

RAPPORT SUR L'OPERATION DE DRESSAGE DE LA CARTE PHOTOGRAPHIQUE
AU MOYEN DE LA PROJECTION ORTHOGRAPHIQUE

POUR LE PROJET DE CONSTRUCTION DE LA LIGNE DE CHEMIN DE
FALEME, DE LA REPUBLIQUE DU SENEGAL

AOUT, 1978

AGENCE DE LA COOPERATION INTERNATIONALE DU
JAPON

526
514
SD

| | |
|------------------|-----------|
| 国際協力事業団 | |
| 輸入 月日 87.6.18 | 526 |
| 登録 No. 08668 | 614 SD |

A Monsieur Shinsaku Hogen
Gouverneur de l'Agence de la Coopération
Internationale du Japon

Août, 1978

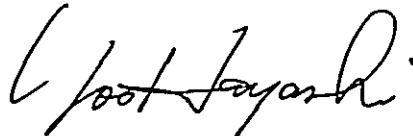
Monsieur le Gouverneur

J'ai l'honneur de porter à votre connaissance l'achèvement des opérations d'établissement la carte orthophotographique à 1/10.000, relative à l'étude du chemin de fer minéralier de la Falémé, pour le compte de la République du Sénégal. Cette cartographie a été entreprise conformément à vos instructions, du mois de décembre 1977 au mois d'août 1978, et réalisée selon le plan préalablement établi.

En conséquence, je vous prie de bien vouloir recevoir le rapport relatif à ce travail, rapport qui décrira successivement les opérations de photogrammétrie aérienne, d'aérotriangulation, de nivellement des points d'appui et d'établissement de la carte orthophotographique.

La technique et la stratégie utilisées pour la prise de données et le traitement de ces mêmes données, respectivement au Sénégal et au Japon, sont le gage non seulement de la qualité du produit final, mais aussi et surtout, d'une contribution appréciable au transfert de technologie au bénéfice de professionnels sénégalais.

Je saisis cette opportunité pour remercier sincèrement tout le personnel sénégalais ayant pris part aux travaux, ainsi que l'Ambassade du Sénégal au Japon et l'Ambassade du Japon au Sénégal.



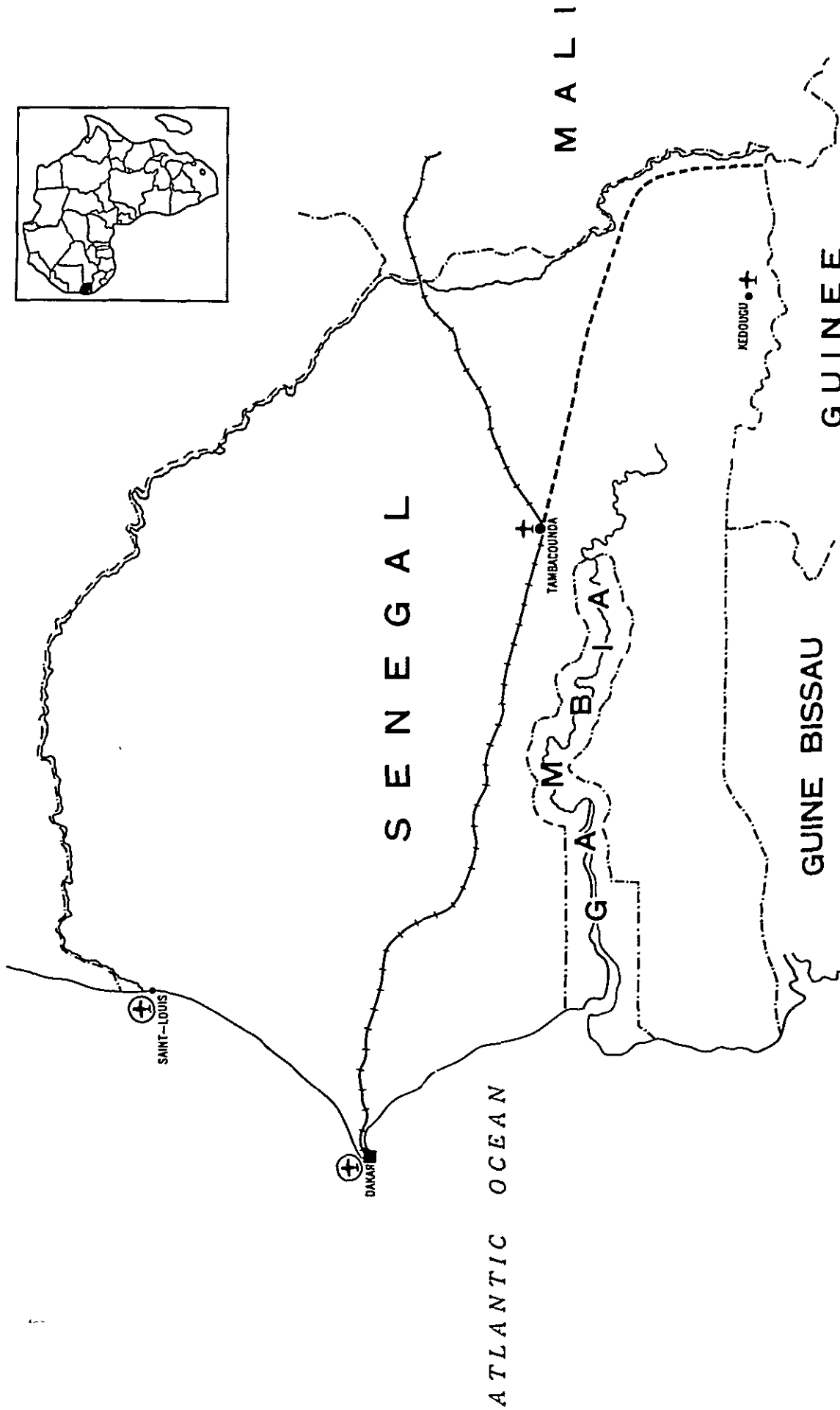
JICA LIBRARY



1064964[8]

Yoshiro Hayashi
Chef de la mission japonaise
d'enquête sur la cartographie
du chemin de fer minéralier
de la Falémé.

MAURITANIE



ATLANTIC OCEAN

SENEGAL

MALI

GUINE BISSAU

GUINEE

SAINT-LOUIS

DAKAR

TAMBACOUNDA

KEDOUCO

GAMBIA

TABLE DES MATIERES

| | | |
|--------------|---|------|
| CHAPITRE I | INTRODUCTION | (4) |
| CHAPITRE II | ENVOI DE LA MISSION D'ENQUETE PRELIMINAIRE .. | (5) |
| 1. | ORGANISATION DE LA MISSION D'ENQUETE PRELIMINAIRE ET SON DELAI | (5) |
| 2. | BUT ET SUBSTANCE DE L'ENQUETE PRELIMINAIRE | (5) |
| 2-1. | But de l'enquête | (5) |
| 2-2. | Substance de l'enquête | (6) |
| 3. | RESULTAT DE L'ENQUETE ET EXAMEN DES PROCEDES | (6) |
| 3-1. | Vues aériennes | (6) |
| 3-2. | Points de repère | (6) |
| 3-3. | Etablissement de la carte orthophotographique | (6) |
| 3-4. | Apport des facilités | (7) |
| CHAPITRE III | EXECUTION DE L'OPERATION | (8) |
| 1. | RESUME DE L'OPERATION | (8) |
| 1-1. | Substance de l'opération | (8) |
| 1-2. | Zone d'opération | (8) |
| 1-3. | Différentes parties de l'opération | (8) |
| 2. | OPERATION SUR LES LIEUX | (9) |
| 2-1. | Organisation de la mission d'enquête et son délai . | (9) |
| 2-2. | Préparation de l'opération | (11) |
| 2-2-1. | Activités principales | (11) |
| 2-2-2. | Articles des accords | (12) |
| 2-2-3. | Tournée d'inspection à Tambacounda | (13) |
| 2-2-4. | Préparations du matériel | (13) |
| 2-3. | Prise de vues aériennes | (13) |
| 2-3-1. | Activités principales | (14) |
| 2-3-2. | Matériel employé | (14) |
| 2-3-3. | Climat | (15) |
| 2-3-4. | Base d'opération de prise de vues | (15) |
| 2-3-5. | Mode de l'opération | (16) |
| 2-3-6. | Traitement des épreuves | (16) |
| 2-3-7. | Résultats des prises de vues | (16) |

| | | |
|--------|--|------|
| 2-4. | Observation de satellite artificiel | (17) |
| 2-4-1. | Sommaire | (17) |
| 2-4-2. | Sommaire d'activités | (18) |
| 2-4-3. | Instruments employés | (18) |
| 2-4-4. | Sélection de position, Observation et Calcul .. | (19) |
| 2-5. | Nivellement barométrique | (20) |
| 2-5-1. | Sommaire d'activités | (20) |
| 2-5-2. | Matériel | (21) |
| 2-5-3. | Sélection de position et observation | (22) |
| 3. | OPÉRATIONS AU JAPON | (23) |
| 3-1. | Traitement d'épreuve | (23) |
| 3-1-1. | Notes sur l'épreuve | (23) |
| 3-1-2. | Plan d'orientation | (23) |
| 3-1-3. | Epreuve par contact, Epreuve positive et Tirage | (23) |
| 3-2. | Aérotriangulation | (24) |
| 3-2-1. | Sommaire | (24) |
| 3-2-2. | Mesure des coordonnées | (24) |
| 3-2-3. | Calcul de compensation | (24) |
| 3-3. | Etablissement de la carte au moyen de la projection orthophotographique | (27) |
| 3-3-1. | Sommaire | (27) |
| 3-3-2. | Balayage de couple | (28) |
| 3-3-3. | Tracé de courbes de niveau | (29) |
| 3-3-4. | Fabrication de mosaïque et d'épreuve | (29) |
| 3-3-5. | Etablissement de la carte au moyen de la projection orthophotographique | (30) |

PREFACE

Dans le cadre de son programme d'assistance technique aux pays étrangers, l'Agence de la Coopération Internationale du Japon a procédé à l'établissement de la carte orthophotographique relative au projet de construction de la ligne de chemin de fer de la Falémé, pour le compte de la République du Sénégal.

La Tâche est de dresser la carte photographique de la région qui, ayant une longueur d'environ 300 km., s'étend de Tambacounda à la Falémé, en vue du projet de construction d'une nouvelle ligne de chemin de fer qui remplira le but proposé de transporter les ressources du sous-sol de la vallée de la Falémé au Sénégal Oriental.

Nous avons réalisé ce travail au Sénégal et puis au Japon.

La base d'opération a été installée à Tambacounda où se sont effectués, par nos équipes et nos instruments, la photogrammétrie, l'observation du satellite artificiel et le nivellement barométrique. Avec les aides de ministères intéressés de la République et de l'ambassade de Japon au Sénégal, comme on s'y attendait, nous avons pu accomplir notre tâche, et, obtenir les résultats escomptés.

Au retour du Sénégal, nous avons opéré, prenant les résultats obtenus comme base d'opération, l'aérotriangulation et finalement dressé la carte photographique à l'échelle de 1/10.000. La carte, tirée au moyen de la projection orthogonale, possède des courbes de niveau à équidistance de cinq mètres et compte 80 planches coupées et mises en ordre conformément aux indications du Service géographique national du Sénégal.

Nous sommes persuadés que cette carte sera un oufil essentiel dans l'étude du chemin de fer de la Falémé.

CHAPITRE I INTRODUCTION

Dans les années 1950, avant la proclamation de indépendance de la République du Sénégal, le gouvernement français avait commencé à faire des investigations sur l'exploitation du fer et des métaux non ferreux de la vallée de la Falémé. Le résultat surprenait le monde; là, d'importants gisements de fer ont été découverts et leur haute qualité est remarquable.

Au mois de février 1975, afin d'examiner les gisements et en faire avancer le projet de développement la MIFERSO (MINES DE FER DU SENEGAL ORIENTAL) a été créée. Elle succède au gouvernement français dans ses fonctions et continue à faire des enquêtes sur las richesses du sous-sol.

D'autre part, le développement intégré de la région concernée nécessite des investissements divers parmi lesquels le chemin de fer reliant la Falémé au futur port de Kayar constitue un élément appréciable.

Au sujet du projet de construction de la nouvelle ligne de chemin de fer, le gouvernement du Sénégal a présenté au Japon une demande d'aide technique.

Le projet propose deux chemins de fer; l'un, d'une longueur de 500 km., prend presque la même route que celui déjà construit qui relie Tambacounda et le port d'expédition de Dakar qui se trouve en bordure de l'Atlantique, l'autre, d'une longueur de 300 km., est entièrement nouveau.

Avant l'étude de faisabilité du projet de construction, il fallait dresser une carte photographique, en vue de l'examen du tracé. Le gouvernement japonais a donc déterminé de lever la carte photographique au moyen de la projection orthogonale à l'échelle de 1/10.000, et pour ce faire, de procéder à une enquête préliminaire pendant les mois de juin et de juillet, 1977.

CHAPITRE II ENVOI DE LA MISSION D'ENQUETE PRELIMINAIRE

1. ORGANISATION DE LA MISSION D'ENQUETE ET SON DELAI

Chef de mission

Takuji Shindo

Chef du service de l'industrie de matériel
roulant de la section des chemins de fer du
Ministère des Transports

Membres

Hiroshi Okawa

Fonctionnaire investigateur du service
international du cabinet du Ministère des
Transports

Kiyoshi Miyamoto

Vice-conseiller de la section des affaires
étrangères de la Société Nationale des
Chemins de Fer Japonais

Ryoichi Hayashi

Membre du service de recherche de la première
Section de construction de la Société
Nationale des Chemins de Fer Japonais

Munehiko Miyata

fonctionnaire investigateur de l'Agence de
coopération technique internationale en
matière de chemin de fer

Keizo Kasuga

affecté à la section de développement des
affaires sociales de l'Agence de la
Coopération internationale du Japon

Delai A partir du 29 juin 1977 jusqu'au 17 juillet
1977

2. BUT ET SUBSTANCE DE L'ENQUETE PRELIMINAIRE

2-1. But de l'enquete préliminaire

L'enquête préliminaire a pour but de confirmer, en
ce qui concerne l'établissement de la carte photographique,
les termes de la demande du gouvernement du Sénégal et

de préciser, avec l'établissement d'un plan de travail, l'étendue, la méthode, le délai d'exécution de la carte.

2-2. Substance de l'enquête préliminaire

L'enquête a été effectuée comme ci-dessous afin de réaliser le but mentionné ci-dessus.

- 1) Informations sur le projet de développement de la mine de la Falémé et sur les projets qui se rapportent à celui de la mine
- 2) Assembler les documents et les informations nécessaires pour l'examen général de la méthode de dresser la carte
- 3) Investigation et rassemblement des informations sur les lieux pour l'examen de la méthode de mesurage sur les lieux

3. RESULTAT DE L'INVESTIGATION ET EXAMEN DES PROCÉDES

3-1. Vues aériennes

Dans les années 1953-1954, la photographie aérienne du territoire a été prise à l'échelle de 1/50.000. Elle est cependant vieillie et les clichés ne sont pas encore disponibles sur place. Pour ce faire, Nous avons proposé de prendre une nouvelle photographie aérienne à l'échelle de 1/40.000.

3-2. Points de repère

Les points de repère principaux ne sont placés que le long des voies ferrées et des grands axes routiers, et dans certaines régions il n'y en a pas du tout; nous avons exprimé pour cela la nécessité d'exécuter la fixation des points d'appui planimétriques par l'observation du satellite artificiel et celle des altitudes par le nivellement barométrique.

3-3. Etablissement de la carte photographique

La carte devra être tirée au moyen de la projection orthophotographique et posséder des courbes de niveau à équidistance de cinq mètres. La surface de la carte se divise en trois sections s'appuyant sur les lignes indiquées sur la carte par le Service Géographique National du Sénégal.

3-4. Apport des facilités

Il a été décidé que l'apport des facilités doit être le sujet de consultations entre le Ministère des Affaires étrangères du Sénégal et l'ambassade de Japon au Sénégal, prenant comme base de délibération le plan d'ouvrage proposé par la mission d'enquête.

CHAPITRE III EXECUTION DE L'OPERATION

L'opération de mesurage a été exécutée à partir du moins de décembre 1977 jusqu'au mois d'août 1978, s'appuyant sur l'enquête préliminaire de la mission.

1. RESUME DE L'OPERATION

1-1. Substance de l'opération

Comme résultat final, la carte a été réalisée au moyen de la projection orthophotographique à l'échelle de 1/10.000 dont les procédés se divisent comme ci-dessous.

- 1) Vue aérienne
- 2) Nivellement barométrique
- 3) Aérotriangulation
- 4) Etablissement de la carte au moyen de la projection orthophotographique

1-2. Zone d'opération

La zone d'opération s'étend, sur une longueur d'environ 300 km., de Tambacounda, capitale de la province du Sénégal Oriental, à la vallée de la Falémé.

1-3. Differentes parties de l'opération

- 1) Photographie aérienne à l'échelle de 1/40.000
8 parcours
- 2) Nivellement barométrique
 - i. Observation du satellite artificiel sur 12 points
 - ii. Fixation des altitudes par le nivellement barométrique
500 km.
- 3) Aérotriangulation
180 images plastiques
- 4) Carte orthophotographique au moyen de la projection orthographique
2.100 km.

2. OPERATION SUR LES LIEUX

L'opération sur les lieux se compose de la préparation de l'opération, de la photographie aérienne, et du nivellement barométrique.

De la photographie aérienne, l'équipe de prise de vues de Kokusai Aerial Surveys Co., Ltd. s'en est chargée.

Le nivellement barométrique; l'équipe japonaise l'a exécuté avec les aides du Service géographique du Sénégal et du Service de cadastre.

2-1. Organisation de la mission d'enquête et son délai

Directeurs d'opération

Eiichi Mutsuro

Adjoint du service de l'industrie de matériel roulant de la section des chemins de fer du Ministère des Transports

Hiroshi Izawa

Membre du section de mise en valeur technique de la Société Nationale des Chemins de Fer Japonais

Keizo Kasuga

Affecté à la section de développement social de l'Agence de la Coopération Internationale du Japon

A partir du 6 janvier 1978 jusqu'au 20 janvier 1978

Chef de la mission

Yoshiro Hayashi

Kokusai Aerial Surveys Co., Ltd.

A partir du 6 janvier 1978 jusqu'au 7 février 1978

Coordinateur

Tsuneo Shoji

ibid.

Chef d'équipe de mesure

Takumi Izawa

ibid.

A partir du 6 janvier 1978 jusqu'au
19 avril 1978

Membres de mesure

i. Observation du satellite artificiel

Akira Nishimura

ibid.

Koji Osakabe

ibid.

Shigeki Tajiri

ibid.

Fumiaki Sato

ibid.

Kazuo Furukata

ibid.

Tadahiro Taguchi

ibid.

Mitsuru Fukui

ibid.

ii. Nivellement barométrique

Makoto Fujii

ibid.

Ryosuke Ito

ibid.

Hiroshi Kindaka

ibid.

Tokuyasu Nishizawa

ibid.

A partir du 17 février 1978 jusqu'au
7 avril 1978

Chef d'équipe de prise de vues

Takeshi Yamamoto

ibid.

Pilote

Jyunji Mitsumura

ibid.

Mécanicien non navigant

Sukehiko Ito

ibid.

Opérateur photographe

Yuji Yajima

ibid.

Ingénieur de photographie

Masatsugu Miyama

ibid.

A partir du premier février 1978 jusqu'au
premier mars 1978

2-2. Préparation de l'opération

Après être entrés au Sénégal, accompagnant les directeurs d'opération, nous avons délibéré avec les ministères intéressés sur le plan d'ouvrage et le plan de l'opération, entamé des négociations afin d'obtenir les autorisations nécessaires pour l'opération, et pris toutes les dispositions nécessaires pour recevoir l'équipe de prise de vues et celle de mesure, y compris le matériel.

2-2-1. Activités principales

- 7/1/78 La première partie de l'équipe est arrivée à Dakar avec les directeurs d'opération.
- 9/1/78 Nous avons rendu visite à l'ambassadeur de Japon au Sénégal.
- 9-14/1 Des discussions ont eu lieu au Ministère des Travaux Publics de l'Urbanisme et des Transports, au Service Géographique National, au Ministère du Développement Industriel et de l'Environnement, et à la MIFERSO.

- 16/1 Nous sommes partis pour Tambacounda.
- 16-18/1 L'explication du plan de l'opération
a été donnée à la Préfecture du Sénégal
Oriental, au bureau local du Ministère
des Travaux Publics de l'Urbanisme et
des Transports et au bureau local du
Service du cadastre.
- 18/1 Les directeurs d'opération sont partis
de Dakar pour le Japon.
- 19/1-2/2 Des entrevues ont eu lieu au Ministère
des Travaux Publics, au Service
Géographique et au Service du cadastre.
- 3/2 L'avion-photographe est arrivé avec
l'équipe de prise de vues.
- 5/2 Monsieur Hayashi est parti de Dakar
pour retourner au Japon.

2-2-2. Articles des accords

- 1) Concernant le plan de travail
1. Obtention de l'autorisation de prise de
vues aériennes
 2. Demande d'aides de la part du Service
intéressé
 3. Obtention de l'autorisation d'employer
l'installation radioélectrique
 4. Demande d'offres de renseignements aux
Services Publics intéressés
- Les articles ci-dessus ont tous été discutés
et autorisés.
- 2) Concernant l'exécution de l'opération
1. Mise en ordre de la carte photographique
au moyen de la projection orthophotographique
 2. Coupe de la carte photographique
 3. Situation actuelle des points de contrôle
qui existent
- Les articles ci-dessus sont établis avec le
Service Géographique, le détail en est fixé,
et nous en avons accepté les termes.

2-2-3. Tournée d'inspection à Tambacounda

Nous avons pu recevoir, avant le départ, la lettre de demande de collaboration du Ministre du Développement Industriel et de l'Environnement; elle demande, aux Services intéressés, de collaborer à l'exécution de notre projet. En outre, grâce aux informations publiques, nous avons suffisamment donné d'explications aux bureaux locaux de Tambacounda.

Le deuxième jour, nous avons exploré, en louant des voitures, la région, sur une étendue de 100 km., saisi les configurations de la région, et du même coup fait des investigations sur les provisions.

Au troisième jour, une entrevue avec le directeur de l'Aéroport de Tambacounda a eu lieu sur l'utilisation de l'aéroport par l'avion-photographe, et nous sommes rentrés à Dakar.

2-2-4. Préparation du matériel

1) Véhicules

Nous avons réservé, pour le travail sur le terrain, deux Land Rover, et trois minibus.

2) Combustible

Au bureau de MOBIL à Dakar, nous avons réservé le combustible que nous devons consommer à l'Aéroport de Tambacounda.

3) Transport de matériel

Nous avons confié le transport du matériel envoyé du Japon à une compagnie de transport française.

2-3. Prise de vues aérienne

Nous avons opéré les prises de vues aériennes tout le long de la route projetée pour la construction du chemin de fer.

Pour la prise de vues aériennes, l'avion-photographe et son équipe qui restaient à l'Aéroport d'Enugu au Nigéria se sont déplacés au Sénégal.

L'équipe s'était occupée pendant deux ans de la prise de vues en Afrique et possédait bien la connaissance du climat de l'Afrique de l'Ouest. Nous avons pu en confiance remettre la prise de vues entre leurs mains.

2-3-1. Activités principales

- 1/2 L'équipe de prise de vues s'est déplacé de Lagos à Abidjan.
- 2/2 Elle s'est déplacée d'Abidjan à Freetown.
- 3/2 Elle s'est déplacée de Freetown à Dakar.
- 4/2 Une rencontre avec le directeur du Service Géographique a eu lieu.
- 6/2 L'avion a été révisé à l'Aéroport de Dakar.
- 8/2 Elle s'est déplacée à Tambacounda.
- 9-16/2 La prise de vues aérienne a été commencée, l'Aéroport de Tambacounda pris comme base des opérations.
- 17/2 Elle s'est déplacée à Dakar.
- 18-28/2 Les vues aériennes prises ont été traitées au Service Géographique et au Service du cadastre.
- 24/2 L'Avion-photographe s'est déplacée de Dakar à Monrovia.
- 25/2 Il s'est déplacé de Monrovia à Abidjan.
- 26/2 Il s'est déplacé d'Abidjan à Enugu.
- 1/3 L'ingénieur de photographie s'est déplacé de Dakar à Enugu.

2-3-2. Matériel employé

- 1) Avion Aero commander 680E
- 2) Appareil de photo pour de fabrication Zeiss
la prise de vues RMK 15/23 No. 21058
- 3) Lentilles Pleogon No. 98081
f=152,95 mm.
- 4) Films de fabrication Fuji
SS pour la prise de
vues aérienne

5) Instrument de tirage de fabrication Zeiss
KG-30 Tireuse
d'épreuves par contact

2-3-3. Climat

Le Sénégal est soumis à un climat tropical, sec de novembre à mai, pluvieux de juin à octobre. En saison de pluies, l'alizé du sud-est de haute humidité apporte de la pluie dans tout le territoire de Sénégal, soufflant vers le Sahara. En saison sèche, il n'y a pas de pluie et le vent souffle, alizé du nord-ouest qui soulève du sable et fait le ciel jaunâtre.

Dans ces circonstances, la période de prise de vues a été fixée de la fin du mois de janvier à la fin du mois de février. La prise de vues aérienne a été effectuée dans cette période.

Le 8 février, la base d'opération a été placée à l'Aéroport de Tambacounda, et le même jour l'opération est commencée. Les 12 et 14 février, grâce au temps favorable de la région entière, les prises de vues aériennes prévues de 8 parcours ont été achevées. Pendant le premier parcours aux environs de Tambacounda il y avait une ombre de nuages dans l'épreuve. Nous voulions en faire une autre, mais le temps devenait nuageux et les jours de sable au ciel commençaient. Il fallait à cause de cela renoncer à faire une prise supplémentaire. Le 17 février, nous sommes rentrés à Dakar.

2-3-4. Base d'opération de prise de vues

D'après le recensement à Dakar, pour la base d'opération de prise de vues aérienne, l'Aéroport de Tambacounda a été jugé le plus convenable.

L'Aéroport de Tambacounda avait une piste longue et large, asphaltée entièrement et recevait 6 avions par semaine. Nous avions compté utiliser l'Aéroport de Kédougou, mais nous avons accompli la prise sans l'utiliser.

2-3-5. Mode de l'opération

Nous indiquons le mode de l'opération ci-dessous.

- 1) Echelle de prise de vues: 1/40.000
- 2) Hauteur de vol de prise de vues:
Le plan de prise est fixé à l'altitude moyenne de la région; l'erreur admissible est fixée en deçà de 7%.
- 3) Recouvrement : longitudinal 60%
latéral 30%
- 4) Pente de l'appareil :
la pente sur la ligne perpendiculaire de l'axe de lentilles est fixée en deçà de 5 degrés.
- 5) Deversement :
L'angle de deversement entre deux photographies consecutives d'une même bande, ne doit pas dépasser 10°. Il ne doit en aucun cas gêner l'exécution des opérations ultérieures.
- 6) Quantité de nuages admissible:
Dans les plages de modèles des chambres stéréométriques, le nuage ne doit pas couvrir les points de contrôle ni le point-principal, en outre il ne doit pas empêcher l'opération suivante.

2-3-6. Traitement d'épreuve

Le traitement d'épreuve a été effectué à Dakar. Les films photographiés, envoyés de Tambacounda, ont été développés, par l'ingénieur de photographie japonais, dans la chambre noire du Service Géographique. Pour le tirage nous avons utilisé l'installation du Service du cadastre et fait l'épreuve par contact pour le travail sur le terrain.

2-3-7. Résultats de prise de vues

Nous avons vérifié l'épreuve et l'avons considéré suffisante pour le travail suivant.

2-4. Observation de satellite artificiel

Il faut fixer les coordonnées précises de la région pour indiquer l'échelle et la direction dans la carte. Dans la région en question il n'y a qu'un point de contrôle d'Etat dans la ville de Tambacounda. Nous avons adopté la méthode de fixer les points de contrôle pour l'opération par l'observation de satellite artificiel.

2-4-1. Sommaire

L'observation a été effectuée en utilisant le Système des Satellites de navigation de mer (NNSS) des Etats-Unis. Le Système se fait de 5 satellites artificiels qui prennent l'orbite polaire et de 4 stations de poursuite. Chacun des satellites émet toutes les deux minutes le chiffre d'annonce d'orbite sur les ondes porteuses de fréquence 150 MHz et 400 MHz.

Nous recevons les ondes en dressant l'antenne à terre, observons le chiffre de l'orbite et l'effet-Doppler des fréquences, et obtenons par analyse la position de l'antenne à trois dimensions.

Nous avons employé comme récepteur JMR-1 de fabrication de JMR des Etats-Unis. Comme récepteur on trouve celui de Magnavox des Etats-Unis ou celui de Marconi du Canada. Mais nous avons fait l'acquisition du JMR-1 en raison des qualités ci-dessus.

- 1) De petite dimension et facile à porter.
- 2) Il nécessite peu d'énergie électrique à cause de l'utilisation de la cassette.
- 3) Le calcul de correction de la réfraction à l'ionosphère se fait dans le circuit intérieur. Il en nécessite moins d'énergie de rendement.
- 4) Il possède le mécanisme de pass selector qui fonctionne seulement au moment de passage valable et cela se fait automatiquement et nécessite aussi moins d'énergie électrique.

La réduction d'énergie électrique permet d'user de batterie plus longtemps et pendant l'opération sur les lieux difficiles de procurer de l'énergie électrique, elle était très utile. Nous en avons usé avec pile à plomb et pile à combustible.

2-4-2. Sommaire d'activités

- 18/2 L'équipe de prise de vues est arrivée à Dakar.
- 19/21/2 Elle s'est préparée pour le départ d'opération sur les lieux.
- 22/2 L'équipe s'est déplacée de Dakar à Tambacounda.
- 23/2 L'équipe a rendu visite aux directeurs des bureaux locaux intéressés de Tambacounda.
- 24-26/2 L'équipe a réglé le matériel sur les lieux.
- 27/2 L'équipe a commencé l'opération.
- 8-11/3 Le Chef de la Section de photogrammétrie du Service Géographique a inspecté l'opération.
- 31/3 L'équipe a achevé l'opération.
- 1/4 L'équipe s'est déplacée de Tambacounda à Dakar.
- 4/4 L'équipe a pris son chemin de retour au Japon.

2-4-3. Instruments employés

- 1) JMR Doppler Receiver Set
- 2) JMR-1 CR Cassette Reader
- 3) JMR-1 SS Signal Simulator
- 4) Hewlett Packard Computer Set
- 5) Paper Tape Reader
- 6) Téléprinter
- 7) FACOM 230-45S Computer Set

2-4-4. Sélection de position, Observation et Calcul

Nous avons considéré pour choisir les positions d'observation les points ci-dessous.

- 1) Les positions doivent être discernées sur la vue aérienne.
- 2) La vue ne doit pas être bornée en hauteur. Surtout la vue doit s'étendre dans les mêmes conditions autour de l'antenne.
- 3) Il ne doit pas y avoir ce qui peut réfléchir ou diminuer les ondes électriques.
- 4) Les positions doivent être placées près du village; l'opération se continue de jour et de nuit et il faut éviter le danger des bêtes féroces.

Les positions ont été indiquées sur l'épreuve par contact, par piquage.

Le croquis de repérage a été effectué selon les indications du Service Géographique du Sénégal.

L'observation a été effectuée sur l'unique point de contrôle d'Etat (229-KOUKARI) et douze nouveaux points.

D'abord, le point 229-KOUKARI et le point No. 6 ont été observés en même temps.

Le point No. 6, qui se trouve au milieu de la région, a été décidé par cette observation.

Les autres points de contrôle ont été observés en même temps que le point No. 6 et les chiffres en ont été enregistrés en cassettes.

Les chiffres enregistrés sur les lieux ont été analysés par l'ordinateur de petite dimension qui est installé à la base de Tambacounda.

Le programme d'analyse est SP-3, mis en valeur par JMR. Il est fait pour l'ordinateur de table à la mémoire de 8 chiffres.

D'abord la hauteur est fixée approximativement, puis la longitude et l'altitude sont fixées. Le calcul exact a été effectué, au Japon, par le programme JMR SP-2T, utilisant un ordinateur de grande dimension.

L'ellipsoïde sur laquelle se fonde l'orbite de satellite est WGS-72. Le Sénégal adopte Clark 1880. Nous en avons opéré la transformation des coordonnées à trois dimensions sur l'unique point de contrôle déjà connu de 229-KOUKARI.

Les résultats définitifs de calcul sont dressés dans la liste suivante.

Les chiffres de l'altitude sont ceux fixés par le nivellement barométrique.

2-5. Nivellement barométrique

Il a été décidé que la carte photographique au moyen de la projection orthophotographique posséderait des courbes de niveau, avec équidistance de 5 mètres concernant les courbes principales. Il en a fallu exécuter le nivellement barométrique qui est nécessaire pour l'aérotriangulation. Nous l'avons exécuté utilisant le baromètre.

2-5-1. Sommaire d'activités

- | | |
|---------|--|
| 18/2 | L'équipe de nivellement est arrivée à Dakar. |
| 19-21/2 | L'équipe s'est préparée pour le départ d'opération sur les lieux. |
| 22/2 | L'équipe s'est déplacée de Dakar à Tambacounda. |
| 23/2 | L'équipe a rendu visite aux directeurs des bureaux locaux intéressés de Tambacounda. |
| 24-26/2 | L'équipe a réglé le matériel sur les lieux. |
| 27/2 | L'équipe a commencé l'opération. |
| 31/3 | L'opération a été achevée. |

- 1/4 L'équipe s'est déplacée de
Tambacounda à Dakar.
- 4/4 L'équipe a pris son chemin de retour
au Japon.

2-5-2. Matériel

- 1) Baromètre anéroïde de nivellement: Type M-2236
- 2) Thermomètre sec-mouillé d'Asmann

Liste des Resultats definitifs

| NOM DE LA STATION | LATITUDE | LONGITUDE | ALTITUDE |
|-------------------|--------------|---------------|----------|
| | E | N | |
| 229-KOUKARI | 13°46'27"248 | -13°44'06"206 | 31.04 |
| | 636 747.20 | 1522 981.77 | |
| NO. 1 | 13°41'27"899 | -13°25'47"893 | 44.34 |
| | 669 795.27 | 1513 977.77 | |
| NO. 2 | 13°38'24"633 | -13°05'10"416 | 52.05 |
| | 707 026.10 | 1508 613.16 | |
| NO. 3 | 13°32'39"253 | -12°52'03"424 | 40.50 |
| | 730 776.70 | 1498 194.52 | |
| NO. 4 | 13°27'36"812 | -12°29'38"828 | 93.15 |
| | 771 314.96 | 1489 280.05 | |
| NO. 5 | 13°20'52"568 | -12°06'27"980 | 162.67 |
| | 813 320.58 | 1477 308.09 | |
| NO. 6 | 13°14'14"759 | -11°54'14"520 | 102.75 |
| | 835 562.87 | 1465 339.45 | |
| NO. 7 | 13°10'24"120 | -11°47'15"152 | 99.94 |
| | 848 291.69 | 1458 404.49 | |
| NO. 8 | 13°04'57"663 | -11°30'49"101 | 101.15 |
| | 878 158.79 | 1448 756.73 | |
| NO. 9 | 12°56'21"848 | -11°33'39"967 | 152.65 |
| | 873 219.67 | 1432 816.59 | |
| NO. 10 | 12°49'18"422 | -11°30'00"397 | 116.38 |
| | 880 024.05 | 1419 878.77 | |
| NO. 11 | 12°38'36"737 | -11°25'10"325 | 120.35 |
| | 889 055.62 | 1400 254.53 | |
| NO. 12 | 12°32'46"766 | -11°27'11"351 | 120.08 |
| | 885 543.91 | 1389 436.57 | |

2-5-3. Sélection de position et Observation

La pression atmosphérique est fonction de l'altitude. Par la détermination de la différence de pression de deux points, la dénivelée est fixée. La pression atmosphérique change avec le temps. L'exactitude de détermination est obtenue, soit par la mesure simultanée de deux points, soit par la mesure en un court laps de temps des deux points par le même baromètre.

Les positions choisies doivent être discernées sur la vue aérienne et l'intervalle en est fixé en moyenne à 2.5 km.

Sur l'épreuve par contact, les positions ont été indiquées par piquage avec les noms, et le plan sommaire a été dessiné au revers.

L'observation a été effectuée avec les walkies-talkies. Nous avons observé 5 fois simultanément et adopté la moyenne.

Il y avait des points de contrôle d'Etat à Tambacounda, point de départ d'opération, à Saraya et Satadogou Bafe, qui se trouvent près du point final. Nous avons pu voir l'erreur de fermeture.

- 1) Tambacounda (Mle EFK-1) - Saraya (Mle-147)
Distance : 316 km.
Erreur de fermeture : +3,77 m.
- 2) Saraya (Mle-147) - Satadogou Bafe (Mle-157)
Distance : 52 km.
Erreur de fermeture : +1,65 m.

Nous avons obtenu un bon résultat, la raison en serait la pression stable indiquée par le baromètre enregistreur.

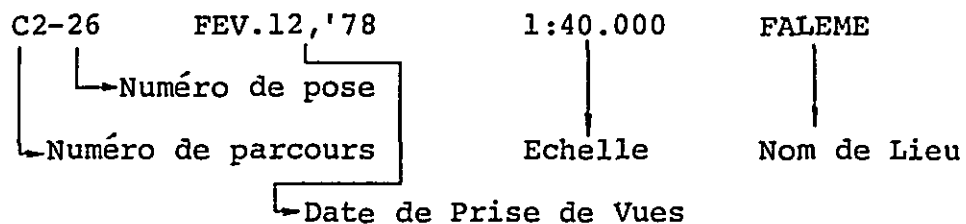
3. OPERATIONS AU JAPON

Les données obtenues sur les lieux ont été apportées au Japon, mises en ordre, et finalement nous avons dressé la carte au moyen de la projection orthophotographique. L'opération a été exécutée à partir de mai jusqu'à août, 1978, à l'Institut Hino de Kokusai Aerial Surveys Co., Ltd.

3-1. Traintement d'épreuve

3-1-1. Notes sur l'épreuve

Les épreuves développées au Sénégal ont été complétées avec les notes définies d'un commun accord au Service Géographique du Sénégal.



3-1-2. Carte index

La carte index indique les points photographiés sur une carte pour faire savoir les conditions et l'orientation des prises de vues afin de les utiliser à l'avenir. Nous avons utilisé la carte à l'échelle de 1/200.000 publiée par I.G.N.

3-1-3. Epreuve par contact, Epreuve positive, et Tirage

Nous avons obtenu de l'épreuve annotée l'épreuve par contact, et tiré l'épreuve positive. Elles s'emploient pour l'aérotriangulation et l'établissement de la carte photographique et demandent de l'attention de réglage.

1) Instrument

Tireuse automatique: MARK-IV de fabrication
Log Etronics

Tireuse par contact: KG-30 de fabrication
Zeiss

2) Matière

Epreuve positive : Epreuve de photogravure
de fabrication FUJI FILM

Epreuve par contact: Papier sensible pour prise
de vues de fabrication
FUJI FILM

3-2. Aérotriangulation

3-2-1. Sommaire

Pour l'établissement de la carte photographique, il faut tenir quelques points qui indiquent les positions et les hauteurs déjà connues. L'aérotriangulation a été inventée pour solutionner cette difficulté qui nécessiterait de grandes dépenses s'ils devaient être déterminés par mesure terrestre.

Grâce à la généralisation de l'ordinateur et à l'amélioration des instruments de mesure, on emploie maintenant la méthode analytique.

Nous avons adopté la méthode analytique et la méthode de la compensation par blocs que nous avons nous-mêmes développée.

Instruments

de transfert de points: PUG-II

de fabrication WILD

Stereocomparateur : Stecometer

de fabrication Zeiss Jena

Calcul : FACOM 230-45S (256KB)

3-2-2. Mesure des coordonnées

1) Sélection des Points

Les points de triangulation et les points de rattachement ont été choisis en utilisant l'épreuve par contact. Il y a trois points de triangulation en tout; à chaque extrémité du haut et du bas, et près du point principal. L'épreuve adjacente a 60% de reprise et pour cela elle a 6 points de triangulation en tout.

2) Gravure

Se servant d'une graveuse de précision, nous avons gravé les points aux endroits déjà choisis de l'épreuve positive. Le diamètre des points gravés est de 0,06 mm. environ.

3) Mesure

Les points gravés sur l'épreuve ont été mesurés par le stéréocomparateur, 0,001 mm pris comme unité de mesure.

3-2-3. Calcul de compensation

1) Transformations de coordonnées

Les coordonnées mesurées par le stéréocomparateur ont été transformées en coordonnées dans l'image. La transformation a été faite, s'appuyant sur l'indication d'image, au moyen de la transformation homographique. L'erreur est réduite en deçà de 0,03 mm.

2) Orientation relative

Afin d'opérer l'orientation relative qui restitue le couple de photographie des deux épreuves adjacentes, nous avons employé comme éléments d'orientation κ , ψ , ω , b_y , b_z qui se trouvent à la droite de l'épreuve.

- κ : Rotation de l'axe d'appareil de photo
 ψ : Rotation de l'axe qui est perpendiculaire à l'orientation de vol
 ω : Rotation de l'axe de l'orientation de vol
 b_y : Quantité de déplacement dans la direction qui est perpendiculaire à l'orientation de vol
 b_z : Quantité de déplacement dans la direction verticale

L'orientation relative se fait avec 6 points de triangulation; la limite d'erreur est fixée en deçà de 0.03 mm.

3) Compensation par blocs

Après l'orientation relative, nous avons opéré la compensation par blocs. Un block se fait de 3 ou 4 modèles; il reçoit la rotation dans l'espace, le déplacement parallèle, et l'élargissement et la réduction.

Pour cette compensation, l'opération de calcul est adoptée afin de réduire au minimum le carré de la différence entre les coordonnées mesurées des points de contrôle et les mêmes coordonnées calculées, et de la différence des coordonnées calculées de chacun des blocs aux points de rattachement qui unissent les blocs subordonnés.

4) Correction

Dans la compensation par blocs, nous avons rempli les conditions suivantes.

1. Distorsion de lentilles
2. Indice de réfraction
3. Courbure de la terre

5) Résultats de calcul

L'erreur obtenue par compensation par blocs des points de contrôle mesurés sur les lieux est dans la liste ci-dessous.

| Bloc | Erreur maximum | | Ecart type | Numéro de parcours |
|------|----------------|---------|------------|--------------------|
| | Position | Hauteur | | |
| 1 | 5,19 m. | 3,99 m. | 2,96 m. | C-1 |
| 2 | 1,40 m. | 3,60 m. | 2,71 m. | C-2,3 |
| 3 | 5,10 m. | 3,93 m. | 2,52 m. | C-4,5 |
| 4 | 2,89 m. | 3,08 m. | 3,10 m. | C-6,7,8 |

3-3. Etablissement de la carte au moyen de la projection orthophotographique

3-3-1. Sommaire

La carte réalisée au moyen de la projection orthophotographique réunit la précision des cartes topographiques employées jusqu'à présent et l'image réelle de la vue aérienne du terrain.

La carte topographique est marquée principalement par des signes. Au contraire, la carte photographique fournit tous les renseignements que la photographie peut fournir. En outre, nous pouvons l'utiliser comme le plan, si nous transformons la projection centrale en projection orthogonale et remplissons les courbes de niveau et l'indication de l'altitude.

En Europe, on emploie la carte photographique pour la plupart des plans d'aménagement du territoire.

Aux Etats-Unis et au Canada on l'emploie pour les projets d'aménagement du territoire.

On a besoin d'un instrument spécial pour la transformation en projection orthogonale (l'exemple en est la carte commune) de la photographie prise en projection centrale. L'instrument est fabriqué en Allemagne de l'Ouest, en Allemagne de l'Est et en Suisse.

Il y a deux types d'instruments pour le dressage de la carte photographique; l'un est mécanique, et l'autre analytique.

Pour la méthode mécanique, on emploie l'appareil de restitution qui mesure le couple de photographie et on tire la carte photographique par la tireuse.

Pour la méthode analytique, on calcule la hauteur de beaucoup de points analytiquement, au lieu de mesurer le couple de photographie, et on tire la carte.

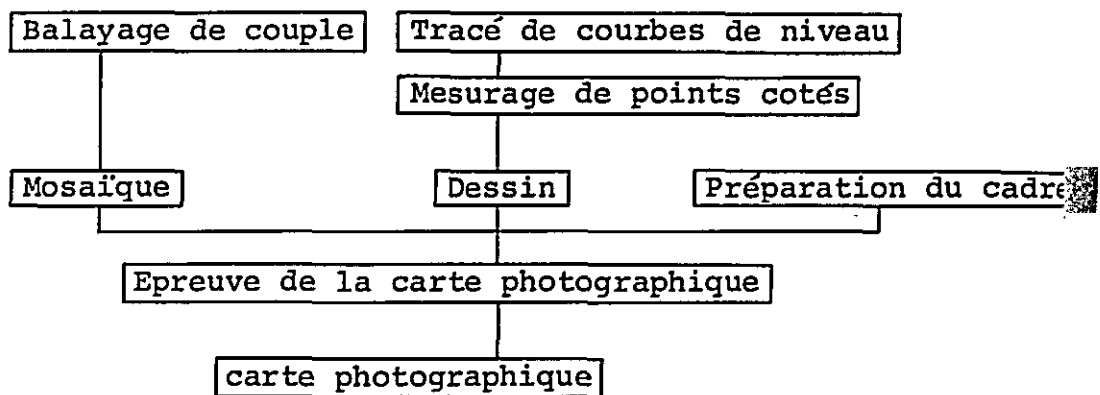
Au point de vue de l'opération, il y a deux méthodes. L'une est directe, l'autre indirecte.

La méthode directe est celle où l'on opère simultanément l'obtention des données topographiques et le tirage de la carte photographique. L'appareil de restitution et la tireuse de la carte photographique font un.

La méthode indirecte est celle où l'on opère séparément l'obtention des données topographiques et le tirage de la carte photographique. Les données topographiques sont enregistrées d'une certaine manière et la tireuse possède un dispositif de lecture des données topographiques.

Nous avons employé la méthode mécanique et directe en utilisant l'A-8 PPO-8 de fabrication WILD en Suisse.

L'opération a été exécutée comme ci-dessous.



3-3-2. Balayage de coupe

1) Orientation

On met l'épreuve positive dans l'appareil de restitution A-8, et opère l'orientation interne, celle relative et celle externe.

2) Jonction à la tireuse de la carte photographique

On met les films et fixe le chiffre de l'échelle de tirage. Ensuite on insère la marge de fente et décide la vitesse de balayage et les éléments d'orientation pour la projecteur gauche de l'ordinateur analogue. Enfin on donne les données au dispositif de correction.

3) Balayage

On sépare le Z de la table Z et le joint à la manivelle Y, et fait balayer en mouvant Z.

La largeur de balayage est 8 mm pour la plaine, 4 mm. pour la montagne.

3-3-3. Traçage de courbes de niveau

1) Traçage de courbes de niveau et Mesurage de hauteur

En même temps que la balayage de coupe, utilisant un autre appareil de restitution, on a tracé les courbes de niveau et mesuré la hauteur.

L'équidistance des courbes principales est 5 m., et l'intervalle des points cotés est, sur la carte, fixé à 10 cm.

2) Dessin

Nous avons dessiné sur le support de polyester les courbes de niveau et les points cotés, les noms de lieu et les noms de rivière et de fleuve etc.

3) Plaque bornée

Nous avons fabriqué les plaques sur le support de polyester, plaques qu'on avait décidé de faire à l'occasion d'une consultation avec le Service Géographique.

3-3-4. Fabrication de mosaïque et d'épreuve

Nous avons tiré l'épreuve positive de l'épreuve de chaque modèle balayé et compilé selon l'indication donnée.

Au dessus de l'épreuve positive, Nous avons superposé la plaque de courbes de niveau et la plaque bornée et obtenu l'épreuve de la carte au moyen de la projection orthophotographique.

3-3-5. Etablissement de la carte au moyen de la projection orthophotographique

Nous avons tiré de l'épreuve de la carte photographique les épreuves positives et les papiers sensibles en exemplaires nécessaires.

La matière employée est indiquée ci-dessous.

- 1) Epreuve pour reproduction: Epreuve de photogravure de fabrication FUJI
- 2) Epreuve positive : Epreuve pour projection de fabrication FUJI
- 3) Papier sensible : Papier sensible CH de fabrication FUJI
- 4) Epreuve pour projection orthophotographique : SAKURA SH 175

