des épreuves. Après la correction et l'examen de ces épreuves, l'impression principale se fait en offset.

3-1-3 Plan du levé

Dans le dessein de terminer les travaux du Projet dans un délai déterminé dans le S/W accordé par le gouvernement de la République du Sénégal et le gouvernement du Japon, on a étudié divers problèmes tels que la configuration de terrain, la situation du trafic, le climat, la coutume des habitants, etc. Après l'étude détaillée sur la période des travaux, la méthode de travaux, les matériels à utiliser, le volume des travaux, le nombre des personnes à affecter, les véhicules à utiliser, etc., on a établi le plan de l'exécution des travaux de chaque année, en tenant compte des délais nécessaires pour les travaux à réaliser au Japon. Les points suivants ont été retenus pour l'établissement du plan.

(1) Première année

La première importance a été donnée pour l'achèvement de la prise de vues aériennes qui pourrait apporter de grandes influences au déroulement de tous les travaux. Ensuite, on a dressé le plan de manière que le levé des points de contrôle et le nivellement puissent s'achever dans ces délais.

(2) Deuxième année

En tant que les travaux sur place, a été programmé l'opération de l'identification-terrain, et pour les travaux au Japon, ont été programmées une partie de la restitution et celle de la compilation et ceci, dans le dessein de réduire les travaux de troisième année.

(3) Troisième année

Les parties restantes de la restitution et de la compilation sont effectuées. Et à la suite de l'identification-terrain complémentaire, les manuscrits définitifs sont produits.

L'opération du dessin est complexe et demande beaucoup de temps. Cependant, une partie des opérations de restitution et de compilation est déjà terminée au cours de la deuxième année, on peut donc mettre suffisamment de temps pour la réalisation du dessin.

(4) Quatrième année

Le commencement de l'opération de l'impression est un peu retardé par rapport au plan, mais cette opération s'est achevée avant les dix derniers jours du mois de décembre.

3-1-4 Aperçu du plan de l'exécution des travaux

Le présent Projet a un délai d'environ 4 ans pour son exécution. Le plan de l'exécution est donc divisé en 4 phases.

Première phase (première année, l'an 1988)

Installation des signaux aériens, Prise de vues aériennes, Levé des points de contrôle, Nivellement, Piquage des repères de nivellement

(1) Installation des signaux aériens

Du fait que l'opération de piquage est facile dans cette zone, on s'est borné à installer seulement 4 signaux dans le dessein de ne pas perdre la chance de la prise de vues aériennes. Les autres points de contrôle sont déterminés par les travaux de piquage.

(2) Prise de vues aériennes

Afin de garder la précision des courbes de niveau avec l'équidistance de 10 m à exprimer dans la carte et de faciliter l'opération de restitution de la carte topographique à l'échelle de 1:50.000, on a jugé que les vues aériennes à l'échelle de 1:60.000 sont les plus convenables au point de vue technique et économique.

(3) Levé des points de contrôle

L'installation des nouveaux points de contrôle est faite par la géodésie des satellites avec l'observation par GPS.

Les 42 points de contrôle sont répartis dans la zone à la même densité autant que possible. Bien qu'il y ait les sommets de polygonal transcontinental de l'Afrique et les points de contrôle destinés à l'exploitation du fleuve Sénégal dans cette zone, on s'est contenté d'utiliser des bornes et d'observer tous les points.

(4) Nivellement

La longueur totale des réseaux de nivellement existants dans la zone est d'environ 680 km. Cependant, n'est pas suffisant le nombre des points d'élévation à l'hauteur nécessaire à l'aérotriangulation et à la restitution. Il est donc convenu d'installer le nouveau réseau de nivellement d'environ 700 km.

Le piquage des points d'élévation mesurés par le nivellement se fait à l'intervalle moyen de 500 m et un clou de repère est enfoncé à l'intervalle d'environ 8 km en prévision d'un nouveau Projet d'exploitation.

Deuxième phase (Deuxième année, l'an 1989)

Identification-terrain, Aérotriangulation, Restitution,  
Compilation

(1) Identification-terrain

Les informations topographiques à exprimer dans la carte sont étudiées et vérifiées sur place et indiquées sur des photos agrandies en double.

A la suite des discussions, l'utilisation des symboles unifiés de la carte en Afrique est accordée par les deux parties.

La D.T.G.C. s'occupe de déterminer des limites administratives, les frontières et des désignations de lieu.

(2) Aérotriangulation

L'aérotriangulation se fait par la méthode analytique, et le calcul d'ajustement se fait par la méthode BUNDLE. Le nombre des modèles est de 600 environ.

Le calcul d'ajustement est fait en divisant la zone en deux, soit partie sud et partie nord.

(3) Restitution

Les manuscrits de restitution à l'échelle de 1:50.000 sont fabriqués, en se fondant sur les résultats de l'aérotriangulation et de l'identification-terrain et en dessinant des éléments à exprimer dans la carte à l'aide de l'appareil de traçage stéréoscopique de précision.

L'équidistance des courbes de niveau est de 10 m et la densité des points d'élévation mesurés par l'appareil est d'un point sur 5 cm<sup>2</sup> de la carte.

La superficie de la restitution de 11.017 km<sup>2</sup> (20 feuilles) est prévue pour la deuxième année.

(4) Compilation

Les manuscrits de compilation sont produits en arrangeant les manuscrits de restitution conformément aux symboles de la carte (symboles unifiés de la carte en Afrique) modifiés à la suite des discussions faites avec la D.T.G.C.

Les cartes documentaires (points de contrôle, routes, végétation, annotations) sont fabriquées pour la préparation des travaux qui viennent après.

La superficie de la compilation prévue pour la deuxième année est de 6.683 km<sup>2</sup> (14 feuilles).

Troisième phase (Troisième année, l'an 1990)

Restitution, Compilation, Identification-terrain complémentaire,  
Dessin

(1) Restitution et compilation

La restitution et la compilation sont réalisées en succédant aux opérations faites au cours de la deuxième année.

Restitution : 14.483 km<sup>2</sup> (23 feuilles)

Compilation : 18.817 km<sup>2</sup> (29 feuilles)

(2) Identification-terrain complémentaire

Pour toutes les feuilles, sont vérifiés et inspectés sur place tous les éléments exprimés dans les manuscrits de compilation.

La D.T.G.C. effectue la vérification des désignations de lieu et des limites administratives. Volume des travaux : 25.500 km<sup>2</sup>

Du fait que l'identification-terrain complémentaire est réalisé au dernier moment des travaux sur place, on en profite pour bien discuter les détails des spécifications de l'impression avec la D.T.G.C.

Quatrième phase (Quatrième année, l'an 1991)

Impression

(1) Impression

Des clichés sont fabriqués par la méthode de photogravure, et des épreuves sont imprimées.

Après la vérification et la correction des épreuves, sont reproduits les clichés définitifs.

L'impression principale se fait en offset.

(2) Critère des symboles de la carte et des annotations

Après les discussions faites avec la D.T.G.C., il est convenu qu'une partie des symboles unifiés de la carte en Afrique soit modifiée et que le critère de l'application des symboles soit établi. On a donc dressé "Critère des symboles de la carte et des annotations" qui pourraient servir de données de référence à l'utilisation de la carte topographique.

### 3-1-5 Planning des travaux

Le planning des travaux est établi conformément à la conception du levé. Chaque opération a été concrétisé presque comme prévue initialement. (Voir la figure-6.)



## 3-2 Installation des signaux aériens

### 3-2-1 Aperçu des travaux

Les signaux aériens installés sur les points de contrôle, etc. figurent dans les vues aériennes et servent à localiser facilement ces points nécessaires aux opérations d'aérotriangulation et de restitution qui viennent après.

Ces travaux ont été réalisés en accordant de l'importance au transfert technologique pour la contrepartie sénégalaise, et deux signaux sont installés sur les points de contrôle existants et deux autres sur les points de contrôle nouvellement fixés.

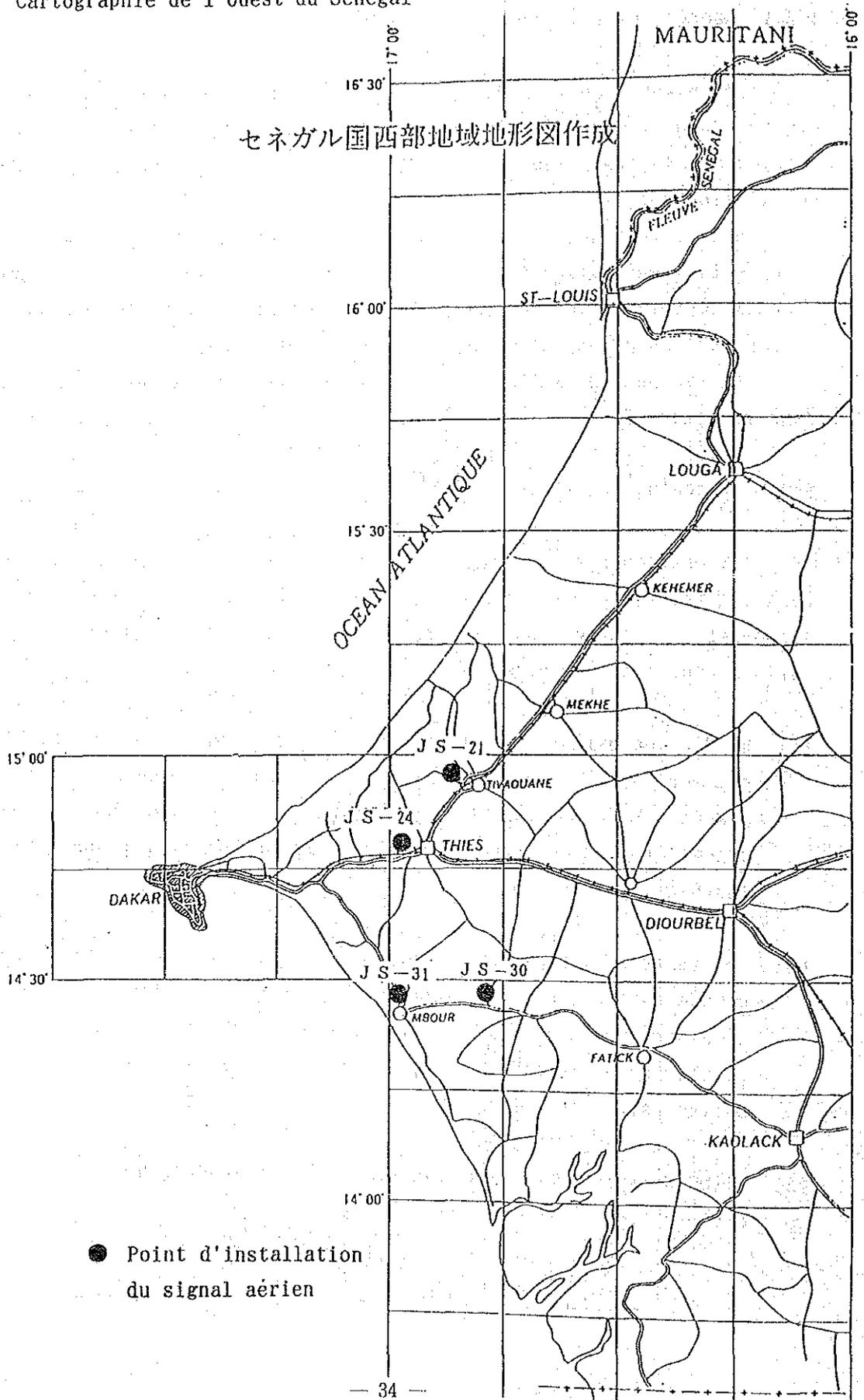
La synopsis de l'installation des signaux aériens est indiquée dans la figure-7.

### 3-2-2 Planning des travaux

Il est souhaitable que les signaux aériens soient installés sur tous les points de contrôle avant le commencement de la prise de vues aériennes. Cependant, on s'est contenté d'installer 4 signaux. Les raisons sont les suivantes.

- (1) La Mission est arrivée au Sénégal en mi-février 1989, et la période la plus convenable à la prise de vues aériennes est déjà passée. Le commencement de la prise de vues aériennes était urgent et plus important que l'installation d'un signal sur tous les points de contrôle.
- (2) Les terres cultivées et les agglomérations sont réparties sur une grande partie de cette zone et le réseau routier est bien développé. On a jugé qu'il n'est pas difficile de localiser les points de contrôle par l'opération de piquage sur les vues aériennes.
- (3) L'installation d'un signal demande un terrain de diamètre de 5 m environ.

Figure-7 Synopsis de l'installation des signaux aériens  
 Cartographie de l'ouest du Sénégal



Il est nécessaire de garder les signaux aériens installés jusqu'à la fin des travaux de la prise de vues aériennes. Mais il y avait des craintes qu'ils subissent des dégâts par la pluie et le vent ou bien par des enfants.

### 3-2-3 Dimension et forme du signal aérien

Dimension : 80 cm x 240 cm (1 pièce)

Forme : forme Y ou forme X

Couleur : blanc

La dimension et la forme du signal sont indiquées dans la figure-8.

### 3-2-4 Volume des travaux et spécifications

Nombre des signaux installés : 4

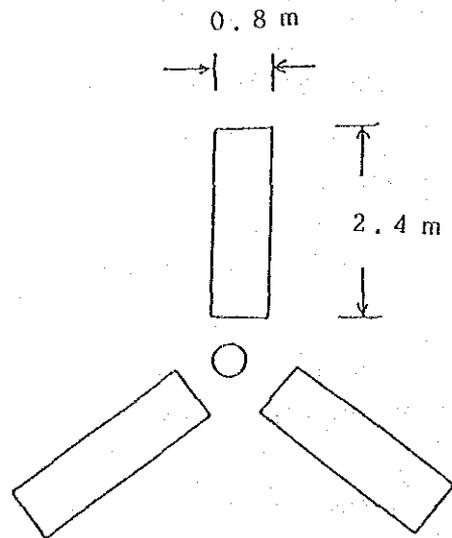
Spécifications :

Voir la table suivante.

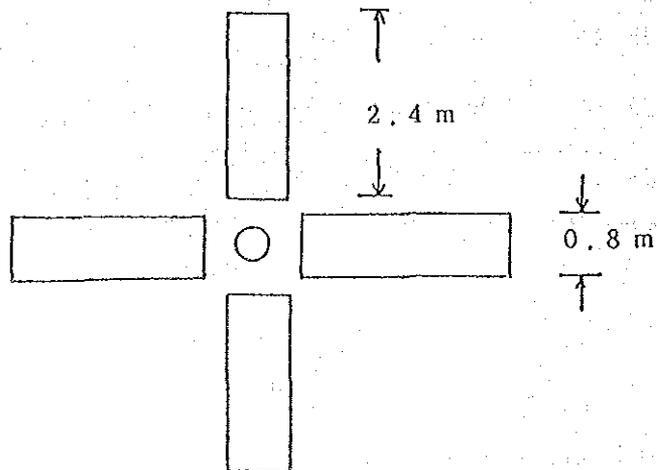
Désignation	Division	Position	Matériau	Forme	Couleur
JS 21	Existant	Point de contrôle	Plâtre	Y	Blanc
JS 24	Dito	Point excentré	Peinture	X	Dito
JS 30	Nouveau	Point de contrôle	Plâtre	X	Dito
JS 31	Dito	Point excentré	Dito	X	Dito

Figure-8 Dimension et forme du signal aérien

Forme Y



Forme X



### 3-2-5 Situation des travaux

La Mission a reçu le 24 février, la permission de la prise de vues aériennes lancée par le gouvernement de la République du Sénégal. L'avion de l'I.G.N. F.I. est arrivé à Dakar le 27 février. Il faisait suffisamment beau pour la prise de vues aériennes. Il était donc urgent d'installer les signaux aériens. De ce fait, ont été choisis 2 points existants et 2 points nouvellement installés se trouvant aux alentours de Thies, où l'on peut faire l'aller-retour en une journée à partir de Dakar. L'installation des signaux a été effectuée du 27 février au 2 mars. Afin de réaliser le transfert technologique, ces travaux ont été faits par les membres de la D.T.G.C. et de la Mission.

### 3-2-6 Méthode de l'installation

(1) Bien que l'on ait pensé à l'utilisation du contreplaqué, la peinture blanche et le plâtre ont été utilisés, de crainte que le contre-plaqué ne subisse des dégâts par la pluie et le vent ou bien par des enfants.

(2) Les signaux aériens pour les points de contrôle se trouvant près de la route bitumée ont été installés en les excentrant sur la route.

(3) Les signaux se composent de 3 ou 4 rectangles de 80 cm x 240 cm, disposés autour du point de contrôle ou du point excentré. Le fossé, d'une profondeur de 5 cm environ, a été creusé pour chaque rectangle. Ensuite, du plâtre délayé dans l'eau y a été coulé. On est arrivé à penser l'utilisation du plâtre au cours des préparations, et ceci a permis de simplifier les travaux.

(4) Du fait qu'il était la saison du vent de sable (mousson à sable jaune), ont été prises les mesures contre l'amoncellement du sable sur le plâtre frais.

### 3-2-7 Résultat des travaux

Il était difficile de confirmer les signaux aériens sur les

photos à l'échelle de 1:60.000 tirées par contact. Cependant, sur les photos agrandies, on a retrouvés tous les 4.

### 3-2-8 Réflexions

(1) Pour exprimer des points de contrôle et des canevas d'appui correctement sur les photos aériennes, on installe des signaux ou fait l'opération du piquage. Il est nécessaire de bien étudier le temps de la prise de vues aériennes, la situation climatique et diverses situations de la zone faisant l'objet du Projet dans le dessein de choisir une de ces deux opérations. Dans une zone où il y a beaucoup de figures planimétriques, il est facile d'effectuer l'opération de piquage. Il n'est pas donc tellement nécessaire d'installer un signal sur tous les points de contrôle, et on peut le dire surtout pour l'élaboration de la carte topographique à la moyenne échelle.

(2) Le signal aérien est assez long comme il est montré dans la figure-8. Le choix des matériaux n'est pas facile. Cette fois-ci, dans une zone de climat sec, on a eu un bon résultat en utilisant du plâtre blanc. Avec le plâtre, les travaux sont devenus plus faciles et les frais des matériaux étaient moins chers. En plus, on a pu les garder pour une période assez longtemps sans problème.

### 3-3 Prise de vues aériennes

#### 3-3-1 Plan de la prise de vues aériennes

La région faisant l'objet de la prise de vues aériennes est la partie ouest du Sénégal se trouvant entre 13°36' de latitude nord (frontière de la Gambie) et 16°34' (frontière de la Mauritanie), et d'est en ouest de 16°00' à 17°00' de longitude ouest, et sa superficie est de 25.500 km<sup>2</sup>. Les vues aériennes ont été prises à l'échelle de 1:60.000 comme indiquée dans le S/W. L'appareil photographique avec objectif grand-angulaire a été utilisé en tenant compte de l'utilisation à buts multiples des photos et de la restriction peu importante

pour l'appareil de restitution.

En tenant compte des facilités de la réalisation des travaux qui suivent, les mentions suivantes ont été projetées.

- \* La direction des routes de la prise de vues aériennes est d'est-ouest.
- \* Le chevauchement est de 55% à 65%.
- \* Le recouvrement latéral est de 15% à 35%.
- \* Le nombre des routes est de 34.

Il est souhaitable que la prise de vues aériennes soit réalisée par un vol pour toute la longueur d'une route. Cependant, en cas de l'impossibilité, le deuxième vol a été effectué en faisant la reprise de plus de 2 modèles. Aux alentours de la ligne côtière, le chevauchement était de 90% en prenant les points principaux de photo et l'orientation en considération.

### 3-3-2 Base de la prise de vues aériennes

La base a été installée dans l'aéroport international de Dakar se trouvant près de la région faisant l'objet de la prise de vues aériennes. Aucune restriction sur le vol ne s'est produite.

### 3-3-3 Avion et appareil de prise de vues aériennes

Du fait qu'il n'y a pas d'organisme ayant des avions destinés à la prise de vues aériennes au Sénégal, la prise de vues a été réalisée par l'I.G.N. FRANCE INTERNATIONAL qui a beaucoup d'expériences dans les pays de l'Afrique de l'ouest et à qui la J.I.C.A. l'avait confié.

#### Matériels et matériaux principaux utilisés

Avion : BIREOCTEURS NYSTERE-20

Appareil photographique : WILD RC-10 15/23

Film : No. 035147 AGFA-GEVAERT 7592

### 3-3-4 Volume des travaux de la prise de vues aériennes

Superficie de la zone : 25.500 km<sup>2</sup>  
Nombre des routes : 34  
Échelle de la photo : 1:60.000

### 3-3-5 Spécifications principales

Altitude de potographie : 9.000 m environ  
Route : 34 routes,  
: Longueur totale ; 3.284 km  
Appareil de photo : Distance focale ; 15 cm  
: Dimensions de l'écran ; 23cm x 23 cm  
: Angle incliné ; moins de 5°  
: Angle de dérive; moins de 10°

Nuage toléré : Volume qui ne donne pas d'influence  
sur la cartographie

Lieu du traitement des photos: Laboratoire de la D.T.G.C.  
à Dakar

### 3-3-6 Prise de vues aériennes

L'avion et l'équipage (IGN-FI) sont arrivés à Dakar le 27 février et ont commencé les préparations des travaux. Au cours de la réunion tenue le 28 février entre l'équipage, la Mission et la D.T.G.C., la concertation en détails a été fait sur les travaux de la prise de vues aériennes. A ce moment-là, la saison du vent de sable (mousson à sable jaune) a été déjà commencée, et ceci a donné lieu de craindre la perte de l'occasion de la prise de vues aériennes. La Mission a donc demandé à l'équipage de ne pas perdre l'occasion et de profiter du beau temps pour effectuer la photographie.

Après l'inspection de l'avion, de l'appareil photographique, des équipements, etc. faite par la D.T.G.C. et la Mission le 1er mars, ont été commencés les travaux de prise de vues aériennes.

Les vols ont été faits en profitant du beau temps permettant une longue distance de visibilité.

La date et l'heure du vol sont les suivantes.

Date	Décollage	Atterrissage	Durée du vol
Le 13 mars	13:55	17:10	3 heures 15 minutes
Le 14 mars	14:20	15:45	1 heure 25 minutes
Le 18 mars	11:20	15:05	3 heures 45 minutes
Le 22 mars	14:05	17:15	3 heures 10 minutes
Le 23 mars	9:55	12:15	2 heures 20 minutes
Le 27 mars	9:40	12:10	2 heures 30 minutes
Le 31 mars	13:50	16:00	2 heures 10 minutes
Le 2 avril	10:15	12:55	2 heures 45 minutes
Total			21 heures 15 minutes

L'opération de la prise de vues aériennes est commencée le 3 mars et s'est achevée le 2 avril. Le traitement photographique est commencé le 8 avril et l'examen des photos par contact effectué par la Mission s'est achevé le 22 avril. Du fait que l'équipage de l'I.G.N. F.I. avait fait, de sa propre initiative, les reprises pour les parties où étaient prévues les imperfections telles que l'existence des nuages, le manque de visibilité, etc. avant l'examen, aucune reprise de vues ne s'est produite à la suite de l'examen des photos.

Cet équipage français s'occupant des régions africaines a observé la situation climatique et bien essayé de saisir des occasions photographiques. Malgré que la meilleure saison pour l'opération de prise de vues aériennes soit déjà passée, il a eu de bons résultats sur toute la zone faisant l'objet du Pojet.

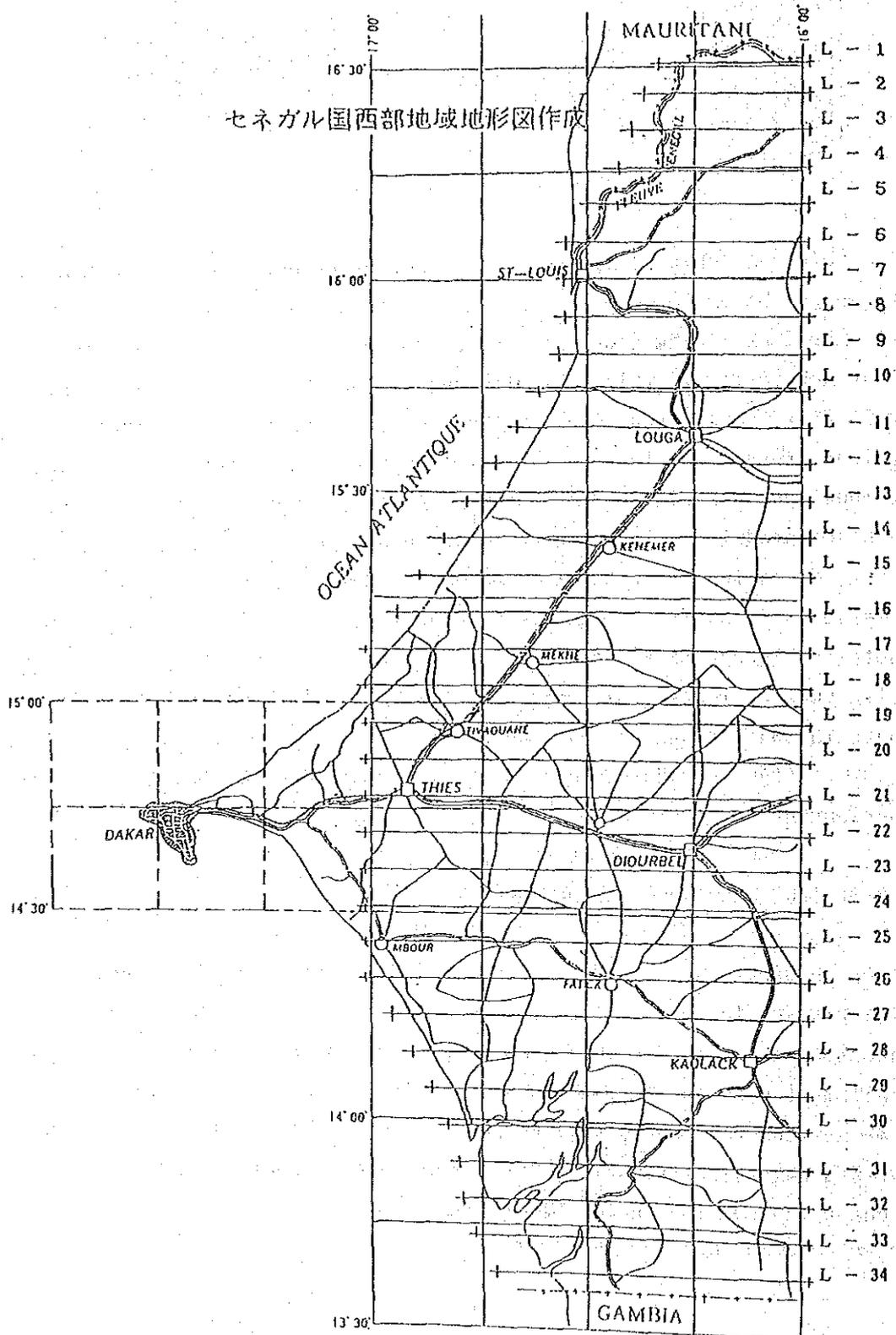
La figure-9 montre le plan des routes de la prise de vues aériennes.

### 3-3-7 Traitement photographique

Au début des travaux, l'équipe de traitement photographique (IGN-FI) sur insista à l'insuffisance des équipements munis dans le laboratoire de la D.T.G.C. de Dakar et demanda de réaliser ce traitement dans le laboratoire de l'I.G.N. Paris. Conformément à la demande très forte apportée par la D.T.G.C. et la Mission, ont été faits à Dakar les travaux de traitement photographique et ceci, en prenant la sécurité en considération.

Figure-9 Plan de l'exécution de la prise de vues aériennes

Cartographie topographique de la région d'ouest du Sénégal



Pour les matériels en mauvaise fonction munis dans le laboratoire de Dakar, les matériels de remplacement ont été envoyés de Paris (IGN-FI).

Ces travaux ont été effectués avec la collaboration des techniciens de la D.T.G.C.

(1) Développement des pellicules

Du fait que l'appareil de développement manuel de l'I.G.N. est arrivé en retard à Dakar, le développement a été fait du 8 avril au 10 avril et ceci, après l'achèvement de la prise de vues sur toute la zone faisant l'objet de l'opération.

De ce fait, l'équipage de l'I.G.N. F.I. a effectué, de sa propre initiative, la reprise de vues aériennes nécessaire avant l'examen des photos par contact, parce qu'il était prévu que le temps prendrait une mauvaise tournure.

(2) Examen des négatifs

La Mission a essayé d'inspecter les négatifs dans le dessein d'examiner les résultats de la prise de vue sans délai. Cependant, elle n'a pas réussi à juger s'il y a la nécessité de reprendre quelques vues.

(3) Examen des photos d'essai

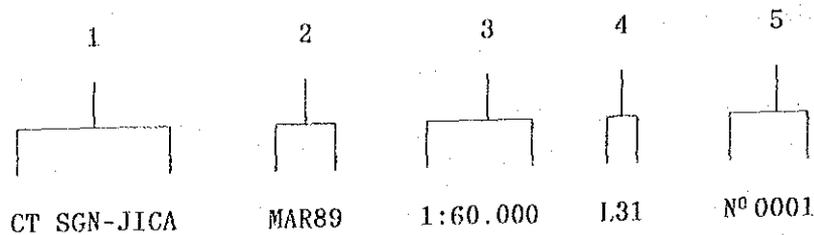
Dès l'achèvement du tirage par contact, la Mission a examiné les photos. A la suite de cet examen, ont été remarqués l'existence du nuage, les défauts d'inégalité du développement, etc. Cependant, il est jugé que ces imperfections ne causent aucun problème sur l'aérotriangulation et la restitution. En plus, attendu que le temps avait déjà commencé à se détériorer, il est jugé de ne plus pouvoir effectuer la reprise. Par conséquent, les résultats de la prise de vues aériennes ont été jugés satisfaisants. La Mission a informé officiellement, le 22 avril, de son avis favorable à l'équipage de l'I.G.N. F.I.

(4) Notes du film

Les notes du film ont été appliqués conformément aux spécifications suivantes accordées par les parties japonaise et séné-

galaise à la suite des concertations.

#### Spécifications des notes



- 1: Collaboration avec S.G.N. et J.I.C.A.
- 2: Date de prise de vues
- 3: Echelle de photo
- 4: Numéro de route
- 5: Numéro de photo

Les notes ont été indiquées sur l'extrémité ouest de l'image photographique conformément à la demande de la D.T.G.C.. L'orientation a été faite en utilisant la carte au 200.000<sup>e</sup>, et le numérotage de la route est croissant du nord au sud. En cas de deux vols faits sur la même route, l'alphabet A ou B est ajouté au numéro de route (Coté ouest: A, Coté: B).

Le numérotage de la photo est croissant d'ouest en est.

Les photos des alentours de la ligne côtière prises avec le chevauchement de 90% ont été choisies et arrangées, en tenant compte des points principaux de photo, de manière à garder le chevauchement de 55% à 65%.

#### 3-3-8 Volume des travaux

Pellicule	: 4 rouleaux
Route de prise de vues	: 34 routes
Photo prise	: 604 pièces (Tirages d'essai)
Photo par contact	: 1,206 pièces à fournir et pour les travaux
Photo agrandie en double:	603 pièces pour le piquage et le nivellement

Photo agrandie partiellement en 5 fois :

84 pièces pour le piquage  
des points de contrôle

Tous les travaux prémentionnés de traitement photographique ont été effectués à l'aide des équipements et des matériels de la D.T.G.C. et de quelques matériels apporté par l'I.G.N. A partir des négatifs emportés au Japon, ont été produits les résultats photographiques suivants.

Positif : 604 pièces pour l'aérotriangulation  
et la restitution  
Photo agrandie en double : 603 pièces pour  
l'identification-terrain

Le tableau-2 indique le nombre des photos selon la route de prise de vues aériennes.

### 3-3-9 Contrôle des travaux de traitement photographique

La Mission a effectué l'examen sur la qualité de chaque photo fabriquée par les techniciens de l'I.G.N. F.I. et de la D.T.G.C. Ensuite, elle a réceptionné toutes ces photos.

Tableau-2 Prise de vues aériennes

Numéro de route	Numéro de photo	Numéro de rouleau	Numéro de réduction	Nombre de prise	Remarques
1	2956 ~ 2962	4	1 ~ 7	7	W → E
2	2100 ~ 2108	1	1 ~ 9	9	→
3	2111 ~ 2119	1	1 ~ 9	9	←
4	2123 ~ 2131	1	1 ~ 9	9	→
5	2966 ~ 2976	4	1 ~ 11	11	→
6	2980 ~ 2995	4	1 ~ 12	12	←
7	3018 ~ 3033	4	1 ~ 13	13	←
8	3000 ~ 3015	4	1 ~ 14	14	→
9	2161 ~ 2177	1	1 ~ 14	14	←
10	2141 ~ 2158	1	1 ~ 14	14	→
11	2186 ~ 2204	1	1 ~ 14	14	→
12	2206 ~ 2226	1	1 ~ 16	16	←
13	2235 ~ 2257	1	1 ~ 18	18	→
14	2260 ~ 2283	1	1 ~ 20	20	←
15	2569 ~ 2592	2	1 ~ 20	20	←
16A	2541 ~ 2559	2	A 1 ~ A 16	16	←
16B	3155 ~ 3161	4	B 1 ~ B 7	7	←
17A	2518 ~ 2537	2	A 1 ~ A 16	16	→
17B	3145 ~ 3152	4	B 1 ~ B 8	8	→
18A	2496 ~ 2511	2	A 1 ~ A 16	16	←
18B	3121 ~ 3130	4	B 1 ~ B 9	9	←
19A	2478 ~ 2492	2	A 1 ~ A 15	15	→
19B	3121 ~ 3130	4	B 1 ~ B 10	10	→
20A	2461 ~ 2476	2	A 1 ~ A 16	16	←
20B	3111 ~ 3119	4	B 1 ~ B 9	9	←
21A	2438 ~ 2451	2	A 1 ~ A 14	14	→
21B	3073 ~ 3083	4	B 1 ~ B 11	11	←
22A	2420 ~ 2434	2	A 1 ~ A 15	15	←
22B	3056 ~ 3064	4	B 1 ~ B 9	9	←
23A	2398 ~ 2414	2	A 1 ~ A 17	17	→
23B	3046 ~ 3053	4	B 1 ~ B 8	8	→
24	2375 ~ 2395	2	1 ~ 21	21	←
25	2603 ~ 2629	2	1 ~ 22	22	→
26	2568 ~ 2693	3	1 ~ 21	21	←
27	2703 ~ 2725	3	1 ~ 20	20	→
28	3170 ~ 3196	4	1 ~ 20	20	→
29	2729 ~ 2750	3	1 ~ 18	18	→
30	2778 ~ 2808	3	1 ~ 18	18	→
31	2757 ~ 2777	3	1 ~ 18	18	→
32	2811 ~ 2835	3	1 ~ 18	18	←
33	2865 ~ 2885	3	1 ~ 16	16	←
34	2889 ~ 2915	3	1 ~ 16	16	→
	Total			604	

### 3-3-10 Matériels principaux destinés au traitement photographique

Le traitement photographique a été fait à l'aide de l'installation et des matériels de la D.T.G.C. et des matériels de l'I.G.N. envoyés par avion à partir de Paris pour cette opération.

#### a) Matériels de la D.T.G.C. mis à disposition

Sécheur des pellicules : KODAK VERSAMAT FILM PROCESSOR

Imprimante par contact : LOG ETRONIC-MOPEU SP10/70-C

Appareil de rectification : ZEISS SEG

Imprimante des notes du film : Produit en France

#### b) Matériels de l'I.G.N. F.I. mis à disposition

Appareil de développement des pellicules : RIWIND

Sécheur des pellicule : ZEISS TG-24

Imprimante par contact : MILLIGAN

Appareil de tirage des photos agrandies en double :

METEOR SIEGEN

### 3-3-11 Réflexions

(1) Le meilleur temps de la prise de vues aériennes est la période de novembre constituant le changement de la saison de pluie à celle sèche en février constituant la dernière moitié de la saison sèche. La prise de vues aériennes a été effectuée de mi-mars en début avril où la saison de vent de sable (mousson à sable jaune) est déjà venue. Il n'y avait donc pas beaucoup de chance pour la prise de vues aériennes. Malgré cela, en profitant du beau temps qui arrivait rarement, la prise de vues a été réalisée. On peut dire que nous avons eu beaucoup de chance d'avoir pu achever cette opération sans problème, parce que le changement des saisons retardait un peu. Mais aussi, nous avons une haute estime des expériences et capacités accumulées en Afrique de l'équipage de l'I.G.N. F.I.

(2) Les matériels et matériaux destinés au traitement photographique sont arrivés en retard à Dakar. Cependant, dès qu'ils sont

arrivés, les efforts ont été concentrés à terminer ces travaux dans le plus bref délai par les techniciens de la D.T.G.C. qui ont travaillé jour et nuit. C'est à eux que nous devons notre réussite dans le domaine du traitement photographique, et ceci nous a montré qu'ils ont des capacités suffisantes pour effectuer toutes les opérations du traitement photographique.

### 3-4 Levé des points de contrôle

#### 3-4-1 Plan du levé

(1) La Mission a étudié le meilleur moyen de lever des points de contrôle dans une vaste plaine pour installer nouvellement les points de contrôle qui sont nécessaire à l'aérotriangulation et à la restitution. La zone faisant l'objet de la cartographie est tellement vaste et plane. Il est donc difficile d'y procéder au levé des points de contrôle par triangulation ou polygonation conventionnelle. En plus, dans le dessein d'effectuer le levé des points de contrôle à haute précision avec célérité, a été projeté le système du positionnement de précision par satellites artificiels demandant l'utilisation d'un nouveau système qui s'appelle G.P.S. (Global Positioning System).

(2) Dans la région faisant l'objet du Projet, il y a le cheminement géodésique du 12<sup>e</sup> parallèle se dirigeant de Dakar vers l'est déterminé par l'I.G.N. France de 1967 en 1970 et le cheminement géodésique se dirigeant de Dakar vers le nord destiné à l'exploitation du fleuve Sénégal, déterminé de 1979 à 1980 par la société privée américaine. Ces deux cheminements ont une précision supérieure à 1/2.000.000. Cependant, du fait que chacun a un datum fixe du levé différent l'un de l'autre, il y a des écarts d'environ 200 m sur les coordonnées aux alentours de Dakar et de Thiès.

De ce fait, pour le plan du levé des points de contrôle, la Mission s'est contentée d'utiliser seulement les bornes des points de contrôle existants et d'installer les nouveaux points de contrôle avec l'observation par G.P.S.

- (3) A la suite de l'étude synthétique sur la topographie de la région faisant l'objet de la cartographie, le plan de la photographie, l'aérotriangulation, la future utilisation, l'opération de G.P.S. etc, il est convenu que le nombre des points de contrôle est de 43 points et qu'ils sont répartis uniformément autant que possible dans toute la zone.

Ces détails sont les suivants:

Points existants:

Cheminement géodésique de 12° parallèle:	4 points
Cheminement géodésique pour l'exploitation du fleuve sénégal	: 8 points
<u>Nouveaux points :</u>	<u>31 points</u>
Total	43 points

- (4) Matériels principaux

Les matériels principaux utilisés sont les suivants.

GPS (WILD MAGNA VOX WMIOI)	: 3 unités
Théodolite et planchette	: 3 unités
Ordinateur sur le bureau DJI	: 1 unité

- (5) Organisation des équipes d'opération

Une équipe d'analyse et 3 équipes d'opération ont été formées, en tenant compte du nombre des matériels et des véhicules. Toutes les équipes se composent en ingénieurs mélangés, japonais et sénégalais.

L'organisation de chaque équipe est comme suit.

Equipe d'analyse	1 japonais et 1 sénégalais
Equipe d'operation	2 japonais et 1 senegalais

### 3-4-2 Sélection des points de contrôle

- (1) Concernant l'utilisation des points de contrôle existants, après l'investigation sur tous les points, ont été choisis les points suivants qui pouvaient satisfaire aux conditions requises pour le

point de contrôle.

\* Cheminement géodésique du 12<sup>e</sup> parallèle

N° 200 (datum fixe), N° 204, 211 et 213:

---- 4 points

\* Cheminement géodésique pour l'exploitation du fleuve sénégal

N°s 1, 2, 3, 5, 9, 10, 11 et DC-5 (cheminement  
secondaire)

---- 8 points

TOTAL

12 points

Parmi les points de contrôle du cheminement géodésique du 12<sup>e</sup> parallèle, certains sont déjà perdus ou n'étaient pas convenables aux points de contrôle de l'aérotriangulation. Par conséquent, 4 points ont été uniquement utilisés. Le nombre des points de contrôle nouvellement installés est de 31.

(2) Les mentions suivantes ont été retenues pour la sélection des points de contrôle.

- 1) Les nouveaux points doivent être répartis à la même densité autant que possible
- 2) Il est nécessaire de choisir les endroits où l'espace se trouvant entre les angles d'inclinaison positive supérieures à 10°, et ceci afin que les postes de GPS puissent recevoir l'onde du satellite sans obstacle.
- 3) Il est nécessaire de choisir les endroits où il n'y a pas de brouillage tels que l'arbre, le toit de zinc, la tour en fer, le poteau électrique, etc. ni de réflexion de l'onde produite aux surfaces des mares, des fleuves, etc.
- 4) Les travaux de piquage et la mesure des éléments d'excentricité peuvent être réalisés facilement.
- 5) Il faut choisir les endroits où il n'y a pas de problème pour entretenir les nouveaux points en bon état.
- 6) Il faut choisir les endroits d'accès facile et convenable à l'utilisation du point de contrôle.

(3) La figure-10 indique le plan de distribution des points de contrôle.



### 3-4-3 Installation des piliers de béton

(1) Il était prévu que les piliers seraient construits avec bétonnage simple sur place. Cependant, à la suite de la reconnaissance, il s'est avéré que les endroits prévus étaient sablonneux et que cette méthode n'y était pas du tout convenable. De ce fait, à la place du bétonnage simple, le béton a été coulé dans le tube en P.V.C., et ce tube rempli de béton a été enterré.

#### (2) Dimension des piliers de béton

Dalle en béton : Environ 30 cm x 30 cm x 30 cm

Tube en P.V.C. (Armatures): Diamètre 15 cm,

: Longueur 60 cm

Partie sur la terre (Cube, avec coffrage en bois)

: 25 cm x 25 cm x 25 cm

### 3-4-4 Observation

(1) Les observations ont été faites simultanément sur les trois points (cycle d'observation) par la méthode du positionnement relatif (mesure de la distance entre deux points "différence des coordonnées" et leur hauteur relative).

(2) De même que les nouveaux points de contrôle, l'observation des satellites par le G.P.S. a été réalisée sur tous les points de contrôle choisis à partir des cheminements géodésiques du 12<sup>e</sup> parallèle et de l'exploitation du fleuve sénégal, en utilisant leurs piliers de béton. Les anciennes coordonnées des points existants ont été utilisées à titre de référence, lors de l'analyse.

(3) La polygonation a été prévue pour l'observation. Cependant, du fait qu'à la suite de la reconnaissance, il s'est avéré que les routes sont meilleures que prévues et que le déplacement entre deux points est donc facile, a été adopté autant que possible la trilatération demandant l'augmentation du nombre des cycles d'observation, mais assurant la précision plus haute. Par

conséquent, par augmentation du nombre des cycles d'observation de 7 fois, le nombre de l'inspection sur la longueur du côté a pu augmenter de 3 fois et que l'inspection de l'angle au centre est devenue réalisable encore sur 11 points. Il en résulte que le réseau des points de contrôle devient plus stable.

(4) La lecture des longitudes et des latitudes des stations d'observation qui font partie des données pour le G.P.S., a été effectuée, avant le commencement des opérations, à partir du plan du réseau de sélection des points, représenté sur la carte au 200.000°.

(5) Plus de 4 satellites doivent être utilisés pour l'observation réalisée simultanément sur les trois stations. Il est donc nécessaire de bien saisir préalablement la position de chaque satellite sur l'orbite à partir de l'information de l'alerte, et ceci permet de déterminer l'heure de l'observation la plus convenable à ces trois stations.

De ce fait, les observations sont commencées à 9 heures, début mars (Début de la période d'observation) et 5 heures à la fin avril (Fin de la période d'observation).

Du fait que la hauteur des satellites à observer était très basse, on a fixé l'angle supérieur à 10°.

(6) Trois heures environ ont été mises pour une fois à l'observation (un cycle d'observation). Du fait que l'heure d'observation a été bien choisie en consultant l'information des satellites établie préalablement, il était possible d'observer simultanément au moins 4 satellites.

(7) Avant le commencement des observations, ont été soigneusement faites les inspections sur les cassettes, la source électrique, etc. En plus, les postes de G.P.S. ont été mis sous tension durant 30 minutes dans le dessein que leur fonctionnement devienne stable.

Figure-11 Plan du réseau du levé des points de contrôle

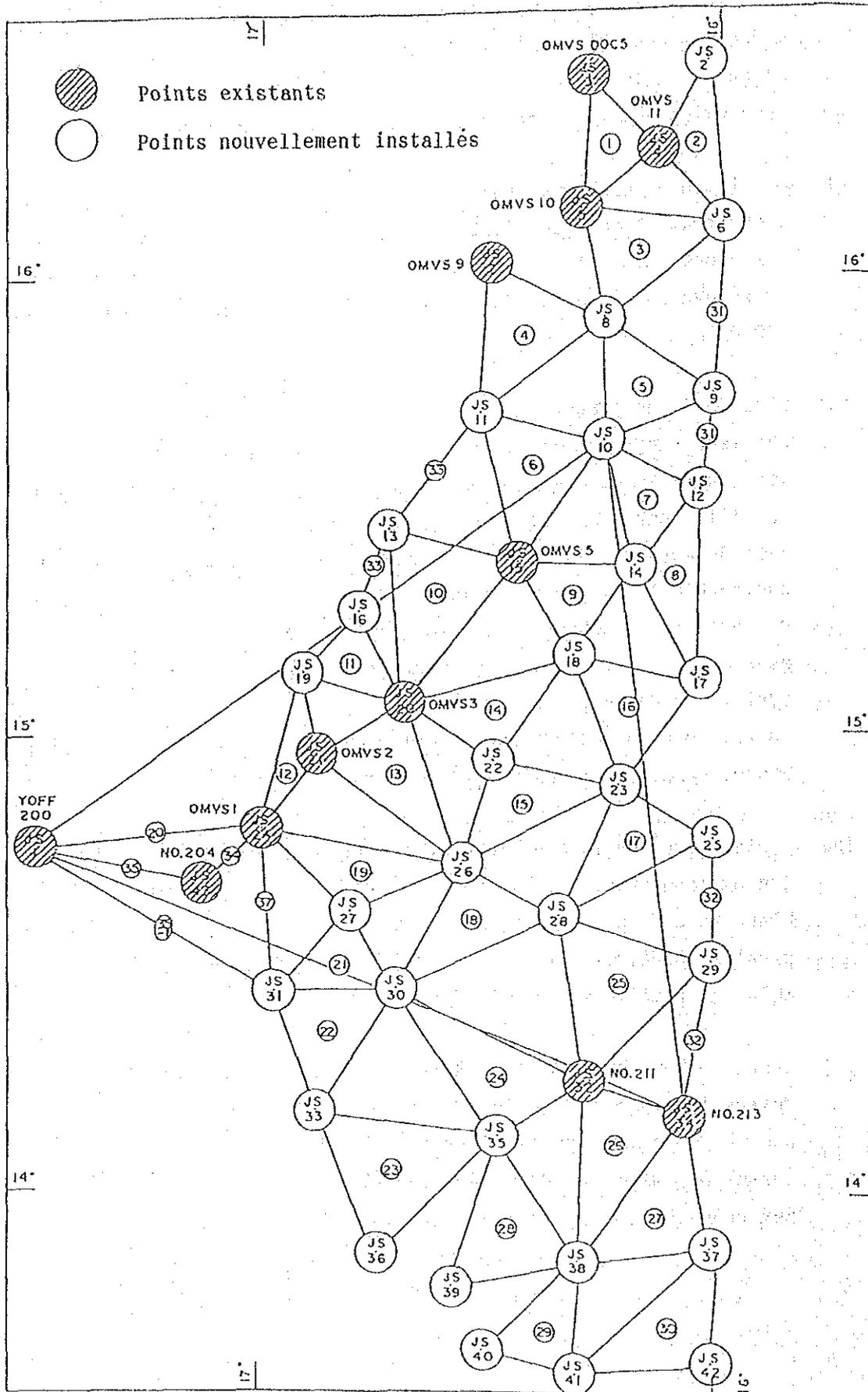


Figure-12 Inspection des points de contrôle, des angles d'intersection et des points au centre

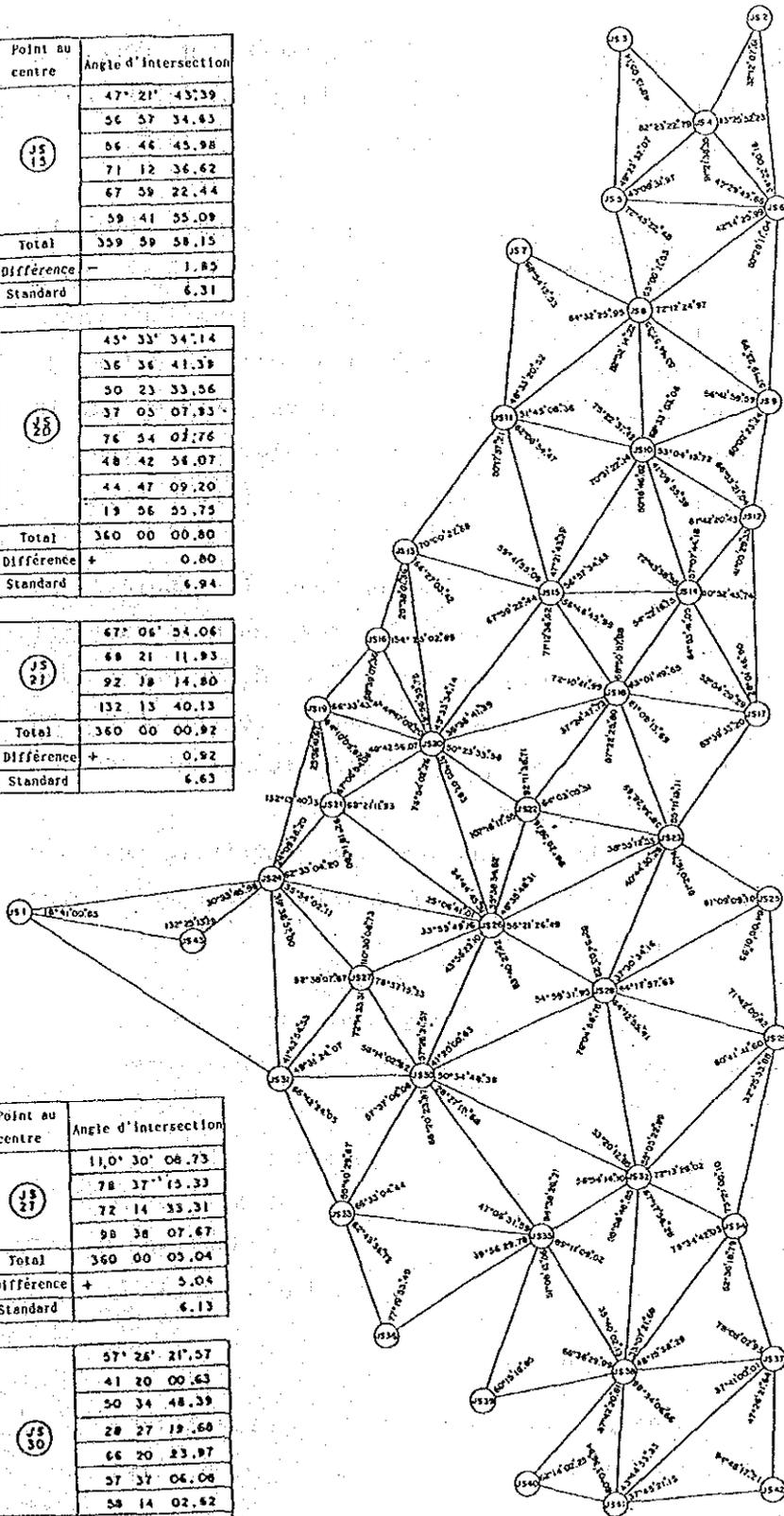
Point au centre	Angle d'intersection
JS 13	47° 21' 43.39
	56 57 34.83
	66 46 45.98
	71 12 36.62
	67 59 22.44
59 41 55.09	
Total	359 59 58.15
Différence	- 1.85
Standard	6.31

JS 15	45° 33' 34.14
	36 36 41.38
	50 23 33.56
	37 05 07.83
	76 54 02.76
	48 42 58.07
44 47 09.20	
19 56 55.75	
Total	360 00 00.80
Différence	+ 0.80
Standard	6.94

JS 21	67° 06' 34.06
	68 21 11.93
	92 38 14.80
	132 13 40.13
Total	360 00 00.92
Différence	+ 0.92
Standard	6.63

Point au centre	Angle d'intersection
JS 27	110° 30' 08.73
	78 37' 15.33
	72 14 33.31
	98 38 07.67
Total	360 00 05.04
Différence	+ 5.04
Standard	6.13

JS 30	57° 26' 21.57
	41 20 00.63
	50 34 48.39
	28 27 19.68
	66 20 23.87
	57 37 06.08
58 14 02.62	
Total	360 00 02.94
Différence	+ 2.94
Standard	6.41



Point au centre	Angle d'intersection
JS 10	68° 33' 03.04
	83 04 15.72
	41 08 55.38
	50 18 46.82
	70 31 22.14
75 22 37.42	
Total	360 00 00.55
Différence	+ 0.55
Standard	6.35

JS 14	57° 07' 44.18
	110 52 43.74
	64 53 41.05
	54 22 16.15
72 43 38.55	
Total	360 00 03.67
Différence	+ 3.67
Standard	6.35

JS 18	68° 50' 57.88
	63 01 49.65
	81 09 13.68
	57 22 25.80
	37 24 47.73
	72 10 41.99
Total	359 59 56.74
Différence	- 3.26
Standard	6.34

JS 22	92° 11' 38.71
	64 03 05.51
	96 28 59.16
	107 16 17.53
Total	360 00 00.93
Différence	+ 0.93
Standard	6.10

JS 26	35° 38' 34.52
	46 35 48.31
	56 21 26.49
	83 40 27.42
	43 56 23.10
	33 55 49.16
	25 06 41.01
34 44 45.31	
Total	359 59 55.32
Différence	- 4.68
Standard	6.98

JS 28	82° 54' 03.22
	57 30 34.16
	44 17 37.63
	84 12 55.41
	76 04 58.76
	54 59 31.95
Total	360 00 01.13
Différence	+ 1.13
Standard	6.41

JS 32	55° 05' 22.99
	72 13 24.02
	67 17 56.28
	53 08 48.85
	56 54 18.10
53 20 12.85	
Total	360 00 01.09
Différence	+ 1.09
Standard	6.31

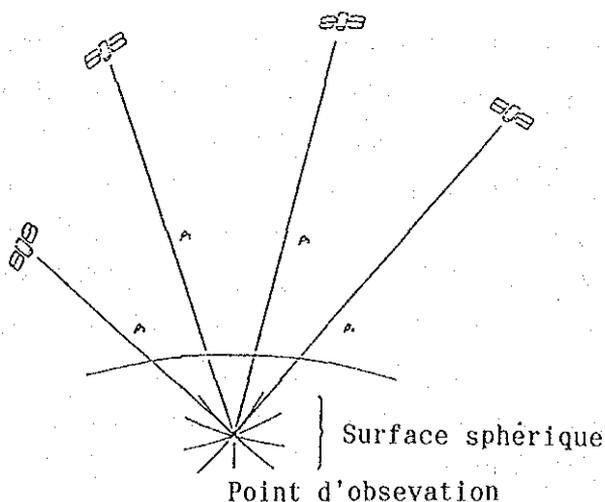
- (8) Au cours de l'observation, ont été effectués les mesures des données météorologiques et de la hauteur des antennes et l'établissement des fiches signalétiques.
- (9) Les observations se sont effectuées régulièrement en général. Cependant, du fait que l'on a constaté deux fois la différence dépassant la limite, on a refait les observations une fois.
- (10) L'observation sur le grand triangle (JS1, JS10, JS34) dont la longueur moyenne des côtés est d'environ 166 km a été faite pour l'inspection des calculs analytiques. A la suite de cette opération, on a constaté que les valeurs calculées à la suite de cette opération sont presque pareilles que celles obtenues par la même sorte d'opération faite sur le petit triangle. Le plan du réseau des points de contrôle est indiqué dans la figure-11.
- (11) Les travaux de piquage ont été réalisés sur tous les points de contrôle qui seraient utilisés pour l'aérotriangulation. Il était difficile de piquer un points de contrôle directement sur cet endroit de la photo. Le piquage a donc été effectué en excentrant un point de contrôle à l'endroit clairement exprimé dans la photo.
- La mesure de la direction des éléments de l'excentricité destinée au point de piquage s'est faite par l'observation du soleil avec l'astronomie simplifiée.

### 3-4-5 Calcul

#### 1 Calcul approximatif fait sur place

- (1) Le principe du calcul de la position par le système de G.P.S. est le suivant. Si la position du satellite et la distance entre le satellite et la station d'observation sont saisies, cette station d'observation doit se trouver sur le cercle dont le rayon est égal à ladite distance et dont le centre est le satellite. Chaque satellite forme un cercle. Il est donc possible de déterminer la position de la station d'observation avec 3 satellites, à l'endroit où ces trois cercles se croisent.

Principe  
d'observation  
par GPS



- (2) Les cassettes avec des données d'observation enregistrées ont été récupérées par l'équipe d'analyse, leurs données ont été analysées à l'aide du DJI ordinateur, Type LAP TOP (DATA GENERAL) et du POPS logiciel analytique (WILD MAGNABOX) dans la salle d'analyse du siège. Ensuite, ont été débitées la latitude, la longitude et l'altitude de chaque station d'observation et la distance entre les stations sur l'ellipsoïde WGS84.
- (3) Les satellites N°3, 6, 9, 11, 12 et 13 ont été utilisés. Le fonctionnement du satellite N°14 n'était pas stable pendant la période de l'observation, on ne l'a pas donc utilisé.

(4) En utilisant la latitude, la longitude et l'altitude de chaque station et la distance entre deux stations sur l'ellipsoïde WGS 84, les calculs suivants ont été effectués à l'aide de l'ordinateur.

a. Du fait que les altitudes saisies par le système de G.P.S. sont conformes à l'ellipsoïde WGS84, elles ne correspondent pas au niveau de référence du Sénégal. De ce fait, dans le dessein de compenser cette différence et de déterminer l'altitude de chaque station d'observation, ont été effectués les calculs d'altitude en réalisant la fermeture des hauteurs relatives obtenues à l'aide des postes de G.P.S. avec les altitudes connues de certains points de contrôle existants.

b. La distance entre deux stations d'observation est la distance sur l'ellipsoïde WGS84. Il est donc nécessaire, pour obtenir la distance entre deux stations sur l'ellipsoïde de Clark, de réaliser la correction de pente par la différence des altitudes, celle d'ellipsoïde, celle de projection et celle de transformation en surface sphérique. A ce propos, la distance entre deux stations sur la surface sphérique géodésique et la distance planimétrique sur les coordonnées rectangulaires (UTM) ont été obtenues en tant qu'éléments de correction.

c. Les 3 angles intérieurs de la triangulation ont été obtenus en appliquant les distances planimétriques entre deux stations à trois côtés (par trigonométrie). Les coordonnées de chaque station d'observation ont été saisies par le calcul de coordonnées, fait avec ces angles ainsi obtenus et ces distances planimétriques.

d. En appliquant les coordonnées de chaque station obtenues par le calcul de coordonnées, au "calcul de répétition" (mentionné

à l'article (3)-b), ont été déterminées la distance sur l'ellipsoïde de Clark et la distance planimétrique.

De même, les trois angles intérieurs de la triangulation ont été obtenus par le calcul de répétition. Ensuite, les coordonnées approximatives de chaque station d'observation ont été déterminées par le calcul de coordonnées en utilisant ces angles et distances ainsi obtenus.

(5) La valeur RMS de la différentielle double était de 20 mm à 40 mm. Les ambiguïtés n'étaient pas tous des nombres entiers, et ceci à cause de la longueur des côtés du triangle supérieure à 30 km. En réalité, il y avait beaucoup de triangles dont les longueurs des côtés étaient supérieures à 30 km.

Cependant, ces valeurs n'avaient aucun problème en tant que les résultats des observations des points de contrôle.

## 2 Calculs précis faits au Japon

Les calculs ont été faits selon les conditions suivantes. Le résultat de chaque point a été calculé en transformant les coordonnées à l'ellipsoïde WGS84 observées par G.P.S. en celles à l'ellipsoïde de CLARK 1880.

### (1) Ellipsoïde de la terre

Ellipsoïde	Rayon équatorial	Aplatissement (1/F)
CLARK 1880	6.378.249 km	1/293.465
WGS 1984	6.378.139 km	1/298.257

### (2) Coordonnées rectangulaires (UTM)

Coordonnées du datum fixe

E (X) = 500.000 m

N (Y) = 0 m

$K_0 = 0.9996$  (Coefficient de l'échelle du datum fixe)

Au niveau des coordonnées UTM, 1 zone consiste en largeur de 6° de longitude.

Les régions faisant l'objet de la cartographie correspondent à

28° zone (15° de longitude).

- (3) D'après l'accord fait entre les parties japonaise et sénégalaise, YOFF200 (JSI) (Cheminement géodésique du 12<sup>e</sup> parallèle traversant l'Afrique, réalisé par la France) est utilisé comme le datum fixe.

Coordonnées du datum fixe

B = 17° 29' 7" 815

L = 14° 44' 41" 692

N = 1.631.446,06 m

E = 232.396,38 m

H = 24,386 m

Angle de direction

$\alpha = 114^{\circ} 9' 14'' 15$  direction de (N°213, JS34)

#### (4) Calculs

1) Les calculs ont été faits en considérant YOFF200 comme le datum fixe. En utilisant les distances sur le sphéroïde observées par les postes de G.P.S., ont été obtenues les coordonnées géodésiques et les coordonnées rectangulaires de chaque point par le calcul de moyenne du réseau simultané, et ceci à l'aide de l'ordinateur.

Les coordonnées des points de contrôle sont représentées dans l'annexe 3-1. Par ailleurs, concernant les points de contrôle du cheminement du 12<sup>e</sup> parallèle et du cheminement pour l'exploitation du fleuve sénégal se trouvant dans la région faisant l'objet du présent Projet, les coordonnées de l'ancienne observation et de la nouvelle observation sont indiquées dans l'annexe 3-2.

2) A la suite des calculs, la correction de distance maximum est de 13 cm contre la distance moyenne entre deux stations d'observation de 25 km à 40 km, et la correction de distance moyenne est de 5 à 6 cm, et ceci signifie l'obtention des résultats de haute précision.

### 3) Calcul des points de piquage

Conformément aux éléments de l'excentricité mesurés sur place, ont été calculées les coordonnées et l'altitude du point excentré de chaque station d'observation nécessaires à l'aéro-triangulation.

### 3-4-6 Réflexions

- (1) Sur tout le territoire du Sénégal, se trouvent (a) les stations astronomiques installées de 1940 à 1950 par I.G.N. France pour la cartographie à l'échelle de 1:200.000. (b) Les points de DOPPLER installés de 1975 à 1980 par I.G.N. France pour la photographie à l'échelle de 1:50.000 restent dans une région. En plus, (c) il y a le cheminement géodésique du 12<sup>e</sup> parallèle traversant l'Afrique (environ 1.000 km) et le cheminement géodésique de l'exploitation du fleuve sénégal (environ 800 km).

Ces points de contrôle ont été projetés et observés par chaque Projet et ne se fondent pas sur les coordonnées nationales unifiées du Sénégal. De ce fait, en cas de la réalisation du Projet topographique couvrant une vaste zone, le nouveau levé des points de contrôle sera toujours demandé. Il est absolument nécessaire d'établir le réseau national des points de contrôle couvrant tout le territoire.

De nos jours, il est possible d'établir facilement le réseau national de haute précision avec célérité au moyen du système de G.P.S.

- (2) La zone ouest se trouvant près de la ligne côtière est sablonneuse. Il est donc nécessaire d'installer solidement les bornes des points de contrôle plus grandes que normales.

Le taux survivant des points de contrôle mentionnés dans l'article 3-4-6 1-(c) est de 80%. Il est urgent de renforcer la borne YOFF N°200 actuellement pris pour datum fixe. L'installation des bornes des points de contrôle demande beaucoup d'argent.

### 3-5 Nivellement et piquage des repères de nivellement existants

#### 3-5-1 Plan du levé

- (1) La zone faisant l'objet de la cartographie est une vaste plaine avec peu de relief. Dans le dessein d'exprimer cette configuration du terrain par les courbes de niveau dont l'équidistance est de 10 m, les points d'élévation qui sont nécessaires à l'aérotriangulation et à la restitution sont repartis uniformément dans cette zone.
- (2) La longueur totale des réseaux de nivellement de 1<sup>er</sup> ordre et de 2<sup>e</sup> ordre installés par l'I.G.N. France dans la zone faisant l'objet de l'opération est d'environ 680 km. Cependant, le nombre des repères de nivellement existants n'est pas suffisant pour élaborer la carte topographique à l'échelle de 1:50.000. Il a été donc prévu d'installer le nouveau réseau de nivellement d'environ 700 km.
- (3) Du fait que les points de contrôle observés par le G.P.S. ne correspondent pas au niveau de référence, on a essayé le maximum de faire le nivellement directement aux points nouvellement installés.
- (4) Les nouvelles routes de nivellement ont été installées de manière à être réparties uniformément dans la zone. Chaque nouvelle route part d'un point existant et arrive à un autre point existant.  
Les repères de nivellement existants ont été retrouvés dans les esquisses de la D.T.G.C. et on a fait le piquage de chaque repère dans un endroit clairement visible sur la photo et mis son altitude.

#### 3-5-2 Volume des travaux

A la suite de l'étude sur la configuration du terrain et la

superficie de la zone faisant l'objet de la cartographie, les vues aériennes à utiliser, la spécification d'aérotriangulation, etc., le volume des travaux est déterminé comme suit:

Nivellement	: 700 km
Piquage des repères de nivellement existants:	678 km
Nivellement pour le point de contrôle	: 23 points

### 3-5-3 Organisation des équipes d'opération

Trois équipes de nivellement et 1 équipe de piquage ont été formées. Chaque équipe se compose de 2 japonais, 1 membre de la D.T.G.C., 1 adjoint d'opération, des manoeuvres et 1 véhicule.

### 3-5-4 Sélection des routes de nivellement

(1) En traçant les routes de nivellement existantes sur la carte à l'échelle de 1:200.000, ont été projetées les nouvelles routes. La sélection des nouvelles routes a été faite en prenant les plans de la prise de vues aériennes, des points de contrôle et d'aérotriangulation.

(2) Après la confirmation des situations des points connus et des routes faites au cours de la reconnaissance des routes examinées et projetées sur la carte, ont été déterminées les routes de nivellement à nouvellement installer.

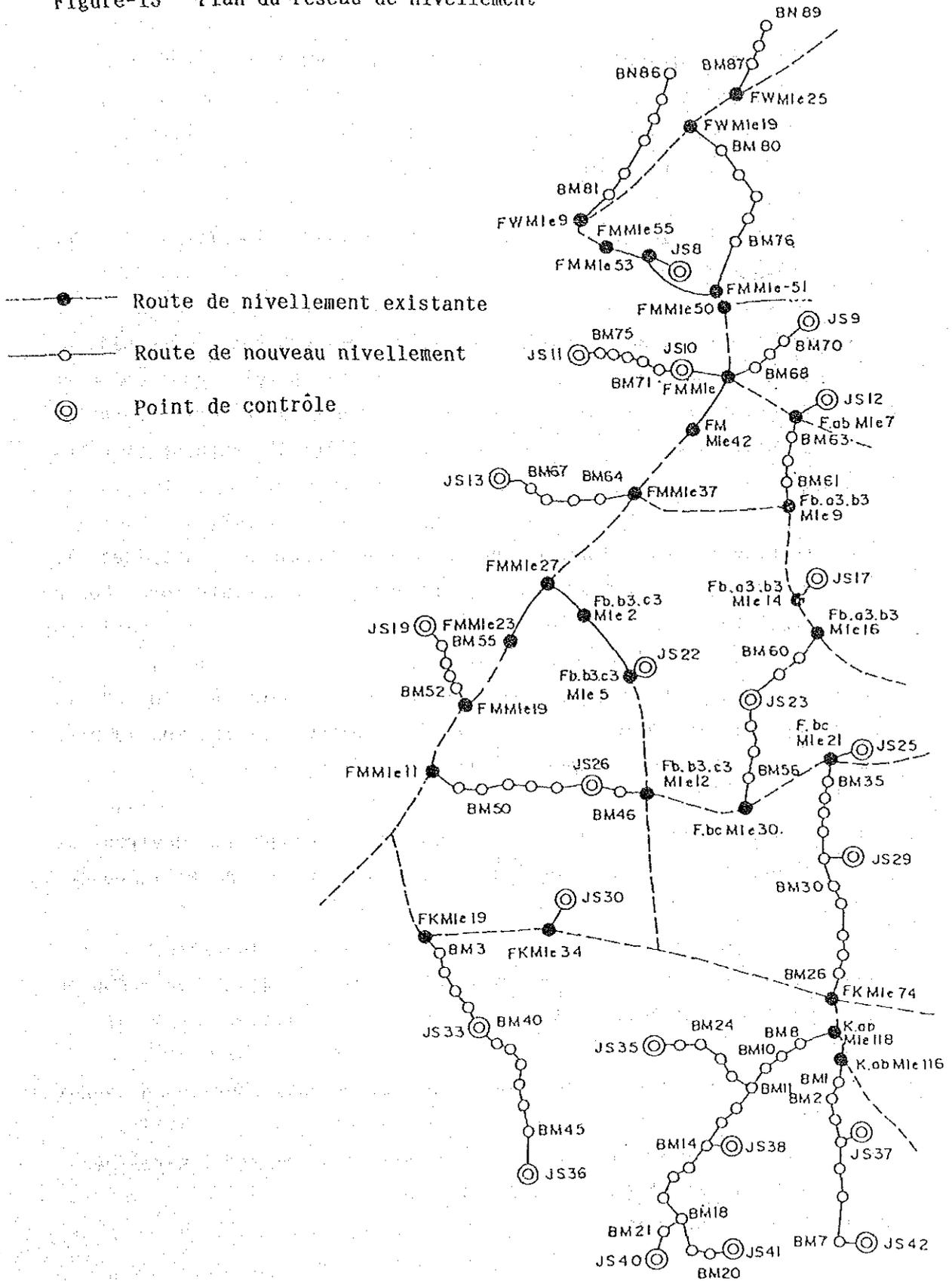
(3) Le nombre des nouvelles routes est de 42. Le plan du réseau de nivellement est montré dans la figure-13.

### 3-5-5 Installation des clous de repère

(1) Dans le cadre du présent Projet, le nivellement est nécessaire pour la restitution. Il n'a pas donc besoin de la précision de 1<sup>er</sup> ordre ni 2<sup>e</sup> ordre. Cependant, en tenant compte de l'utilisation ultérieure de l'altitude de chaque point d'élévation, ont été enfoncés les clous de repère.

- (2) Les clous de repère ont été enfoncés aux trous creusés à l'aide de la perceuse électrique avec l'adhésif dans les ouvrages stables tels que le point, le puits, la conduite, etc. Les fiches signalétiques sont établies afin de retrouver les clous de repère facilement. L'enfoncement des clous est plus facile à réaliser que l'installation des piliers de béton, mais les clous se gardent assurément.
- (3) L'intervalle d'enfoncement des clous subissait la disposition des ouvrages et finalement il était de 5 km à 8 km. Le nombre des clous installés de nouveau est de 89.

Figure-13 Plan du réseau de nivellement



### 3-5-6 Observation

- (1) Les matériels suivants ont été utilisés pour l'observation.
  - a. Niveau automatique de 3<sup>e</sup> classe
  - b. Mire de 3 m pliante
  - c. Support de la mire
- (2) Les observations se sont faites conformément à la stipulation des travaux topographiques d'outre-mer.
- (3) Pour réaliser des observations, les attentions ont été suffisamment prises sur la maintenance des matériels telle que la mise au point et l'inspection journalière du niveau et sur la façon de l'observation telle que l'assurance de l'équidistance des visées, etc.
- (4) Lors de l'observation, le support a été utilisé en tant que la mesure contre le déplacement de la mire pour obtenir une haute précision.
- (5) La distance de visée a été fixée inférieure de à 80m et la lecture de la hauteur sur la partie inférieure à 10cm de la mire a été évitée autant que possible.
- (6) Les points d'élévation ont été installés à chaque km environ et piqués sur les photos aériennes agrandies en double, et le numéro consécutif et l'altitude y sont indiqués.
- (7) En tenant compte du rendement de déplacement, a été adoptée l'observation parallèle.
- (8) Le nivellement a été réalisé autant que possible sur les nouveaux points de contrôle.  
Le nombre des points de contrôle sur lesquels le nivellement direct a été effectué est de 23 points.

### 3-5-7 Piquage des repères de nivellement existants

- (1) La longueur des routes de nivellement existantes se trouvant dans la zone est d'environ 678 km. La reconnaissance et le piquage ont été projetés sur tous les repères de nivellement, et ils se sont faits comme prévus.
- (2) Selon les listes de l'altitude des repères de nivellement et les fiches signalétiques, ont été comptés 240 repères de nivellement existants. Cependant, du fait que certains repères ont été perdus ou cassés, le piquage a été effectué sur 168 repères (taux survivant : 70 %).
- (3) A la suite de l'étude et de la confirmation avec les fiches signalétiques et les listes de l'altitude des repères de nivellement, le piquage a été effectué sur les photos agrandies en double.
- (4) Les points de piquage ont été excentrés à la partie centrale des routes ou au terrain plat, et ceci permet de déterminer leur altitude facilement et clairement lors de l'aérotriangulation et de la restitution. En plus, l'altitude de chaque point de piquage a été déterminée par le nivellement direct et indiquée sur les photos.

### 3-5-8 Réflexions

- (1) Pour exprimer des courbes de niveau d'équidistance de 10 m réellement observées sur la carte topographique, ont été effectuées les opérations de nivellement et de piquage avec la même densité dans toute la zone. Le nivellement soi-même est une opération effectuée très souvent et il n'y avait aucun problème technique. Le nivellement de la 1<sup>ère</sup> zone a été fait par les membres de la D.T.G.C. seuls, et son résultat était satisfaisant.
- (2) A la suite de la reconnaissance et du piquage des repères de nivellement existants, il est confirmé que 30% des repères sont

perdus. La station du marégraphe se trouvant au wharf reste détruite en raison des travaux de l'élargissement du wharf. Du fait que l'altitude des repères est aussi importante que les points de contrôle, il est nécessaire d'installer le point de repère à Dakar et de réhabiliter des repères perdus.

### 3-6 Aérotriangulation

#### 3-6-1 Aperçu

(1) L'aérotriangulation est une opération comme le levé des points de contrôle en détail pour le levé topographique. En se référant aux résultats du levé des points de contrôle et du nivellement faits au cours de la première année, ont été effectués les calculs selon la procédure de l'aérotriangulation afin d'obtenir les coordonnées géographiques des points de passage et de liaison qui sont nécessaires aux opérations de restitution.

(2) L'aérotriangulation s'est faite par la méthode analytique et le calcul d'ajustement s'est fait par la méthode BUNDLE comme il est mentionné dans le S/W.

Le plan de l'exécution de l'aérotriangulation est indiqué dans la figure-14.

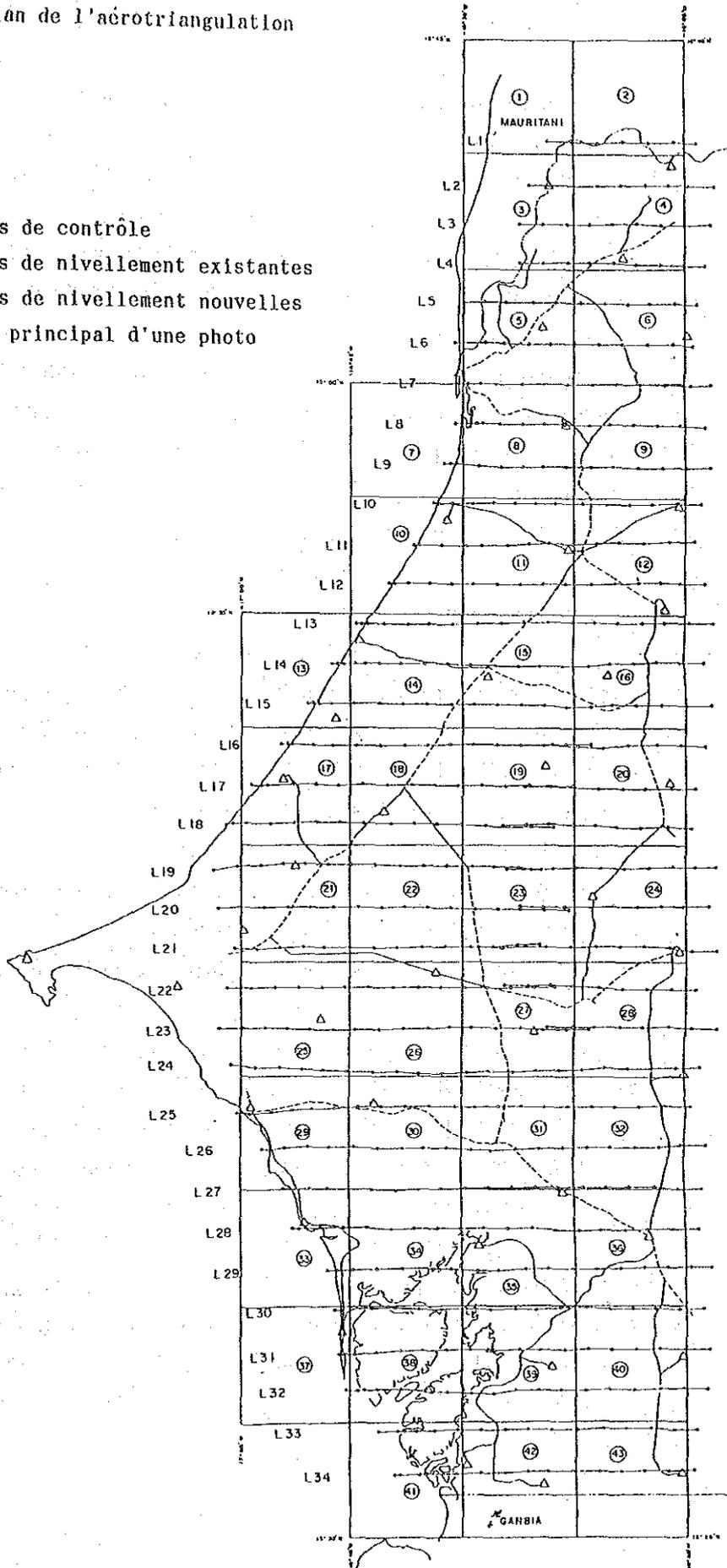
#### 3-6-2 Disposition des points de contrôle géodésiques et des repères de nivellement

Les points de contrôle et les repères de nivellement utilisés pour l'aérotriangulation sont les suivants (voir Fiure-14).

Points de contrôle	: 42
Repères de nivellement existants	: 684 km
Repères de nivellement et points d'élévation nouvellement installés	: 860 km

Figure-14 Plan de l'aérotriangulation

- Légende
- △ Points de contrôle
  - Routes de nivellement existantes
  - Routes de nivellement nouvelles
  - Point principal d'une photo



### 3-6-3 Spécifications

Echelle de la photo	: 1:60.000
Nombre des routes	: 42
Nombre des modèles	: 540
Altitude de la prise de vues	: 9.200 m
Matériels principaux	
Appareil de pointillage	: PUG II (Wild)
Appareil d'observation	: Stécomètre (Zeisse IENA)
Ordinateur	: FACOM M-760 (Fujitsu)
Appareil photographique aériens	: RC-10 (Wild)
Distance focale	: 153,31 mm

### 3-6-4 Sélection des points et pointillage

#### (1) Sélection des points

- a) Les points de passage et de liaison ont été sélectionnés aux positions où l'on peut mesurer leurs coordonnées et altitude avec précision, en utilisant des photos par contact. Ensuite ils ont été marqués sur ces photos.
- b) Les points de passage ont été choisis aux environs du point principal de photo ou à deux extrémités de la ligne formant un angle droit avec la ligne de base du point principal.
- c) En tenant compte de l'ajustement par la méthode BUNDLE, ont été choisis 6 points de passage par modèle et 1 point de liaison par modèle et ce dernier se trouve à un endroit dans la partie du recouvrement et aussi clairement exprimé dans ce modèle de chaque route.
- d) Chaque position sélectionnée pour le point de passage ou de liaison a été marquée d'un point rouge de diamètre de 7 mm environ sur la photo par contact.

## (2) Transfert et pointillage

- a) En transférant correctement les positions des points sélectionnés sur les photos par contact, a été fait le pointillage sur les positifs.
- b) Le point géodésique a été transféré correctement en réalisant la vue en stéréoscope et en se référant aux relevés des points de contrôle, photos aériennes avec piquage, photos au sol, etc.
- c) Les points de passage et de liaison transférés et pointés sur les positifs ont été marqués d'un point bleu de diamètre de 7 mm environ au verso des positifs.

### 3-6-5 Observation

La mesure des coordonnées de la photo aérienne a été effectuée à l'aide du stéréocomparateur. Les marques d'index, les points de contrôle, les points de passage, les points de liaison, etc. ont été mesurés individuellement deux fois et leurs valeurs moyennes ont été adoptées.

Au cas où il y a une différence de plus de 0,02 mm entre ces deux mesures, une autre mesure a été effectuée. La valeur moyenne de ces trois mesures a été adoptée. L'unité de mesure est de  $\mu$ .

### 3-6-6 Orientation interne

- a) Dans le dessein de corriger la distorsion de l'appareil de photographie aérienne, les coordonnées mécaniques de chaque point mesuré ont été transformées en coordonnées de la photo modifiée de manière que le centre de projection de l'appareil de photographie devienne le point principal.
- b) Le résidu de la marque d'index a été calculé par la transformation HELMERT sur la photo par contact. L'unité de calcul est de  $\mu$ .

c) La tolérance de différence définie par les stipulations des travaux de la J.I.C.A. est égale ou inférieure à 30  $\mu$ . Les résultats ont satisfait aux conditions requises.

### 3-6-7 Calcul d'ajustement

#### (1) Calcul en bloc

Les calculs en bloc ont été effectués en divisant en deux blocs, soit bloc nord - central comportant 21 routes (de L.1 à L.21) et bloc sud comportant 13 routes (de L.22 à L.34).

#### (2) Calcul d'ajustement

En utilisant la formule de transformation de projection pour laquelle l'inclinaison de la photo et la position du centre de projection sont les valeurs inconnues, l'ajustement en bloc a été effectuée par la méthode BUNDLE.

#### (3) Correction de la courbure terrestre et de la réfraction atmosphérique

Pour la réalisation des calculs d'ajustement, a été faite la correction de la courbure terrestre et de la réfraction atmosphérique.

#### (4) Résidu d'intersection

Après le calcul d'ajustement, le résidu d'intersection BUNDLE des points de passage et de liaison des points mesurés, à l'exception du point d'appui, sur chaque photo était inférieur à 15  $\mu$ , et ceci a satisfait aux conditions requises.

#### (5) Limite du résidu du point de contrôle

Selon les stipulations des travaux, pour la position planimétrique et l'altitude, la limite du résidu du point de contrôle doit être égale ou inférieure à 1,8 km en déviation-type et à 3,68 m au maximum. Tous les résultats ont satisfait à ces conditions.

Par ailleurs, les écarts des points de liaison entre les blocs nord et sud étaient de 5,74 m à la position planimétrique et de

6,05 m à l'altitude, et ces valeurs sont inférieures à 8,28 m, limites définies par les stipulations des travaux.

Tableau-3 Ecart des points de passage et de liaison  
(Position planimétrique)

1er bloc Route	Déviati-on-type	Maximum	2e bloc Route	Déviati-on-type	Maximum
C-1	0,470	1,258	C-22A	0,686	1,885
2	0,522	0,929	22B	0,940	2,479
3	0,525	1,535	23A	0,621	1,556
4	0,487	0,963	23B	0,716	1,812
5	0,544	1,148	24	0,628	1,496
6	0,564	1,368	25	0,507	1,296
7	0,495	1,329	26	0,568	1,157
8	0,559	1,378	27	0,503	1,356
9	0,596	1,259	28	0,514	1,546
10	0,607	1,215	29	0,573	1,238
11	0,612	1,515	30	0,640	1,700
12	0,582	1,374	31	0,616	2,015
13	0,559	1,485	32	0,589	1,464
14	0,556	1,157	33	0,534	1,372
15	0,555	1,263	34	0,483	1,375
16A	0,576	1,442			
16B	0,450	1,609			
17A	0,544	1,815			
17B	0,446	1,301			
18A	0,520	1,712			
18B	0,460	1,168			
19A	0,460	1,519			
19B	0,559	1,819			
20A	0,546	1,591			
20B	0,750	2,204			
21A	0,399	1,089			
21B	0,604	2,522			

(6) Résultats de calcul

La déviation-type et la tolérance maximum du résidu du point de contrôle et de l'écart des points de passage et de liaison au niveau de l'aérottriangulation sont les suivantes.

Ecart des points de passage et de liaison

(Position planimétrique) : Tableau-3

Résidu du point de contrôle : Tableau-4

Tableau-4 Résidu du point de contrôle

Nombres de route et modèle	Nombre des points de contrôle		Résidu du point de contrôle (P. planimétr.)		Résidu du point de contrôle (Altitude)		Remarques
	Plan	Alti.	Déviat.	Max.	Déviat.	Max.	
1 <sup>er</sup> bloc 27 routes 317 modèles	Point 25	Point 227	m 1107	m 2652	m 1398	m -2932	Limite des stipulations des travaux Position planimétrique Max. 0.4 ‰ Dévia. 0.2 ‰
2 <sup>e</sup> bloc 15 routes 231 modèles	17	109	1058	2279	1705	-3276	Altitude Max. 0.4 ‰ Dévia. 0.2 ‰

### 3-6-8 Contrôle de la précision

Le contrôle de l'aérotriangulation a été fait pour les éléments suivants.

- a) Positions des points de passage et de liaison
- b) Parallaxe résiduelle et écart
- c) Résultat des points de contrôle et résidu
- d) Ecart des points de liaison

### 3-6-9 Façon de lire des résultats

Résultats

Ag (MT) ELEMENTS D'ORIENTATION

PHOTO	K	P	W	PHI(BZ)	BX	MODEL S
12	100,46	93,37 (100,56)	99,51	101,08 (31,97)	116,16	1/10.000
13	102,06	98,24 (100,68)	98,84			

Nom	X	Y	II
105301	112134,95	-21039,84	79,39
105302	112146,65	-19556,56	184,23
105303	112003,51	-18382,04	273,10
105401	113335,93	-20930,88	63,27
105402	113327,91	-19468,91	139,17
105403	113337,91	-18393,92	200,05
224413	113139,13	-20640,18	63,23
511401	112061,33	-18667,96	319,21
610500	113016,58	-20611,05	73,57
810007	111900,05	-20381,20	99,58
806669	113383,05	-20415,57	67,02
805638	113816,50	-20939,92	56,65

## Explication

1. Le numéro de photo et les éléments d'orientation sont exprimés en unité de GRADE. L'unité de BX est de mm.
2. Ils sont imprimés dans l'ordre, le numéro du point, les coordonnées X et Y, le point de passage, le point de liaison, le sous-point, le point de triangulation et le point de niveau.

### 3. Nom du point

Point de passage :

- 1<sup>er</sup> chiffre (1)
- 2<sup>e</sup> - 4<sup>e</sup> chiffres (N° de photo)
- 5<sup>e</sup> - 6<sup>e</sup> chiffres (Position du point)

Point de liaison :

- 1<sup>er</sup> chiffre (2)
- 2<sup>e</sup> - 3<sup>e</sup> chiffres (Nom de route)
- 4<sup>e</sup> - 5<sup>e</sup> chiffres (N° de photo)
- 6<sup>e</sup> chiffre (nature du point de liaison)
- 6<sup>e</sup> chiffre: 0 (Point de liaison)

1 (Point de liaison servant aussi du point de passage 01)

2 (Point de liaison servant aussi du point de passage 02)

3 (Point de liaison servant aussi du point de passage 03)

Sous-point :

- 1<sup>er</sup> chiffre (4)
- 2<sup>e</sup> - 4<sup>e</sup> chiffres (N° de photo)
- 5<sup>e</sup> - 6<sup>e</sup> chiffres (Position du point)

Point de triangulation, sommet de polygone :

Conformément à la précision des points de contrôle,

1<sup>er</sup> chiffre (5) ; Point de signal aérien

(6) ; Point de piquage sur place

(7) ; Point de piquage sur la photo

5<sup>e</sup> - 6<sup>e</sup> chiffres (00) ; Point original

(01, 02, 03 etc.)

; Point excentré

Repère de nivellement :

1<sup>er</sup> chiffre (8)

2<sup>e</sup> - 6<sup>e</sup> chiffres (Altitude)

Point de contrôle indépendant

1<sup>er</sup> chiffre (9)

2<sup>e</sup> - 6<sup>e</sup> chiffres (Altitude)

### 3-6-10 Réflexions

Au niveau de l'ajustement en bloc par la méthode BUNDLE, se sont avérées les constatations suivantes.

a) En comparaison de la méthode de modèle indépendant et de la méthode de polynôme, la méthode BUNDLE demande beaucoup de temps pour la réalisation des calculs, mais permet d'obtenir une haute précision.

b) Au cours du calcul par la méthode BUNDLE, sont faites pour obtenir une précision la plus haute les corrections de distorsion, de réfraction atmosphérique et de courbure terrestre.

c) Pour la détermination des positions planimétriques, il est nécessaire de distribuer les points de contrôle aux quatre coins de chaque zone d'observation et sur son pourtour d'une façon homogène.

d) Il est nécessaire de projeter la distribution des points d'élévation de manière qu'ils se trouvent en haut et en bas des modèles situés aux extrémités de chaque route et que, dans la partie centrale, ils se trouvent à l'intervalle de 3 à 5 modèles sur la file.

### 3-7 Symboles de la carte et annotation

#### 3-7-1 Application des "Symboles de la carte unifiés en Afrique"

Nous avons appliqué les symboles de la carte unifiés en Afrique ont été au présent Projet, et c'était la première fois que ces symboles étaient utilisés pour la cartographie à l'échelle de 1:50.000 en Afrique.

Ces symboles ont pour but de standardiser la cartographie de tout le continent africain qui couvre des zones très variées telles que la Méditerranée, le Sahara, la savane, la forêt tropicale pluviale. De ce fait, ces symboles sont bien étudiés de manière de se constituer de divers climats, etc. Cependant, ils ne peuvent pas exprimer tous les éléments caractéristiques de terres dûs au climat et la situation réelle de l'utilisation du terrain dans une zone bien limitée. Il est donc nécessaire de les modifier sur quelques points.

Au cours des discussions sur ces symboles de la carte faites entre la Mission et la D.T.G.C., cette dernière a insisté de ne pas toucher ces symboles autant que possible, et ceci pour respecter le but de l'établissement de ces "symboles de la carte unifiés en Afrique". La Mission a proposé les modifications suivantes en respectant l'intention de la D.T.G.C.

- (1) D'éclaircir le critère de l'application et la définition de chaque symbole.
- (2) De les modifier légèrement selon le besoin de manière qu'ils soient plus convenables pour la carte de base nationale du Sénégal.

Les symboles de la carte et le critère de leur application constituent les éléments très importants pour la cartographie comme les spécifications. La Mission et la D.T.G.C. ont continué les discussions sur ce sujet à partir du début du Projet jusqu'à la fin de l'opération de dessin, faite au cours de la troisième année. A la première année, nous avons confirmé tous les symboles et fixé les définitions sur 82 symboles en même temps que les préparations de l'opération de l'identification-terrain de la deuxième année. Ensuite,

à chaque étape de l'opération telle que l'identification-terrain, la restitution, la compilation et l'identification-terrain complémentaire, nous avons étudié et discuté avec la D.T.G.C. sur la possibilité d'ajouter ou retrancher ou bien de modifier des symboles.

Les mentions suivantes sont acceptées, d'un commun accord.

\* Symboles de la carte unifiés en Afrique

La standardisation des symboles de la carte en Afrique a été entamée par l'opération de l'uniformation des expressions sur la carte fixée au cours de la conférence scientifique africaine tenue à Johannesburg en 1949. L'opération de standardisation des symboles de la carte a été faite par les spécialistes de l'Association africaine de Cartographie (AAC) avec le concours de la Commission Economique des Nations Unies pour l'Afrique. Cependant, ils ne sont pas arrivés à mener leur plan établi aux règlements définis. Et ils ont proposé les symboles de la carte à l'échelle de 1:50.000 préparés temporairement dans la 6<sup>e</sup> conférence des Nations Unies sur la cartographie en Afrique tenue à Adde

en 1986. Cette proposition y a été acceptée. (E/ECA/NRD/CART113)

Par ailleurs, il y a deux rapports d'étude sur ces symboles de la carte, soit "STANDARDISATION DES SPECIFICATIONS TECHNIQUES DES CARTES DE BASE EN AFRIQUE" publié par AAC et "Symboles pour la carte topographique au 1:50.000" imprimés en Tunisie.

### 3-7-2 Modifications dérivant de l'identification-terrain

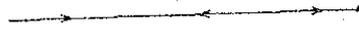
Au début des discussions, la D.T.G.C. a refusé de modifier les symboles de la carte unifiés en Afrique en raison de la possibilité de les modifier dans un avenir proche. Cependant, il s'est avéré qu'il est impossible d'exprimer convenablement tous les éléments caractéristiques de la zone avec ces symboles seuls.

Une partie des symboles et des critères de leur application a été donc modifiée avec l'approbation de la D.T.G.C.

Les modifications à la suite de l'identification-terrain sont les suivantes.

1. Chaque terminaison de la ligne de transport d'énergie électrique

à haute tension est marquée d'un point noir afin de l'éclaircir.



2. La largeur de la route qui passe dans la zone urbanisée est réduite, et chaque nature de route est représentée avec la largeur suivante.

Route nationale	: 0,8 mm
Route régionale, départementale ou locale	: 0,6 mm
Route municipale	: 0,4 mm
Piste praticable par un véhicule tout terrain et piste principale pour piéton	: 0,2 mm

3. La dimension des symboles de police et d'hôtel est la même que celle du hall.

4. Du fait que le symbole de mosquée ressemble à celui de cimetière (Musulman), le symbole de marabout (b) est appliqué à la mosquée.

5. Il n'y a pas de symbole pour la carrière. Elle sera indiquée par annotation.

6. Le symbole de centrale thermique est le suivant: 

7. Le réservoir au sol et celui surélevé ont des symboles différents.

Réservoir au sol de diamètre supérieur à 10 m : 

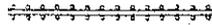
Réservoir surélevé de diamètre supérieur à 5 m : 

8. Il n'y a pas de symbole pour la sous-station. Elle sera indiquée par annotation.

S/stion

9. Les puits importants équipés d'une pompe sont seuls représentés.

10. Le symbole de rangée d'arbres est représenté seulement au cas où il y a un espace pour sa représentation sur la carte.



11. Les antennes paraboliques (tour de relais) correspondant aux lignes principales téléphoniques sont seules représentées.



12. Le baobab qui est un arbre typique du Sénégal est représenté.



13. Les annotations des bâtiments sont les suivantes.

PORT CARRIÈRE	Port Carrière	PRISON DOUANE	Prison Douane
------------------	------------------	------------------	------------------

14. Les annotations abrégées pour les bâtiments sont les suivantes.

GOVERNANCE PRÉFECTURE	Gouv Pref	TRAVAUX PUBLIQUES INSTITUT NATIONAL DE DÉVELOPPEMENT RUR	TP INCR
SOUS PRÉFECTURE HÔTEL DE VILLE	S/préf Hot.ville	USINE CAMP MILITAIRE	US <sup>ne</sup> Camp- mil
UNIVERSITÉ	Univ	COOPÉRATIVE AGRICOLE	Coop- Agri
ÉCOLE SPÉCIALISÉE	ENCR	SOUS-STATION POSTE POMPIER	S/stion Pompier
STATION MÉTÉOROLOGIQUE PALAIS DE JUSTICE	Météo Justice		

### 3-7-3 Modifications dues à la restitution et à la compilation

Au fur et à mesure que les opérations de restitution et de compilation et la fabrication de la carte d'essai sont avancées, il s'est avéré que la modification des symboles de la carte faite lors de l'identification-terrain n'était pas suffisante pour exprimer tous les éléments nécessaires.

A la suite des concertations entre la D.T.G.C. et la Mission, les mentions suivantes ont été acceptées par les deux partenaires.

\* Symboles accordés par les deux parties

- 1) Mangrove: Le symbole de mangrove ressemble à celui de zone inondable et sa distinction est donc très difficile. Le symbole utilisé dans la carte établie par l'I.G.N. y est appliqué.



- 2) Rizière : Le symbole de rizière est convenable à représenter une rizière de petite dimension. La rizière dans cette zone est développée sur un terrain très vaste. Il est donc modifié comme suite.



- 3) Terre cultivée et prairie

: Les symboles sont noirs et assez grands, et ceci empêche la lecture des annotations et des symboles de village et de figures planimétriques se trouvant près de ces symboles. Leurs dimension et densité sont réduites respectivement de 20% et de 50%, et leur couleur est changée de noir en vert.



- 4) Silo : A la place du symbole, l'annotation y est appliquée.

- 5) Les éléments suivants n'existent pas dans la zone objet. Leurs symboles sont supprimés dans la légende.

Haut fourneau, Pylône, Cratère, Lave, Récifs coralliens, Vignes, et Oliviers

- 6) Les fort, palais et fromager n'existent pas dans cette zone. Cependant, selon la demande de la D.T.G.C., leurs symboles restent dans la légende.

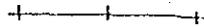
### 3-7-4 Modifications provenant de l'identification-terrain complémentaire

Avant le commencement de l'identification-terrain complémentaire, la D.T.G.C. et la Mission ont eu une discussion encore une fois sur les symboles en se référant à la carte d'essai. La modification a été accordée sur les mentions suivantes:

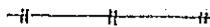
#### 1) Changement des symboles du chemin de fer

Le symbole du chemin de fer d'une voie ressemble à celui de double voie. Afin de distinguer ces deux symboles, les symboles utilisés dans la carte à l'échelle de 1:200.000 y sont appliqués.

Une voie



Double voie



#### 2) Le chiffre montrant l'altitude de courbe de niveau est marqué de manière à indiquer le sens plus haut.



### 3-7-5 Règlements des annotations

Pour effectuer l'identification-terrain, la compilation et le dessin, il est nécessaire de fixer les règlements des annotations. Du fait que la D.T.G.C. n'avait pas de règlements définitifs des annotations pour la carte à l'échelle de 1: 50.000, en se référant aux annotations indiquées dans les cartes existantes de la D.T.G.C., les deux partenaires ont étudié et déterminé les règlements suivants sur la forme et la dimension de la lettre, etc. (Voir le rapport de la deuxième année.)

#### 1) Nom administratif

a) Droit et sans accent

b) Les dimensions de la lettre se divisent en 8 dans l'ordre; Capitale, région, département, arrondissement, communauté rurale, ville, village administratif, village de culture.

#### 2) Nom de la zone spéciale telle que le parc national, la réserve forestière, etc

- a) Italique et gothique
  - b) Selon la grandeur de sa superficie, les dimensions de la lettre se divisent en 6.
- 3) Nom de la rivière et celui du fleuve
- a) Italique et gothique
  - b) Selon la grandeur et la largeur des fleuve et rivière, les dimensions de la lettre se divisent en 7.
- 4) Nom du bâtiment
- a) Droit et sans accent
  - b) Selon la grandeur du bâtiment, la dimension de la lettre se divisent en 2.
- 5) Annotations abrégatives
- a) Les annotations abrégatives sont appliquées pour les bâtiments de long nom.
- 6) Au cas où une communauté rurale ou un village administratif s'étend sur les deux coupures, l'annotation est indiquée dans la coupure où cette communauté ou ce village occupe une superficie plus importante que l'autre et pour cette dernière, est indiquée l'annotation auxiliaire.

### 3-7-6 Critères de l'application des symboles et des annotations

Les critères de l'application des symboles de la carte et des annotations sont rédigées dans une brochure.

### 3-7-7 Réflexions

- 1) Les symboles de la carte unifiés en Afrique se composent de 7 divisions suivantes:  
Les routes (7 sous-divisions; de 1 à 7), les chemins de fer et lignes de communication (4 sous-divisions; de 8 à 12), les limites administratives (9 sous-divisions; de 13 à 21), les bâtiments (28 sous-divisions; de 22 à 49), la configuration de

terrain (10 sous-divisions; de 50 à 59), les voies d'eau (8 sous-divisions; de 60 à 67) et la végétation (15 sous-divisions; de 68 à 82).

La division des chemins de fer et des lignes de communication comporte le câble transporteur, la ligne électrique et la ligne téléphonique. La division des limites administratives comporte la digue, le fossé et la clôture. La division des bâtiments comporte la ville, le village, le points de contrôle, etc. La composition de ces symboles est ainsi bien équilibrée.

Lors de l'application de ces symboles, il vaut mieux d'ajouter de nouveaux symboles concernés selon le but de la cartographie. Par exemple, au cas où vous voulez la carte destinée aux informations de l'exploitation des eaux d'après les climats, vous aurez besoin de former de nouveaux symboles pour la division de voies d'eau. Et en cas de la carte destinée aux informations de la végétation, il faut ajouter de nouveaux symboles pour la division de végétation.

2) Les symboles de la carte unifiés en Afrique ont subi un peu de modification avant d'être appliqués pour la carte nationale topographique de l'ouest du Sénégal à l'échelle de 1:50.000.

La D.T.G.C. avait l'intention de laisser autant que possible les symboles de la carte unifiés en Afrique. En respectant l'avis de la D.T.G.C., la Mission a étudié ces symboles.

Les modifications et les changements des symboles sont les suivants:

- (1) Les symboles représentant le paysage particulier du Sénégal et l'exploitation du terrain sont ajoutés.
- (2) A la place de la nouvelle formation des symboles sur les bâtiments, les annotations sont utilisées. De ce fait, nombreuses annotations abrégatives sont formées.
- (3) La dimension de quelques symboles trop grands qui effacent d'autres informations est réduite.
- (4) Les symboles qui se ressemblent et qui sont difficiles à distinguer sont changés par d'autres.
- (5) En examinant la carte d'essai établie après l'identification-terrain, la Mission a étudié la balance entre les symboles, la

pertinence de l'expression cartographique et la facilité de la lecture des symboles. A la suite de cette étude, il s'est avéré que la lecture des symboles des éléments occupant un espace bien limité tel que le village, le bâtiment, etc n'était pas facile en raison de l'influences forts des symboles des éléments occupant un vaste espace tel que la terre cultivée, la végétation, etc. Les symboles de derniers éléments ont été modifiés dans le dessein d'assurer une meilleure lecture.

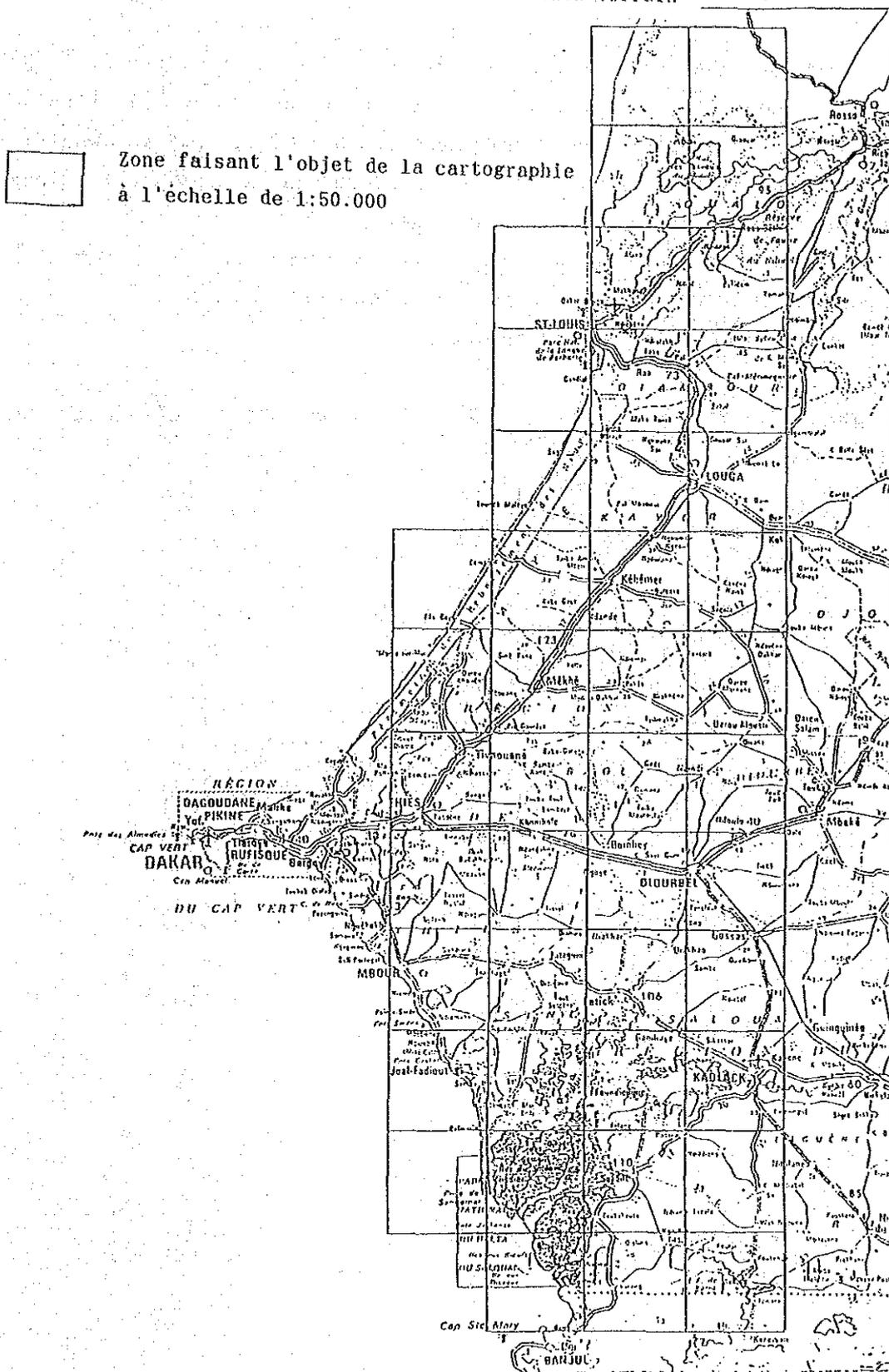
### 3-8 Identification-terrain

#### 3-8-1 Aperçu

Les travaux d'identification-terrain sont des opérations d'étude et de vérification sur place de divers éléments à exprimer, des noms, etc. nécessaires pour la cartographie. Ces travaux ont été faits avec la collaboration de la contrepartie de la D.T.G.C. Leurs résultats ont été indiqués sur les photos, les overlay et les cartes documentaires. Ensuite, ils ont été arrangés et résumés en tant que données servant aux opérations de restitution et de compilation.

La zone faisant l'objet de l'identification-terrain est indiquée dans la figure-15.

Figure-15 Plan des travaux d'identification-terrain



### 3-8-2 Symboles de la carte utilisés pour l'identification-terrain

Les symboles de la carte unifiés en Afrique à l'échelle de 1:50.000 sont utilisés pour le présent Projet. Avant l'utilisation de ces symboles, la Mission a discuté avec la D.T.G.C., de la modification d'une partie des symboles de manière qu'ils puissent mieux s'adapter aux situations réelles du Sénégal.

Les deux partenaires se sont mis d'accord que ces symboles comportent 7 divisions avec 84 sous-divisions.

Leur composition est la suivante.

Composition des symboles de la carte topographique à l'échelle de 1:50.000

I Route		
1. Autoroute	2. Route principale	
3. Route secondaire	4. Route secondaire de praticabilité saisonnière	
5. Route en construction	6. Piste praticable	
7. Sentier		
II Chemin de fer et lignes téléphonique et électrique		
1. Chemin de fer (Voie normale)	2. Chemin de fer (Voie étroite)	
3. Cable transporteur	4. Ligne électrique	
5. Ligne téléphonique		
III Limites administratives, etc		
1. Frontière	2. Limite de 1er ordre	
3. Limite de 2ème ordre	4. Limite de 3ème ordre	
5. Parc national	6. Réserve zoologique	
	7. Zone de chasse	
7. Digue	8. Fosse 9. Clôture	
IV Bâtiments		
1. Ville	2. Village	3. Divers types d'habitations rurales
4. Marche	5. Hôpital, dispensaire	
6. Hall, Hôtel, Police, Ecole		
7. Eglise, Chapelle, Mission, Temple	8. Silo	
9. Eolienne, Moulin à eau	10. Mosquée	
11. Cimetière	12. Bureau de poste, telegramme et téléphone	
13. Centrale électrique	14. Haut fourneau, Pylone	
15. Stade	16. Abri	
17. Point de vue, Phare	18. Fort, Palais	
19. Tour	20. Ruine, Site ancien	
21. Jetée, Quai, Wharf	22. Station de radio	
23. Mine	24. Gare, Ligne de service	
25. Aéroport, Piste	26. Point de contrôle, Borne	
27. Point cote, Point principal de photo		
V Configuration de terrain		
1. Repère de nivellement	2. Courbe de niveau	
3. Dépression, Cuvette	4. Zone rocheuse, Falaise	
5. Talus	6. Dépôt de terre de mine	
7. Zone sableuse	8. Dune	
9. Cratère	10. Lave	
11. Tranchée		
VI Voies d'eau		
1. Fleuve, Rivière	2. Marais, Zone inondable	
	3. Mangrove	
3. Canal	4. Etang, Lac	
5. Source, Puit, Reservoir	6. Aqueduc, Conduite	
7. Pont, Bac, Ferry	8. Ligne côtière, Récifs coralliens	
Chaussée submersible		
VII Végétation		
1. Forêt	2. Broussaille, Forêt dégradée	
3. Jardin, Verger	4. Savane	
5. Vigne	6. Palmier, Brousse tigrée	
7. Olivier	8. Cactus	
9. Plantation	10. Culture	
11. Rizière	12. Bambou	
13. Arbre	14. Papyrus	
15. Prairie	16. Fromager 17. Baobab	

### 3-8-3 Préparations faites au Japon

Les travaux suivants ont été faits au Japon pour les préparations de l'identification-terrain.

- a) Fabrication des photos agrandies destinées à l'identification-terrain
- b) La représentation des portées (cadres) de cette opération sur les photos et l'application des "overlay" à ces photos.
- c) Fabrication des cartes documentaires par l'agrandissement des cartes existantes.
- d) Fourniture et envoi des matériaux et matériels
- e) Arrangement et analyse des données collectées.
- f) Photointerprétation préliminaire

### 3-8-4 Photointerprétation préliminaire

La photointerprétation préliminaire a été effectuée afin d'avancer les opérations d'identification-terrain avec efficacité. A la suite de la photointerprétation préliminaire, les éléments relatifs à l'eau, ceux à la végétation et ceux aux autres ont été indiqués sur les photos respectivement en encre bleue, verte et rouge.

Les éléments difficiles à interpréter ont été représentés en ligne interrompue et ont fait l'objet des opérations d'identification-terrain.

Les éléments faciles à photointerpréter sont les routes, les chemins de fer, les rangées d'arbres, etc. qui sont les ouvrages linéaires ayant une certaine longueur ainsi que les étangs, les fleuves et rivières, la ligne côtière, les carrières, les dépôts de terre de minerais, les dunes, les zones sableuses, les mangroves, etc. qui ont une superficie importante et une différence remarquable du taux de réflexion par rapport aux alentours.

Les éléments difficiles à photointerpréter sont les lignes de transport d'énergie électrique, les éoliennes, les antennes paraboliques destinées au relais de téléphone, les puits, les réservoirs à eau, etc. qui sont plus petits que la capacité de résolution de la photo aérienne. Et la fonction de chaque bâtiment comme le bureau de poste, l'hôtel, l'hôpital, etc. n'ayant pas rapport avec la forme ni la dimension du bâtiment. Il est donc impossible de faire la photointerprétation de ces bâtiments.

Par ailleurs, au cas où la forme et la tonalité sont ressemblantes sur la photo comme les cultures et la savane à la saison sèche ou comme la rizière et la prairie, il était difficile de faire la photointerprétation avec précision, et le résultat était incertain.

### 3-8-5 Identification-terrain

#### (1) Concertations techniques

Avant le commencement des travaux d'identification-terrain, la Mission et la D.T.G.C. ont fait des concertations techniques sur lesdits travaux. Et même après le commencement des travaux, des discussions ont été reprises en temps opportun jusqu'à la fin de ces travaux particulièrement sur les symboles de la carte et leur application.

Les sujets principaux des concertations étaient les suivants.

- a) Plannig de l'exécution du Projet en se fondant sur le "Plan d'opération".
- b) Etude sur les limites et noms administratifs et étude toponymique à réaliser par la D.T.G.C.
- c) Symboles de la carte et critère de leur application
- d) Elaboration des règlements des annotations

#### (2) Exécution des travaux d'identification-terrain

Les travaux d'identification-terrain ont été effectués par les équipes se composant des membres de la Mission et de la D.T.G.C. Les membres de la Mission se sont occupés principalement de l'étude sur la configuration de terrain, les figures planimétriques, la végétation et l'utilisation du sol. Les membres de la

D.T.G.C., en demandant des renseignements auprès des habitants, des municipalités et des autorités administratives locales, se sont occupés de l'étude sur les zones spéciales et les limites et noms administratifs de toutes sortes.

Les sujets principaux des études et la situation de leur réalisation sont comme suite.

- 1) La Mission a effectué surtout la vérification des résultats de la photointerprétation préliminaire sur les routes, les chemins de fer, les installations de communication, les lignes de transport d'énergie électrique, les bâtiments et installations de toutes sortes, la configuration de terrain, les voies d'eau, la végétation, l'utilisation du sol, etc.
- 2) La D.T.G.C. a effectué l'étude sur les noms administratifs, ceux des zones spéciales telles que le parc national, etc., ceux des fleuves et des bâtiments, etc. ainsi que les limites administratives et les limites des zones spéciales.
- 3) Du fait que, diverses sortes d'installations et d'éléments sont concentrés dans les grandes villes, une équipe est réservée pour les grandes villes afin d'assurer l'avancement des travaux avec efficacité.
- 4) Il était possible d'identifier les routes principales par la photointerprétation. Cependant, l'identification sur place a été demandée pour vérifier les routes saisonnières et les routes situées dans les villes.  
Les routes praticables par véhicule tout terrain et les sentiers ont été représentés à la suite de l'opération de l'identification-terrain.
- 5) La photointerprétation faite avec l'étude des cartes existantes était efficace pour identifier les chemins de fer. Il s'agit des lignes de transport d'énergie électrique à haute tension, les cartes documentaires ont servi à les identifier sur place.  
Les stations de relais de téléphone ont été déterminées sur place en utilisant les données.
- 6) Du fait que les villages et les localités sont nombreux, leur identification a demandé beaucoup de temps. Les marchés

permanants et les stades publics sont seuls représentés.

Les hôtels, les mines, les ruines, les cimetières, les mosquées, les tours, etc. de dimension importante sont seuls représentés. Cependant, les bureaux de poste, de télégramme et de téléphone ont été représentés indépendamment de leur dimension.

Par ailleurs, les ports, les centrales électriques et les phares qui sont peu nombreux, sont tous représentés.

- 7) Etant donné que la configuration du terrain est peu variée, les études ont été faites soigneusement afin d'éviter l'omission. Concernant la dépression, la zone rocheuse, la tranchée de prospection, etc., les éléments de cette nature dont la longueur est égale ou supérieure à 250 m sont représentés. Les dépôts de terre de minerais pour l'extraction de l'apatite dont la dimension est égale ou supérieure à 100 m x 200 m sont seuls représentés. Concernant les zones sableuses et les dunes, celles dont la dimension est égale ou supérieure à 250 m x 250 m sont représentées. Cependant, au cas où elles sont couvertes par des arbres ou herbes, la priorité est donnée à leur végétation et cette dernière est indiquée sur la carte.

Des couches de sédimentation de la période crétacée couvrent une partie de la zone faisant l'objet du présent Projet, et des couches de sédimentation tertiaires et quaternaires régissent sur une grande partie. Et il n'y a pas de montagnes ni de volcans.

- 8) La photointerprétation était efficace pour déterminer la plupart des éléments des voies d'eau. Mais il y a des éléments tels que le puits, le réservoir à eau, la conduite à eau, le point, etc. qui ont demandé une vérification sur place. La ligne côtière dans cette zone est une région sableuse et des récifs coralliens ne se forment pas au large.

La distinction entre les rivières et les oueds a été faite à partir des photos aériennes prises à la saison sèche.

- 9) La plupart des forêts à représenter dans la carte sont les forêts artificielles assurées par le boisement. Dans la partie sud, les forêts dégradées et les arbres sont répandus.

Cependant, la grande partie de la région objet de la cartographie est occupée par la savane. De même que la savane, les baobabs caractérisent la végétation de cette région et ils se concentrent dans la partie centrale.

Par l'identification-terrain, la Mission a essayé de saisir leur répartition.

- 10) Du fait que les photos aériennes ont été prises à la fin de la saison sèche, la récolte et la moisson ont été terminées. Il était donc difficile de distinguer les cultures et la savane. Par conséquent, la détermination des limites de cultures a été faite par l'étude sur place.

Les rizières de dimension importante exploitées avec les forces motrices ont été identifiées par la photointerprétation. Mais les petites rizières cultivées par les forces humaines a demandée la vérification sur place.

Bien qu'il y ait les symboles des oliviers et des vignes, ils ne sont pas cultivés dans cette zone.

Il était efficace d'identifier les vergers et les plantations par la photointerprétation.

- (3) Frontières, limites administratives, limites des zones spéciales et annotations

Se Basant sur l'accord des deux partenaires, la D.T.G.C. a effectué toutes les études sur les noms et les limites conformément aux stipulations des travaux. Ensuite, elle a examiné et vérifié les résultats de ces études en se référant aux données existantes et a la carte à l'échelle de 1:200.000. La Mission, elle aussi, a fait la vérification de ces résultats.

- (4) Arrangement

Les bâtiments et les figures planimétriques sont principalement indiqués en symbole sur les photos. La végétation y est indiquée en numéro de symbole (par exemple; forêt 68, culture; 77).

### 3-8-6 Refléxions

- (1) Des différences de processus cartographique entre les pays européens et le Japon sont les suivantes.

#### Processus des pays européens :

On avance la restitution dans la mesure où la photointerprétation est efficace. Ensuite, on donne beaucoup de temps pour l'identification-terrain complémentaire. Après cela, on effectue la restitution pour la partie qui était incertaine au début et la compilation.

#### Processus japonais :

Après l'identification-terrain, on procède à la restitution et à la compilation. Ensuite, avec les copies des manuscrits de compilation, on fait l'identification-terrain complémentaire. Le processus japonais demande l'opération de l'identification-terrain avant la restitution, parce que les techniciens japonais ne sont pas au courant des informations sur place. Mais, par la réalisation de l'identification-terrain complémentaire après la compilation, on peut assurer la précision la plus haute.

- (2) Les photos aériennes à l'échelle de 1:60.000 utilisées pour l'opération de l'identification-terrain ont suffisamment de capacité de résolution pour la cartographie à l'échelle de 1:50.000. Cependant, les photos ont été prises à la fin de la saison sèche, et les travaux d'identification-terrain ont été faits à la prochaine saison sèche. Il était donc très difficile de distinguer la terre cultivée, la prairie et la savane. La Mission a réalisé leur confirmation soigneusement sur place.
- (3) L'étude des noms et limites administratives s'est achevée dans un délai fixé qui était assez court, grâce aux efforts que les membres de la D.T.G.C. ont témoignés jour et nuit et aussi à la collection des données nécessaires et à leur mise en valeur.

### 3-9 Restitution

#### 3-9-1 Aperçu

Les travaux de restitution consistent en opérations d'établissement des manuscrits de restitution en traçant les éléments à représenter dans la carte topographique à l'échelle de 1:50.000, à l'aide des appareils de stéréorestitution et ceci se fondant sur les résultats de l'aérotriangulation et de l'identification-terrain.

Les opérations de restitution ont été faites comme prévues sur la superficie de 11.017 km<sup>2</sup> (20 feuilles) à la deuxième année et sur la superficie de 13.983 km<sup>2</sup> (23 feuilles) à la troisième année. (Voir la figure-16 "Plan de la restitution".)

#### 3-9-2 Spécifications

Les spécifications de la restitution sont les suivantes.

Echelle de la restitution : 1:50.000

Symboles de la carte

: Symboles de la carte topographique au 50.000<sup>e</sup> (Symboles unifiés de la carte en Afrique, modifiés selon le commun accord de deux partenaires)

Equidistance des courbes de niveau

: Courbe normale ; 10 m

: Courbe maîtresse d'index ; 50 m

Ellipsoïde de référence : Clark 1880

Mode de projection

: Projection de Mercator Transverse Universelle

Orle : Est-ouest 15' x sud-nord 15' (Environ 27,5 km x 27,5 km)

Tableau d'assemblage

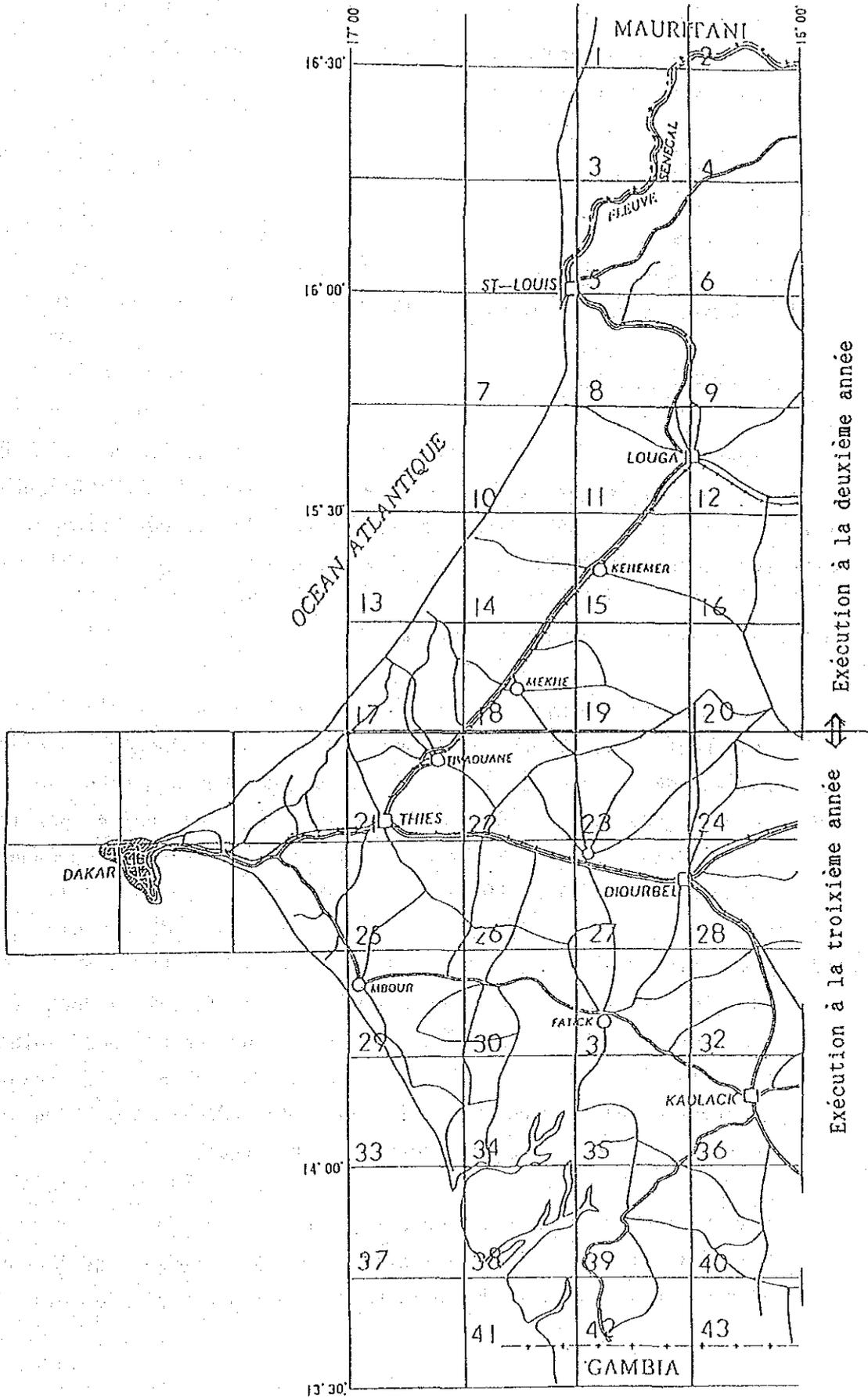
: Les numéros et les noms des coupures de la carte sont indiqués dans la figure-5.

Précision

: Position planimétrique ; Classe A du Standard des travaux de la JICA

: Altitude ; Classe A

Figure-16 Plan des travaux de restitution



### 3-9-3 Matériels utilisés

Les types des appareils utilisés sont les suivants.

Appareil de stéréorestitution

: Stéréoplotter A8

: Planimat D2

: Planicart E2

: Metrograph

Table traçante

: Table traçante automatique XY NETICS

### 3-9-4 Feuilles

Pour le manuscrit de restitution, les feuilles à base de polyester peu élastiques # 500 dont l'épaisseur est égale ou supérieure à 0,12 mm et dont le taux d'élasticité à la température et à l'humidité ordinaires est égal ou inférieur à 0,05%.

### 3-9-5 Préparation de la restitution

#### (1) Tableau d'assemblage

Conformément au système de la carte au 50.000<sup>e</sup> du Sénégal accordé par les deux partenaires, les orles est-ouest et sud-nord de la carte au 200.000<sup>e</sup> ont été respectivement divisés en 4 parties égales afin d'obtenir le tableau d'assemblage de la présente carte de base. (15' x 15')

#### (2) Inspection de la dimension des orles

Dans le dessein de tracer les orles sur les feuilles, ont été calculées à l'aide de l'ordinateur les coordonnées des points d'intersection des orles. Ensuite, les distances entre les points d'intersection sur chaque orle ont été déterminées afin de vérifier les résultats des travaux de restitution.

#### (3) Restitution des points de contrôle, etc.

La restitution des orles, des lignes de quadrillage, des coordonnées géographiques, des points de contrôle, des points de

passage, des points de liaison, etc. a été réalisée à l'aide de la table traçante automatique.

La tolérance de la restitution est égale ou inférieure à 0,2 mm conformément aux stipulations des travaux.

### 3-9-6 Orientation

#### (1) Orientation relative

L'orientation relative a été effectuée, en utilisant 6 points de passage à l'aide de l'appareil de restitution sur chaque stéréomodèle.

Les parallaxes résiduelles de l'orientation relative ont été égales ou inférieures à 0,02 mm sur les positifs.

#### (2) Orientation absolue

La réalisation de l'orientation absolue demande l'utilisation des résultats des points de passage et de points de liaison, des points de contrôle, des repères de nivellement et des points d'élévation réellement mesurés. Et, elle nécessite aussi la division d'un stéréomodèle en 2 parties (supérieure et inférieure), et l'utilisation de 4 points de passage.

Du fait que l'échelle de la vue aérienne est de 1:60.000, une dilatation d'environ 3,0 m est produite, par l'influence de la courbure de la terre, au centre d'un modèle. L'orientation absolue a été faite afin de corriger cette dilatation.

Etant donnée que la zone faisant l'objet du Projet est une vaste plaine, il est particulièrement nécessaire de réaliser ladite correction pour préciser les points d'élévation mesurés par l'appareil et les courbes de niveau.

A cet effet, pour la correction de hauteur, après la division du modèle en cercles concentriques, y est appliquée la valeur préalablement calculée et figurant sur la liste de correction.

