

RAPPORT DU PROJET D'IRRIGATION DE LA REGION DU KRONG BUK
DANS LE BASSIN DU HAUT—SREPOK
AU VIET NAM

DECEMBRE 1964

THE OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY

TOKYO

JKFA LIBRARY



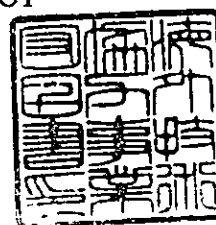
1042424[0]

RAPPORT DU PROJET D'IRRIGATION DE LA REGION DU KRONG BUK
DANS LE BASSIN DU HAUT-SREPOK
AU VIET NAM

DECEMBRE 1964

THE OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY

TOKYO



調査統計課
40 1. 18

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 3. 28	123
登録No. 02104	833
	KE

RAPPORT DU PROJET D'IRRIGATION DE LA REGION DU KRONG BUK
DANS LE BASSIN DU HAUT-SREPOK,
AU VIET-NAM

TABLE DES MATIERES

	<u>Page</u>
Préface	
Sommaire et conclusion	
<u>Chapitre I</u>	
<u>DESCRIPTION GENERALE</u>	
1.1 Bassin du Haut-Srépok	I-1
1.2 Etudes et rapports antécédents	I-2
1.3 Bassin du Krong Buk	I-4
<u>Chapitre II</u>	
<u>CONDITIONS NATURELLES DE LA ZONE DU PROJET</u>	
2.1 Conditions présentes et nécessités du développement agricole de toute la région du Haut-Srépok	II-1
2.2 Conditions actuelles de la zone de Krong Buk	II-3
2.2.1 Conditions actuelles de l'agriculture	II-3
2.2.2 Sols	
<u>Chapitre III</u>	
<u>PLANS TENTATIVEMENT ENVISAGES POUR</u>	
<u>LA MISE EN VALEUR DE L'ENSEMBLE DU BASSIN DU HAUT-SREPOK</u>	
	III-1
<u>Chapitre IV</u>	
<u>ETUDES HYDROLOGIQUES</u>	
4.1 Période des données	IV-1
4.2 Ecoulement de la rivière et débit disponible	IV-1

Chapitre V

PLAN D'AMENAGEMENT

5.1	Zone de développement	V-1
5.2	Perspective de la culture irriguée	V-3
5.3	Besoins en eau	V-3
5.4	Ouvrages du système d'irrigation et méthode de distribution d'eau	V-5
5.4.1	Zone du Krong Buk inférieur	V-5
5.4.2	Zone du Krong Buk supérieur	V-11
5.5	Estimation des coûts de construction	V-12
5.6	Bénéfice du projet	V-13
5.6.1	Bénéfice direct provenant de l'irrigation	V-13
5.6.2	Bénéfice dérivant de la maîtrise des crues	V-14
5.7	Rentabilité du projet	V-14

Chapitre VI

AMENAGEMENTS FUTURS

6.1	Irrigation	VI-1
6.2	Production de l'énergie	VI-3

Chapitre VII

CONCLUSION ET RECOMMANDATION

Tableaux et Figures

	<u>PAGE</u>	
Tableau 4.1	Débits mensuels mesurés à chacune des stations de jaugeage	IV-4
Tableau 4.2	Débits moyens mensuels estimés au site de barrage du Krong Buk inférieur	IV-5
Tableau 4.3	Débits moyens mensuels estimés au site de barrage du Krong Buk supérieur	IV-6
Tableau 4.4	Débits moyens mensuels estimés au site de barrage d'Ea Jung	IV-7
Tableau 5.1	Note de calcul des quantités d'eau effectivement consommées	V-15
Figure 5.1	Réservoir du Krong Buk inférieur	V-16
Tableau 5.2	Estimation des coûts de construction du Projet d'Irrigation du Krong Buk inférieur	V-17
Tableau 5.3	Estimation des coûts de construction du Projet d'Irrigation du Krong Buk supérieur	V-18
Tableau 5.4.	Evaluation provisoire du rapport cout-benefice	V-19
Tableau 6.1	Aperçu des aménagements hydroélectriques du bassin du Haut-Srépok	VI-7

Annexe

- I Etudes sur le terrain
- II Météorologie
- III Hydrologie
- IV Géologie
- V Etudes agricoles

Recueil des Données

(en deux volumes séparés)

Volume I :

Chapitre 1 : Etudes géologiques

Chapitre 2 : Données météorologiques et hydrologiques

Volume II :

Chapitre 3 : Résultats des travaux de topographie

Chapitre 4 : Cartes topographiques

Chapitre 5 : Cartes dressées à partir des photos aériennes

Planche

No.

1. Plan général
2. Carte générale du plan d'irrigation du Krong Buk
3. Plan du barrage du Krong Buk inférieur
4. Coupe transversale-type et profil du barrage du Krong Buk inférieur
5. Déversoir du barrage du Krong Buk inférieur
6. Prise d'eau du réservoir du Krong Buk inférieur
7. Plan et profil de canal principal No.1 de la subdivision du Krong Buk inférieur
8. Plan et profil des canaux principaux No.2 et No.3 de la subdivision du Krong Buk inférieur
9. Carte semi-détaillée de sol de la zone du Projet du Krong Buk

PREFACE

Le Srépok est un des principaux affluents du Mékong et le cours supérieur de cette rivière, connu sous le nom du "Haut-Srépok", constitue une importante source d'approvisionnement en eau au Viêt-Nam.

En réponse à la demande faite par le Comité pour la Coordination des Etudes sur le Bassin Inférieur du Mékong, le Gouvernement du Japon fit entreprendre les études hydrologiques de ladite rivière au cours de l'année fiscale 1961, ainsi que les études se rapportant au plan d'aménagement de l'irrigation de la plaine marécageuse de Darlac dans le cadre de la mise en valeur des ressources hydrauliques du bassin du Haut-Srépok au cours de l'année budgétaire 1962.

Selon les résultats de ces études, la mise en valeur des régions se trouvant dans le cours inférieur du Haut-Srépok, telles que la basse plaine marécageuse de Darlac, ne devait pas être envisagée exclusivement pour lesdites régions, mais devait l'être en tant qu'une partie d'un projet de mise en valeur d'ensemble de tout le bassin du Haut-Srépok, comprenant les plans d'aménagement de la lutte contre les inondations et de l'irrigation du Krong Buk, Krong Pach, Krong Boung, Krong Kno et des autres cours d'eau.

A la lumière de telles circonstances, le Gouvernement du Japon prit les dispositions utiles pour faire entreprendre les études sur le terrain du Krong Buk pour l'aménagement de l'irrigation, en tant qu'une partie indispensable de l'ensemble des

Projets se trouvant dans le cours supérieur, à la suite de la demande faite expressément par ledit Comité du Mékong. L'Overseas Technical Cooperation Agency (l'Agence de Coopération Technique d'Outre-Mer), Agent d'Exécution du Gouvernement du Japon, fut chargée de ces travaux au cours de l'année fiscale 1963.

A la suite d'un Contrat conclu avec la Nippon Koei Co.,Ltd., une équipe fut organisée et entreprit les travaux sur le terrain durant la période commençant à Mi-Novembre 1963 et terminant à Mi-Février 1964.

Le présent rapport a été élaboré en se basant sur le "Plan d'Opération", conclu entre le Comité du Mékong et le Gouvernement du Japon pour permettre d'examiner les possibilités de réalisation du plan d'aménagement de l'irrigation du Kron Buk inférieur, tant au point de vue technique qu'économique, et considérer provisoirement le plan d'aménagement d'ensemble de la totalité du bassin du Krong Buk supérieur.

Nous profitons de cette occasion pour réitérer l'expression de notre vive gratitude envers les Autorités intéressées du Gouvernement du Viêt-Nam et le Comité pour la Coordination des Etudes sur le bassin inférieur du Mékong pour leur coopération spontanée au cours desdits travaux d'études.

Décembre 1964

The Overseas Technical Cooperation Agency,
Le Directeur-Général,



Shinichi Shibusawa

Les membres ayant participé à ces travaux d'études
et de planification furent les suivants :

Y. Kubota	Président de la Nippon Koei Co., Ltd.
I. Arimoto	Ingénieur civil
M. Sakaita	Géologue
M. Sugawara	Agronome
R. Yoshida	Ingénieur civil
T. Yoshimatsu	-id-
M. Shiga	Géologue
K. Irie	Ingénieur spécialisé dans les irrigations
K. Sawaya	Ingénieur civil
I. Suzuki	-id-
K. Yatabe	Ingénieur spécialisé dans les irrigations
H. Ochi	Ingénieur civil
T. Ikeda	Chargé des affaires administratives

Sommaire et Conclusion

Comme il a été exposé dans le "Rapport de Reconnaissance des Principaux Affluents du Bassin Inférieur du Mékong", le bassin du Haut Srepok possède de grande possibilité pour le développement de l'énergie et le développement d'irrigation. D'autre part, le Gouvernement du Viet-Nam envisage actuellement le développement de ce bassin sur une grande échelle.

En vue de la nécessité de développer le Bassin du Haut Srepok, un rapport préliminaire du projet d'irrigation de la région marécageuse de Darlac fut soumis en Janvier 1964.

Il est préconisé dans le rapport préliminaire ci-dessus que le plan final de la mise en valeur de la Région de Darlac soit réalisé conjointement avec la planification des projets envisagés dans le bassin supérieur, pour la raison que la Région de Darlac se trouve dans les parties inférieures du Haut Srepok et de ce fait est sujette aux effets des aménagements réalisés dans les parties supérieures du bassin.

Tenant compte de ces recommandations, le Gouvernement du Japon a contribué, durant l'année fiscale 1963, aux études du Krong Buk situé dans les parties supérieures de la région basse du Darlac.

Suivant les résultats de nos études, il a été possible de clarifier les points suivants:

- i) Suivant la topographie du Bassin du Krong Buk, ce bassin peut être divisé en deux grandes zones, la zone haute et la zone basse qui furent le principal objectif des études entreprises en 1963.
- ii) Afin d'irriguer environ 10.000 hectares proposés dans le plan original (pour la plupart situés dans la zone basse), il serait nécessaire de construire un grand réservoir à l'emplacement qui a été proposé sur le Krong Buk situé juste en amont du point où le Krong Buk croise la Route Nationale

No.21 (Ban Me Thuot - Ninh Hoa). Suivant nos études, il faudrait une quantité considérable de matériaux de remblais pour construire un réservoir de cette importance d'après les aspects topographiques de l'emplacement de ce barrage.

- iii) D'autre part, une partie de la superficie irrigable de 10.000 hectares devrait être irriguée par pompage en élevant l'eau du réservoir à une hauteur au-dessus de l'El. 500 mètres. A cet effet, il serait nécessaire d'approprier des sommes importantes pour construire les nouvelles installations de pompes.
- iv) Pour les raisons mentionnées ci-dessus et en tenant compte des conditions naturelles du bassin et de la limite des investissements économiquement justifiables, la superficie à irriguer par le réservoir qui sera construit à l'emplacement inférieur (réservoir du bas Krong Buk) peut être raisonnablement estimée à 3.500 hectares.

A la suite de ces études, un projet a été formulé pour irriguer environ 3.500 hectares de terres situés sur les deux rives du Krong Buk (qui sera référé ci-après comme "projet d'irrigation du bas Krong Buk") et dont les grandes lignes sont exposées ci-dessous.

1. Superficie à irriguer	3.500 ha.
2. Ouvrages principaux	
Réservoir :	
Niveau d'eau maximum	El. 473,3 m.
Capacité totale de retenue	46 million m ³
Capacité de retenue utilisable	33 million m ³
Barrage :	
Hauteur de la crête	El. 476,7 m.
Hauteur du barrage	21 m.
Type du barrage	Barrage en terre
Volume du remblai	810.000 m ³

3. Canaux d'irrigation :
- | | |
|-----------------|----------|
| Canal principal | 38,3 km. |
| Canaux latéraux | 57,5 km. |
4. Superficie à défricher 3.460 ha.

Le coût de construction de ce projet d'irrigation est estimé à 3.875.000 dollars U.S. ce qui revient à environ 1.100 dollars U.S. par hectare. Ce figure représente un investissement initial plutôt élevé.

D'autre part, la zone haute dans laquelle le Gouvernement du Viet-Nam est en train d'envisager un développement agricole important par la pratique d'irrigation, cette zone possède actuellement 6.000 hectares de terre en culture et comprend plusieurs plantations d'hévéas, de thé et de café, et plusieurs hameaux ont été formés dans cette zone. En vue de cette situation, le développement du bassin supérieur du Krong Buk possède une plus grande signification et vaille la peine d'être réalisé.

D'après nos études, il existe deux sites de barrages, l'un situé dans les parties supérieures du Krong Buk et l'autre sur le Ea Jung qui est un affluent du Krong Buk. En ces deux emplacements il serait possible de créer deux réservoirs par la construction de barrage en terre. L'un serait le réservoir du haut Krong Buk et l'autre le réservoir du Ea Jung.

En utilisant le réservoir du haut Krong Buk, il serait possible d'irriguer par gravité environ 7.500 hectares de terre y compris les 6.000 hectares existants. D'autre part, l'irrigation par gravité serait aussi possible sur environ 1.500 hectares de terre situés sur la rive droite du cours moyen du Krong Buk en utilisant le réservoir de Ea Jung et le barrage de prise qui sera construit à un point situé à environ 10 kilomètres en amont du site de barrage du bas Krong Buk.

Par conséquent, il serait possible d'envisager l'irrigation d'une superficie d'environ 9.000 hectares au total dans la zone haute du Krong Buk.

Le coût de construction de ces projets d'irrigation est tentativement estimé à 6.800.000 dollars U.S. ce qui revient à environ 755 dollars U.S. par hectare. Cette estimation devra toutefois revue et modifiée par des études subséquentes des projets envisagés.

D'après ce qui vient d'être exposé, il serait désirable de laisser pour le moment le projet d'irrigation du bas Krong Buk mais par contre d'envisager la réalisation rapide de l'aménagement de la zone haute du bassin du Krong Buk. A cet effet, il serait nécessaire d'entreprendre les études, en particulier les études agronomiques, de la zone irrigable et les études géologiques des emplacements proposés des barrages sur le haut Krong Buk et le Ea Jung afin d'envisager en détail les possibilités du projet.

CHAPITRE I

DESCRIPTION GÉNÉRALE

1.1. Bassin du Haut Srepok

Le Bassin du Haut Srepok est situé dans la Région des Hauts Plateaux du Centre Viet-Nam. Elle possède de grandes possibilités pour l'aménagement de l'énergie et pour le développement de l'irrigation.

Le Srepok est un des principaux affluents du Mékong. Il prend sa source dans les montagnes de la Chaîne Annamitique, coule à travers les Hauts Plateaux du Viet-Nam puis passe dans la plaine du Cambodge pour se jeter dans le Mékong près de Stung Treng avec deux autres grands affluents, le Se Kong et le Se San. Le Srepok a une longueur d'environ 390 kilomètres et son bassin versant possède une superficie totale d'environ 31.000 kilomètres carrés.

Le bassin du Haut Srepok consiste des aires de drainage du Ea Krong, du Ea Krong Ana, du Krong Kno, du Krong Buk, du Krong Pak et autres. A cause de son aspect topographique, toutes ces régions peuvent être divisées en deux grandes zones, la zone de terres basses alluviales plates et la zone haute légèrement ondulée. Les terres basses s'étendent sur les deux rives de chaque rivière et se trouvent en général entre les élévations de 410 à 450 mètres, tandis que les terres hautes sont situées entre les élévations de 450 à 580 mètres.

Le climat est tropical mais il est caractérisé par deux saisons distinctes, la saison sèche et la saison des pluies. Les précipitations annuelles sont en moyenne de 1.700 à 2.000 millimètres. La température mensuelle moyenne varie de 18°C à 26°C.

L'économie de la province est principalement basée sur l'agriculture, le riz étant la récolte la plus importante. Durant la saison sèche qui va de Novembre à Avril, il est impossible de pratiquer l'agriculture à cause de la sécheresse. Durant la saison des pluies seulement, le riz est cultivé dans les terres basses qui sont fréquemment inondées par les crues périodiques. Les autres cultures telles que les légumes, les fruits, le maïs, l'arachide, le kenaf, etc. sont pratiquées dans les nombreuses vallées des petits cours d'eau. En dehors de ces cultures, il existe des plantations d'hévéas, de thé et de café gérées par des entreprises privées. La plupart des terres hautes sont couvertes d'herbages et de forêts et ne sont pas cultivées. Récemment, la politique du Gouvernement est d'encourager l'implantation des habitants dans cette région et de distribuer ces terres aux habitants afin de les mettre en valeur. Mais étant donné la médiocre productivité de ces terres, il devient donc nécessaire de réaliser les moyens d'irrigation dans cette région.

Ban Me Thuot qui est la ville principale dans le Bassin du Haut Srepok est située à environ 275 kilomètres au Nord-Est de Saïgon et à 150 kilomètres au Nord-Ouest de Nha Trang sur la côte. Elle est reliée à ces deux villes par des routes excellentes.

Le Gouvernement poursuit ses efforts à établir des centres de développement agricole dans cette région et tend particulièrement à diversifier la production dans ces centres où sont implantés les réfugiés du Nord et la population des régions surpeuplées. Cette zone est une zone désignée pour la reimplantation de la population.

En vue de ces circonstances, la mise en valeur des ressources hydrauliques de la région est un projet qui a été longtemps le désir du Gouvernement du Viet-Nam.

1.2. Etudes et Rapport Antécédants.

Comme il a été mentionné plus haut et en vue de la nécessité de la mise en valeur du Bassin du Haut Srepok, les études hydrolo-

giques ont été réalisées avec la contribution du Gouvernement Japonais durant l'année fiscale 1961. Subséquemment, en 1962, le Gouvernement du Japon a poursuivi les études du Haut Srepok -limitées au projet d'irrigation de la zone marécageuse basse de la Région de Darlac- avec un budget établi en 1962. Le Rapport Préliminaire du Projet d'Irrigation de Darlac a été soumis au Comité du Mékong en Janvier 1964. Les grandes lignes de ce rapport sont exposées ci-après.

- i) Comme la zone marécageuse basse de la région de Darlac avec une superficie d'environ 8.000 hectares est située dans les parties inférieures du Haut Srepok, il est inévitablement nécessaire de le considérer comme un maillon d'une chaîne du projet du Haut Srepok englobant le Krong Buk, le Krong Boung, le Krong Pach et les autres rivières. En particulier, comme le drainage de la zone marécageuse basse du Darlac serait influencé par les travaux pour le contrôle des crues dans les parties en amont, le plan final devrait être réalisé conjointement avec la planification des projets des bassins en amont.
- ii) Dans cette zone, 500 hectares de terre sont actuellement cultivés et deux hameaux ont été établis. Afin de stabiliser le plus tôt possible le niveau de vie des paysans de la région, il est absolument nécessaire de réaliser le projet d'irrigation afin de les permettre de pratiquer l'agriculture même en saison sèche. A cet effet, il est possible de construire un système d'irrigation dans la limite des investissements économiquement justifiables dans une première d'aménagement de 1.000 hectares incluant environ 500 hectares de terres actuellement en culture.
- iii) Quant à la zone marécageuse restante du Darlac, il serait désirable de considérer son aménagement dans le projet de développement intégral de tout le Bassin du Haut Srepok dans le futur.

1.3. Bassin du Krong Buk

Le Krong Buk est un des affluents du Srepok. Il prend sa source dans les montagnes situées dans les Hauts Plateaux du Centre Vietnam et coule en direction du Sud à travers le centre du bassin pour se jeter dans le Ea Krong Ana. Il possède une longueur totale d'environ 70 kilomètres et son aire de drainage est d'environ 740 kilomètres carrés.

La zone du Krong Buk est située en amont de la région basse de Darlac. Cette zone est destinée pour le programme de réimplantation de la population et de nombreux hameaux existent déjà dans cette région. Le développement de cette zone servira à réduire les inondations périodiques et servira en même temps à mettre en valeur la zone basse située en aval. Le projet du Krong Buk aura donc une répercussion heureuse pour la région de Darlac.

CHAPITRE II

CONDITIONS NATURELLES DE LA ZONE DU PROJET

2.1. Conditions présentes et nécessités du développement agricole de toute la Région du Haut Srepok

D'après les résultats de nos études agronomiques sur les conditions rurales de la région du Haut Srepok, les conditions agricoles actuelles de cette région sont résumées ci-après:

Jusqu'à récemment, le bassin du Haut Srepok n'était cultivée que parcimonieusement par les Montagnards qui pratiquaient la culture nomade à l'exception de certaines régions où se trouvent des plantations d'hévéas, de café et de thé. Depuis 1957, le Gouvernement du Viet-Nam s'est engagé dans un vaste programme pour réimplanter une partie de la population dans les Hauts Plateaux du Centre Viet-Nam autour de Ban Me Thuot et a réalisé jusqu'en 1961, le repeuplement d'environ 35.000 fermiers en défrichant environ 16.000 hectares de terre. La superficie totale en culture dans le bassin du Haut Srepok est estimée à environ 30.000 hectares soit 3 pourcent de la superficie totale de la Province de Darlac.

La principale culture de cette région est le riz qui est cultivé durant la saison des pluies dans les terres basses s'étendant sur les rives des rivières. Leur rendement est comparativement faible, n'étant en moyenne que de 1,1 tonne par hectare. Ceci est dû à ce que le riz n'est cultivé qu'une fois par an et dépend entièrement des pluies, sans avoir recours à l'irrigation ni aux engrais, et sans aucune méthode moderne de culture.

La culture de l'hévéa est actuellement pratiquée par les nouveaux fermiers sous l'impulsion du gouvernement pour obtenir de nouvelles sources de revenu. La superficie cultivée est estimée à environ 5.000 hectares y compris les plantations d'hévéas existantes.

En dehors du riz, on y cultive également le maïs, le tabac, les haricots, le kenaf, l'arachide et des légumes divers, mais la superficie cultivée et leur rendement sont généralement faibles.

D'après les Statistiques Agricoles publiées en 1961 par le Gouvernement, la production totale de paddy de la province est d'environ 26.000 tonnes (soit environ 17.000 tonnes en termes de riz) sur une superficie cultivée d'environ 24.000 hectares, et la production des autres cultures est comme suit :

<u>Produits</u>	<u>Superficie</u>	<u>Production</u>	<u>Rendement à 1'ha.</u>
	ha	tonne	tonne/ha.
Caoutchouc	2.096	1.080	0,51
Café	3.600	2.100	0,58
Tabac	230	200	0,87
Kapoc	200	120	0,60
Arachide	1.300	1.720	1,30
Maïs	150	240	1,60
Kenaf	1.500	1.500	1,0

Il est considéré que la faible productivité agricole de cette région est due en grande partie à trois causes, (1) manque d'eau pour les cultures durant la saison sèche, (2) dommages causés par les inondations périodiques qui surviennent à la fin de la saison des pluies en général et (3) manque d'expérience des paysans dans la gestion agricole. Les précipitations totales durant la saison sèche sont d'environ de 200 millimètres en moyenne et l'eau nécessaire pour la croissance des cultures durant cette même période est estimée à environ 800 millimètres. Ceci revient à dire qu'une seule récolte annuelle est chose courante dans cette région. Dans la zone du projet, les terres basses qui s'étendent sur les deux rives de la rivière, particulièrement dans les parties moyennes et les parties inférieures du Ea Krong Ana, sont pour la plupart du temps inondées par des crues fréquentes durant chaque saison pluvieuse. Dans les conditions actuelles de cultures de la région, il n'existe aucune mesure pour améliorer les conditions du sol, ni pour le choix adéquat des variétés de cultures ainsi que pour les méthodes agricoles.

Il en résulte que les conditions de vie des paysans sont en général basses dans la région du projet.

Cette région peut être adaptée pour obtenir deux à trois récoltes par an en vue des conditions favorables du sol et des conditions climatiques. D'autre part, d'après les résultats des expériences effectuées sur place par Nippon Koei Co., Ltd. sur la culture irriguée du paddy dans les terres hautes de sol latéritique dégradé près de Pleiku, il a été possible d'obtenir un rendement de 3,5 tonnes de paddy par hectare en appliquant la méthode dénommée "méthode de culture de paddy irriguée de terres hautes". Par conséquent, il est évident que la pratique de l'irrigation est essentielle pour le développement de l'agriculture dans les Hauts Plateaux du Centre Viet-Nam. D'autre part, le développement de l'agriculture par l'irrigation ouvrira la voie pour la mise en valeur de cette région.

2.2. CONDITIONS ACTUELLES DE LA ZONE DE KRONG BUK

2.2.1. Conditions actuelles de l'agriculture

Suivant la topographie du bassin, la zone de Krong Buk qui s'étend au Nord Est du bassin du Haut Srepok peut être divisée en deux grandes zones, la zone des terres hautes et la zone des terres basses.

La zone des terres hautes s'étend entre la Route Nationale No.14 et la Route Nationale No.21 entre les élévations de 500 et 580 mètres et possède environ 6.000 hectares de terre en culture y compris les plantations d'hévéas, de thé et de café. D'autre part, le Gouvernement est en train d'entreprendre le programme d'établir de grands centres agricoles et il existe déjà de nombreux hameaux dans la région. En outre, le Gouvernement encourage la pratique de l'irrigation en vue du développement agricole des régions des Hauts Plateaux du Centre Viet-Nam.

La zone des terres basses qui s'étend sur les deux rives des parties en aval du Krong Buk se trouve entre les élévations de 440 et 500 mètres et possède une superficie d'environ 5.000 hectares comprenant surtout de forêts denses avec une petite superficie cultivée autour des villages. D'après nos enquêtes, les terres cultivées dans la zone basse sont d'environ 40 hectares.

2.2.2. Sols

Suivant les études détaillées de sols que nous avons effectuées dans la zone du projet, nous avons établi une charte des principaux groupes de sols suivant leur distributions et leurs démarcations, comme il est exposé dans la Planche No.9. La nature et les propriétés principales des groupes de sols sont expliquées ci-après.

Les sols de la zone du projet peuvent être divisés en deux grands groupes de sols. L'un est les groupe de sol des terres basses répartis dans la zone plate et basse aux élévations de 440 à 450 mètres et sont principalement composés de sol alluvial récent, transporté et déposé par le Krong Buk et ses affluents. L'autre est le groupe de sol de terres hautes réparti dans la zone légèrement ondulée située aux élévations de 450 à 500 mètres et est principalement composé de sols latosols résiduels basaltiques.

Le premier groupe de sol alluvial récent possède une texture d'argile glaiseux ou d'argile limoneux glaiseux avec une faible acidité de 5,5 à 5,8 en PH, une capacité relativement forte d'échange de cation et de degré de saturation, et sa fertilité naturelle est relativement grande. Ce sol possède également une capacité moyenne de rétention d'eau et un taux d'absorption bas. De ce fait, ce groupe de sol est favorable pour le développement de l'agriculture.

Cependant, le sol de cette zone est continuellement soumis aux conditions d'humidité à cause de sa topographie défavorable qui empêche le drainage durant la saison des pluies. En particulier, vers la fin de la saison des pluies, de Septembre à Octobre, les terres sont

périodiquement inondées par le débordement des rivières et des drains. C'est la raison pour laquelle ces terres ne sont pas cultivées malgré leur fertilité naturelle.

Le latosol résiduel basaltique dans la zone des terres hautes est le sol résiduel provenant des basalts. Il possède un profil latosol typique où le sol de surface et le sous-sol possèdent tous deux des textures moyens tels que argile limoneux ou argile limoneux glaiseux, avec une acidité relativement forte de 4,5 ou plus en PH, une capacité d'échange de cation plutôt faible et une faible base de degré de saturation ainsi qu'une petite quantité d'éléments nutritifs. En général, la fertilité naturelle de ce sol est plus petite que celle des sols des terres basses mentionnés plus haut. Ces terres sont utilisées par les plantations d'hévéas, de thé et de café ainsi que pour la culture des autres plantes de longues termes.

Suivant les résultats des examens physico-chimiques et des recherches agronomiques effectués sur place, il a été confirmé que la teneur en éléments nutritifs de ce sol n'est pas toujours riche. Bien que ce sol n'est pas favorisé en teneur de composés chimiques, il possède une nature physique excellent dû à sa couche épaisse de 5 à 10 mètres de texture uniforme.

En vue de ces faits, et d'après les résultats des expériences effectuées sur les terres de culture de groupes de sol semblable, le latosol des sols des terres hautes est considéré comme étant dans le groupe des possibilités pour le développement agricole profitable à condition qu'une quantité adéquate d'eau soit fournie pour réaliser le système d'irrigation nécessaire pour cette région.

CHAPITRE III

PLANS TENTATIVEMENT ENVISAGES POUR LA MISE EN VALEUR DE L'ENSEMBLE DU BASSIN DU HAUT SREPOK

La superficie du bassin du Haut Srepok et de ses affluents est d'environ 7.800 kilomètres carrés. Ce bassin comprend plusieurs bassins versants formés par l'Ea Krong Ana, le Krong Buk, le Krong Pak, le Krong Boung et le Krong Kno. La topographie de ces bassins est en général légèrement ondulée avec des monticules réparties en de divers emplacements. Dans la zone du projet, les terrains en pente situés le long des cours d'eau sont actuellement cultivés et certains de ces terrains sont occupés par des plantations d'hévéas, de thé et de café.

D'après les reconnaissances entreprises par le Gouvernement Japonais, il est envisagé de réaliser six projets de développement dans le plan de mise en valeur du bassin du Haut Srepok qui comprend à la fois les projets d'irrigation et les projets de développement de l'énergie électrique. Parmi ces projets, le projet d'irrigation de la région marécageuse basse du Darlac occupe une place prioritaire. Le groupe japonais a entrepris l'étude de ce projet durant l'année fiscale 1962 et le rapport du Projet d'Irrigation du Darlac fut soumis au Comité du Mékong en Janvier 1964.

D'autre part, le Gouvernement Japonais a entrepris au cours de l'année fiscale 1963 les études et l'établissement du plan préliminaire du projet d'irrigation du Krong Buk ainsi que les études relatives au plan général de mise en valeur du bassin du Haut Srepok. En se basant sur les résultats des études effectuées jusqu'ici et à l'exception du projet du Krong Buk dont l'établissement des plans préliminaires est traité dans les chapitres qui suivent, les plans de mise en valeur en perspective du bassin du Haut Srepok sont exposés ci-dessous:

(1) Projet d'irrigation du Krong Pach (superficie irrigable de 9.000 hectares).

Le Ea Krong Pach est situé en amont du Ea Krong Ana, il prend sa source dans les montagnes de la Chaîne Annamitique, coule tout d'abord en direction de l'ouest puis se tourne vers le Sud pour se joindre au Ea Krong Ana.

Il existe un site de barrage convenable à un emplacement situé à environ deux kilomètres à l'Est de B. Rok où le bassin versant est estimé à environ 490 kilomètres carrés.

Suivant les études géologiques entreprises à l'emplacement du barrage, il existe de roche basale de grés au-dessous des dépôts silteux d'une épaisseur d'environ 10 mètres. Il serait possible de créer un réservoir d'une capacité totale de retenue de l'ordre de 170 millions de mètres cubes en construisant un barrage en terre ou en enrochement d'une hauteur de 18,5 mètres en cet emplacement. De la retenue de 170 millions de mètres cubes, il serait possible d'utiliser environ 72 millions de mètres cubes d'eau pour irriguer environ 9.000 hectares de terre s'étendant sur les rives des parties inférieures du Krong Pach.

D'après le plan exposé ci-dessus, le coût de construction est estimé à environ 6.300.000 dollars U.S. ce qui revient à 700 dollars U.S. par hectare.

(2) Projet d'irrigation du Krong Boung (superficie irrigable de 6.000 hectares)

Le Ea Krong Boung qui possède un bassin versant d'environ 790 kilomètres carrés est situé à l'Est du Ea Krong Ana. Il existe un site de barrage approprié à un emplacement situé à quelques 4 kilomètres de son confluent avec le Ea Krong Ana. Le barrage qui y serait construit aurait une hauteur d'environ 21 mètres (cote de la crête à l'El. 450 mètres ; P.H.E. El.447,5 mètres), la capacité totale de retenue du réservoir serait de l'ordre de 170 millions de mètres cubes. Ceci permettrait de régulariser les crues et assurera un débit d'environ dix mètres cubes d'eau par seconde pendant

toute l'année. Il serait possible d'irriguer environ 6.000 hectares de terres basses et en même temps régulariser l'écoulement du Ea Krong Ana dont le débit sera augmenté durant la saison sèche.

Le coût de construction de ce projet est estimé à environ 4 millions de dollars U.S.

(3) Projet d'irrigation du Darlac (superficie irrigable de 8.000 hectares)

Comme il est exposé dans le rapport du projet d'irrigation du Darlac soumis en Janvier 1964, il est envisagé l'irrigation d'une superficie d'environ 8.000 hectares de terres basses de la région de Darlac. Nous avons signalé dans ce rapport que la zone de ce projet étant située dans les régions du cours inférieur du Haut Srepok et pouvant être considérablement améliorée par la régularisation des crues des régions en amont, il est nécessaire de le considérer en tant qu'une partie du projet d'ensemble de mise en valeur du Haut Srepok. La réalisation des projets en amont et du projet du Krong Kno permettrait de régulariser le débit des crues du Ea Krong à environ 800 mètres cubes par seconde. Ainsi les terres basses d'une superficie d'environ 6.000 hectares dans la région du Darlac seraient protégées contre les ravages des crues périodiques durant la saison des pluies. De ce fait, l'établissement du plan définitif des systèmes d'irrigation et de drainage de la plaine basse et marécageuse de la région du Darlac serait nécessaire.

Comme il est exposé dans le rapport sur les possibilités de réalisation du projet d'irrigation du Darlac, l'irrigation d'une superficie d'environ 8.000 hectares y compris les 4.400 hectares de terres cultivées existantes pourrait être réalisée avec succès.

Un aperçu du plan de mise en valeur de la région du Darlac au stade actuel est donné ci-après :

Ouvrages d'irrigation:

Station de pompage	5 stations
Canaux principaux	84 km.
Canaux latéraux	86 km.
Défrichement	3.600 ha.

(4) Projet d'irrigation du Krong Kno (superficie irrigable de 2.000 hectares)

Un réservoir d'une capacité d'environ 800 millions de mètres cubes sera créé en amont du Ea Krong Kno, un des affluents les plus importants du Haut Srepok. Ce réservoir assurerait pendant toute l'année un débit d'environ 60 mètres cubes permettant la production d'environ 25.000 kilowatts d'énergie et l'irrigation d'une superficie d'environ 2.000 hectares de terre se trouvant dans les parties inférieures de la rivière.

CHAPITRE IV

ETUDES HYDROLOGIQUES

4.1. Période des données

Il n'existait aucun donné hydrologique sur le Haut Srepok avant les études hydrologiques effectuées par le Gouvernement Japonais en 1961. Grâce à la contribution du Japon, deux stations de jaugeages furent installées à Ban Bur et à Kana pour obtenir les données hydrologiques du projet du Haut Srepok. En addition à ces deux stations existantes, deux autres stations furent nouvellement installées aux sites proposés des barrages sur le Krong Buk et sur le Krong Pach en 1963. De ce fait, les observations furent entreprises dans les quatre stations.

Les observations quotidiennes du niveau d'eau et les mesures de débit périodiques au moulinet furent effectués dans ces quatre stations. Grâce à ces observations, il fut possible d'obtenir les données concernant l'écoulement du Srepok et de ses affluents, le Ea Krong Ana, le Krong Buk et le Krong Pach et ces observations sont exposées dans le Tableau-4.1. Les observations sont toujours poursuivies par le personnel local afin d'obtenir de plus ample détails et des données précis sur l'écoulement de ces rivières.

Quant à la météorologie, il n'existe que les données météorologiques sur les précipitations, la température, l'évaporation et l'humidité relative observés à la station de Ban Me Thuot depuis 1959 avec certaines interruptions durant cette période.

Tous les données disponibles sont compilés dans le Volume des Données.

4.2. Écoulement de la rivière et débit disponible

Nous possédons les données sur l'écoulement de la rivière observés à la station de jaugeage de Krong Buk pour une période de six mois. Ces données sont insuffisants pour l'étude de l'aménagement des ressources d'eau de ce type, particulièrement pour un contrôle efficace des crues de ce bassin. Par conséquent, nous

nous sommes efforcés d'estimer le débit à la station de jaugeage de Krong Buk à partir des données disponibles sur les précipitations.

L'écoulement est une partie des précipitations, de sorte qu'il existe une relation entre les précipitations et l'écoulement. Nous avons essayé d'établir cette relation entre l'écoulement et les précipitations en utilisant les données sur l'écoulement d'un site de jaugeage adjacent.

Dans le cas actuel, comme les données sur l'écoulement à la station de jaugeage de Kana -située à environ 60 kilomètres en aval du site de Krong Buk- ne portent que sur deux années seulement, nous fûmes obligés d'effectuer une analyse à long terme de l'écoulement en utilisant la relation entre l'écoulement de la station de Kana et les précipitations de la station de Ban Me Thuot. Suivant nos études, le bassin du site de Kana qui est fortement affecté par le retardement des eaux dans ses parties supérieures, est plus vaste que le bassin du site de Krong Buk. De ce fait, il peut être considéré que l'écoulement par unité de bassin est plus petit au site de Kana que celui du site de Krong Buk comme il est exposé dans le Tableau 4.1. Par conséquent, le débit au site de Krong Buk qui est estimé sur la base des données de l'écoulement obtenus au site de Kana, peut être utilisé sans crainte pour calculer le débit utilisable pour l'irrigation. Les données obtenues d'après les observations au site de Kana furent donc utilisées pour estimer tentativement le débit, bien que ces chiffres devraient être corrigés plus tard suivant les résultats des observations subséquentes.

Comme il est exposé en détail dans l'Appendice III, la relation précipitation-écoulement fut établie par corrélation des précipitations mensuelles actuelles observées au site de Kana avec les précipitations mensuelles observées à Ban Me Thuot située à 30 kilomètres au Nord Ouest de la station de jaugeage de Kana. En appliquant ces relations aux données sur les précipitations mensuelles disponibles, il fut possible d'estimer le débit mensuel du site

de Krong Buk pour la période allant de 1959 à 1963. A partir de ces données nous avons calculé le débit mensuel du site du barrage du Krong Buk en utilisant la proportion des bassins versants des deux sites comme il est exposé dans le Tableau-4.2. Procédant de la même manière, les débits de sites de barrages du Bas Krong Buk et du Ea Jung furent également calculés comme il est exposé dans les Tableaux 4.3. et 4.4. respectivement.

D'après les figures exposés dans ces Tableaux, le débit moyen annuel au site de barrage du Krong Buk est de 2,67 mètres cubes par seconde soit environ 85 millions de mètres cubes par an, et le débit au site de barrage du bas Krong Buk est en moyenne de 2,11 mètres cubes par seconde soit un écoulement annuelle d'environ 67 millions de mètres cubes. Le débit au site de barrage du Ea Jung est de 0,79 mètre cube par seconde soit un écoulement annuel de l'ordre de 25 millions de mètres cubes.

De cet écoulement total environ 66 pourcent s'écoule durant les six mois de la saison des pluies entre Mai et Octobre. En général, le débit des rivières augmente graduellement vers la fin de la saison des pluies et atteint son maximum en Septembre ou Octobre et ensuite décroît petit à petit pour atteindre le débit le plus faible en Avril.

Tableau - 4.1 Débits mensuels mesurés à chacune des stations de jaugeage

(Débits en m³/sec)

Année	Mois	Station de jaugeage de Ana			Station de jaugeage de Ban Bur			Station de jaugeage du Krong Pach			Station de jaugeage du Krong Buk			
		Débit moy.	Débit max.	Débit min.	Débit moy.	Débit max.	Débit min.	Débit moy.	Débit max.	Débit min.	Débit moy.	Débit max.	Débit min.	
1961	O	85,6	139,0	30,5	487,4	822,0	266,0							
	N	59,4	72,5	43,0	199,3	296,0	160,0							
	N	31,8	45,5	25,0	120,0	160,0	90,0							
	D													
1962	J	25,5	36,5	20,0	64,2	103,0	41,5							
	F	18,1	21,5	15,0	50,1	61,0	38,0							
	M	12,9	16,5	10,5	45,0	57,0	41,5							
	A	9,8	11,5	8,5	42,3	50,0	39,0							
	M	13,0	24,5	8,0	62,0	100,0	41,0							
	J	14,4	35,5	9,5	83,6	123,0	63,0							
	J	37,8	91,0	12,0	211,6	416,0	59,0							
	A	88,7	158,0	41,0	259,3	403,0	57,0							
	S	94,8	185,0	35,0	94,0	227,0	38,0							
	O	(110,0)	(417,0)	(71,0)	336,5	1.040,0	121,0							
	N	286,4	400,0	133,0	627,1	1.000,0	305,0							
	D	172,9	395,0	51,0	283,3	482,0	114,0							
	1963	J	34,98	54,0	24,5	88,5	111,0	73,0						
		F	19,93	24,0	16,0	60,8	73,0	51,0						
M		13,06	15,0	12,0	44,2	49,0	41,0							
A		11,13	12,0	10,0	35,6	40,0	31,0							
M		10,95	15,0	10,0	36,7	61,7	28,7							
J		11,63	16,9	10,0	48,4	98,1	31,0							
J		33,58	39,2	29,2	59,4	78,3	43,8							
A		71,97	104,0	34,1	158,0	260,2	61,7							
S		120,23	240,0	34,1	334,8	555,1	176,6							
O		214,73	355,9	39,3	466,7	764,2	271,9							
N		57,02	116,4	32,3	161,5	260,2	96,0							
D		(46,6)	(95,0)	(22,0)	84,6	118,6	58,7							
J		(38,0)	(48,0)	(15,0)	46,4	60,2	38,0							
F		15,58	19,8	12,7	38,9	42,7	35,6							
1964	J													
	F													

Tableau 4.2 Débits moyens mensuels estimés au site de barrage du Krong Buk Inférieur (m^3/s)

(B.V. = 149 km²)

Année	Année suivante												
	Av	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Fév	Mars	Moy.
1959	0.82	0.88	1.02	1.57	3.63	4.64	7.69	3.91	1.56	1.09	0.83	0.49	2.34
1960	0.92	0.98	1.13	1.85	4.27	5.61	10.80	5.83	1.70	1.31	0.98	0.58	2.99
1961	1.20	1.21	1.39	2.00	4.62	6.07	9.26	4.70	1.88	1.41	1.06	0.63	2.95
1962	0.49	0.52	0.61	1.50	3.47	4.55	7.74	8.71	4.09	0.98	0.74	0.44	2.82
1963	0.42	0.53	0.52	1.66	3.78	4.96	7.39	3.75	1.50	0.90	0.62	0.38	2.20
Moy.	0.77	0.82	0.93	1.72	3.95	5.17	8.58	5.38	2.15	1.14	0.85	0.50	2.67

N.B. : Les chiffres donnés ci-dessus sont sous forme décimale anglaise.

Tableau 4.3 Débits moyens mensuels estimés au site de barrage du Krong Buk Supérieur (m³/s)

(B.V. = 118 km²)

Année	Année suivante												Moy.
	Av	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Fév	Mars	
1959	0.65	0.70	0.81	1.24	2.88	3.67	6.09	3.09	1.24	0.87	0.65	0.39	1.86
1960	0.73	0.85	0.90	1.46	3.38	4.44	8.55	4.62	1.34	1.03	0.78	0.46	2.38
1961	0.88	0.95	1.10	1.58	3.66	4.81	7.33	3.72	1.49	1.12	0.84	0.50	2.33
1962	0.39	0.41	0.48	1.19	2.74	3.60	6.08	6.90	3.24	0.85	0.58	0.35	2.24
1963	0.34	0.36	0.42	1.29	2.99	3.92	5.85	2.97	1.19	0.71	0.48	0.30	1.74
Moy.	0.60	0.65	0.74	1.35	3.13	4.09	6.78	4.26	1.70	0.92	0.67	0.40	2.11

N.B. : Les chiffres donnés ci-dessus sont sous forme décimale anglaise.

Tableau 4.4 Débits moyens mensuels estimés au site de barrage d'Ea Jung (m^3/s)

(B.V. = 44 km^2)

Année	Année suivante												Moy.
	Av	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Fév	Mars	
1959	0.24	0.26	0.30	0.46	1.07	1.37	2.27	1.51	0.46	0.32	0.24	0.14	0.69
1960	0.27	0.29	0.33	0.55	1.26	1.66	3.19	1.72	0.50	0.39	0.29	0.17	0.89
1961	0.33	0.35	0.41	0.59	1.36	1.79	2.73	1.39	0.55	0.42	0.31	0.19	0.87
1962	0.14	0.15	0.18	0.44	1.02	1.34	2.29	2.57	1.21	0.29	0.22	0.13	0.83
1963	0.13	0.13	0.15	0.49	1.12	1.46	2.18	1.11	0.44	0.27	0.18	0.11	0.65
Moy.	0.22	0.24	0.27	0.51	1.17	1.52	2.53	1.59	0.63	0.34	0.25	0.14	0.79

N.B. : Les chiffres donnés ci-dessus sont sous forme décimale anglaise.

CHAPITRE V

PLAN D'AMENAGEMENT

5.1. Zone de développement

Le plan initial d'aménagement de zone de Krong Buk exposé dans le Rapport de Reconnaissance de l'équipe japonaise sur les études du Mékong, est de construire un réservoir à l'emplacement où la Route Nationale No.21 traverse le Krong, dans le but d'irriguer environ 10.000 hectares de terres s'étendant sur les deux rives en aval de la rivière, surtout les terres situées sur la rive droite.

En nous basant sur ce plan, nous avons effectué des études minutieuses sur les possibilités d'irriguer 10.000 hectares de terres, tant du point de vue technique que du point de vue économique.

Suivant les résultats de ces études, le bassin du Krong Buk peut être divisé en deux zones, la zone haute qui sera référé ci-après comme la zone du Krong Supérieur, et la zone basse qui sera référé ci-après comme la zone du Krong Buk Inférieur.

Comme il a été mentionné plus haut, le bassin du Krong Buk est en totalité recouvert de forêt dense à l'exception de quelques 40 hectares de terres cultivées qui se trouvent autour des villages de la zone du Krong Buk Inférieur. D'autre part, suivant les résultats de nos études, il serait nécessaire de construire un grand réservoir à l'emplacement du barrage du Krong Buk Inférieur pour pouvoir irriguer 10.000 hectares envisagés, ceci à cause de l'aspect topographique du site du barrage. Le coût de construction élevé de ce projet ne pourrait justifier l'irrigation de 10.000 hectares dans la zone du Krong Buk Inférieur. La superficie qui pourrait être plus raisonnablement irriguée est estimée à 3.500 hectares en vue des conditions naturelles du bassin et du point de vue économique justifiable pour le succès d'un tel développement agricole.

D'autre part, dans la zone du Krong Buk Supérieur, il existe environ 6.000 hectares de terres en culture et des plantations d'hévéas, de thé et de café. On trouve aussi dans les parties supérieures du Krong Buk, des sites appropriés de barrages sur les emplacements suivants:

- i) Site de barrage du Haut Krong Buk situé à environ 7 kilomètres au Nord Est du village de B. Anur.
- ii) Site de Ea Jung situé immédiatement au-dessus du point où le Ea Jung -un affluent du Krong Buk- traverse la Route Nationale No.14; cette route est une artère de communication importante des Hauts Plateaux et reliant Saigon à Kontum.

D'après les résultats de nos études et comme il sera exposé dans les paragraphes subséquents, il serait possible de créer deux réservoirs, le réservoir du Krong Buk Supérieur et celui du Ea Jung en construisant des barrages en terre sur ces deux rivières. D'autre part, un barrage de prise en béton serait construit à environ 10 kilomètres en amont du site du barrage du Krong Buk Inférieur.

En utilisant le réservoir du Krong Buk Supérieur il serait possible d'irriguer par gravité environ 7.500 hectares y compris les 6.000 ha. actuellement en culture. D'autre part, il serait aussi possible d'irriguer par gravité environ 1.500 hectares de terre situés sur la rive droite dans les parties moyennes du Krong Buk en utilisant le réservoir du Ea Jung et le barrage de prise.

Par conséquent, la superficie irrigable dans le bassin du Krong Buk est estimée à 12.500 hectares qui représente la superficie de la zone irrigable du Krong Buk Supérieur de 9.000 hectares et 3.500 hectares de la zone du Krong Buk Inférieur.

5.2. Perspective de la culture irriguée

Afin de réaliser avec succès le développement de l'agriculture dans la zone du Krong Buk, et sur la base des études de sol et des études agronomiques que nous avons effectuées dans cette région, il est proposé d'installer deux formes de gestion agricole dont l'une serait une unité agricole de culture de paddy avec l'élevage et l'autre une unité agricole de culture des terres hautes avec l'élevage.

La superficie moyenne d'une unité agricole de culture de paddy avec l'élevage serait de 2 hectares dont 1,8 hectares serait utilisé pour les récoltes et 0,1 hectare pour les besoins familiaux et le restant 0,1 hectare pour les pâturages et la forêt. D'autre part, pour une unité agricole de terres hautes avec l'élevage, la superficie moyenne serait de 4,5 hectares dont 4,2 hectares seraient utilisés pour les récoltes, 0,15 hectare pour les besoins familiaux et 0,15 hectare pour les pâturages et la forêt autour des habitations.

En ce qui concerne l'élevage, une unité agricole de culture de paddy avec l'élevage aurait 2 vaches laitières, 2 porcs et 11 volailles tandis qu'une unité agricole de terres hautes avec l'élevage posséderait 3 vaches laitières, 3 porcs et 11 volailles.

Les détails de ces unités agricoles sont exposés dans l'Appendice V, Sous-section 1.

Dans la zone du Krong Buk Inférieur, les 3.500 hectares envisagés seraient répartis entre 1.360 fermiers. Il existe actuellement 1.340 fermiers dans la région et 20 autres seraient appelés des régions surpeuplées.

D'autre part, environ 1.300 fermiers de la zone du Krong Buk Supérieur bénéficieront de l'irrigation.

5.3. Besoins en eau

En nous basant sur le plan de rotation de culture proposé dans la Fig.-5.1. et 5-2. de l'Appendice V, les besoins en eau pour la

croissance des cultures chaque mois dans les unités agricoles proposés des zones basses et des zones hautes sont estimés dans le Tableau-5.1.

Comme il est exposé dans ce Tableau, les besoins maximum mensuels en eau surviennent en Janvier dans les deux zones comme suit:

Zone basse:	148 mm.
Zone haute:	111 mm.

Afin de déterminer les besoins adéquats en eau pour la planification du projet d'irrigation, il est nécessaire d'ajouter aux besoins actuels, les pertes dues aux applications et au cours du transport. La quantité maximum nécessaire serait donc de:

	<u>Zone basse</u>	<u>Zone haute</u>
1. Utilisation maximum d'eau	148 mm.	111 mm.
2. Perte en application	77 mm.	83 mm.
3. Perte au cours du transport	77 mm.	71 mm.
4. Besoins en eau	302 mm.	265 mm.
	1,05 m ³ /sec/1.000 ha.	0,93 m ³ /sec/1.000 ha.

En nous basant sur les besoins actuels et suivant le plan d'irrigation, la quantité nécessaire pour l'irrigation serait de:

<u>Zone du Krong Buk Supérieur</u>	<u>Zone basse</u>	<u>Zone haute</u>
Besoins maximum en eau	1,05 m ³ /sec/1.000 ha.	0,93 m ³ /sec/1.000 ha.
Superficie irrigable	-	9.000 ha.
Prélèvement nécessaire		8,37 m ³ /sec.
<u>Zone du Krong Buk Inférieur</u>	<u>Zone basse</u>	<u>Zone haute</u>
Besoins maximum en eau	1,05 m ³ /sec/1.000 ha.	0,93 m ³ /sec/1.000 ha.
Superficie irrigable	2.100 ha.	1.400 ha.
Prélèvement nécessaire	2,21 m ³ /sec.	1,30 m ³ /sec.

D'après l'exposé ci-dessus, les prélèvements en eau pour la zone du Krong Buk Supérieur et du Krong Buk Inférieur sont respectivement de 8,37 et 3,51 mètres cubes par seconde. Ceci représente une moyenne d'environ un mètre cube par seconde pour 1.000 hectares.

5.4 Ouvrages du système d'irrigation et méthode de distribution d'eau

5.4.1. Zone du Krong Buk Inférieur

Du point de vue de l'aspect topographique du terrain, la zone du projet du Krong Buk Inférieur peut être divisée en deux parties, les terres basses de 2.100 hectares situées entre les élévations de 440 mètres et 450 mètres s'étendant sur les rives du Krong Buk et les terres hautes de 1.400 hectares entre les élévations de 450 mètres et 500 mètres situées dans la partie Nord de la zone du projet.

Afin d'irriguer une superficie de 3.500 hectares, il serait nécessaire d'élever le niveau d'eau du Krong Buk à une élévation de 473,1 mètres en construisant un barrage en terre d'une hauteur d'environ 21 mètres au site du Krong Buk Inférieur.

L'eau d'irrigation nécessaire de 3,51 mètres cubes par seconde sera fournie par le réservoir du Krong Buk Inférieur et sera amenée dans les zones d'irrigation par trois canaux principaux. Tout d'abord, l'eau sera amenée par le canal Principal I dans les 500 hectares de terres hautes et les 1.500 hectares de terres basses situées au Sud Est du réservoir; l'eau amenée dans le canal principal II servira à irriguer 600 hectares de terres hautes et 400 hectares de terres basses situées sur la rive gauche du Krong Buk, l'irrigation étant effectuée par gravité; en dernier lieu, 300 hectares de terres hautes et 200 hectares de terres basses sur la rive droite du Krong Buk seront irrigués par le canal principal III.

1) Géologie du site du barrage et choix du type de barrage

Suivant les résultats de nos études, il existe un emplacement favorable pour la construction d'un barrage au point où le Krong Buk croise la route reliant Ban Me Thuot à Ninh Hoa à angle droit près de B. Arong Buk situé à 50 kilomètres à l'Est de Ban Me Thuot.

A l'emplacement proposé du barrage, nous avons effectué trois forages pour les études géologiques du site comme il est exposé dans la Planche No.4. Suivant les résultats de ces forages, nous avons du basalt récent au-dessous des dépôts de sable et de gravier d'une épaisseur de 2 à 3 mètres et les emplacements des appuis sont recouverts de sols résiduels bruns rougeâtres d'origine basaltique. La profondeur des couches est d'environ 3 à 10 mètres. Par conséquent, si l'on adopte le type de barrage-poids ici, il faudrait enlever complètement la couche de sol résiduel pour placer la fondation du barrage sur le basalt récent. Il serait donc nécessaire d'entreprendre des travaux d'excavation importants dans ce cas. D'autre part, dans le cas d'un barrage en enrochement ou en terre, si le noyau central ou la parafouille est construit près de la fondation solide de basalt, ceci afin de minimiser les pertes par percolation sous le barrage, et si un rideau d'injection suffisant est effectué dans les dépôts de sable et de gravier, il serait alors possible de placer le corps du barrage sur ces dépôts.

En vue des considérations ci-dessus, cet emplacement conviendrait à un barrage en terre ou en enrochement. Pour ce genre de barrage, le type de barrage en terre compacté est adopté en vue d'utiliser les matériaux sur place. Les quantités de matériaux nécessaires pour le barrage se trouvent dans les régions situées sur les deux rives de la rivière. Ces matériaux consistent d'argile sableux ou de terre grasse sableux. Suivant les essais de laboratoire, les caractéristiques de ces sols ne conviennent pas tout à fait comme matériaux de terrassement et tenant compte de ces faits, le barrage est conçu comme type de barrage en terre compactée homogène.

2) Réservoir

Nous avons réalisé les cartes topographiques de la zone du projet à l'échelle de 1 sur 20.000ème d'après les photographies aériennes et en effectuant les contrôles au sol. Nous avons à partir de ces cartes établi la courbe de la relation emmagasinage-superficie comme exposé dans la Fig-5.1.

Le réservoir avec le niveau d'hauteseaux à l'élévation de 473,1 mètres au-dessus du niveau de la mer aura une superficie de 5,4 kilomètres carrés et sa capacité de retenue réelle sera de 33 millions de mètres cubes avec une baisse du plan d'eau de 11,6 mètres et servira à irriguer environ 3.500 hectares de terre durant la saison sèche.

La capacité de retenue située au-dessus du niveau des hautes eaux (El.474,6 m) de 1,5 mètre sera d'environ 10 millions de mètres cubes et servira à contrôler les crues.

Le niveau d'eau situé au-dessous de l'élévation 461,5 mètres aura une capacité de 3 millions de mètres cubes et constituera la retenue minimum.

3) Barrage et déversoir

Le barrage du Krong Buk Inférieur sera du type de barrage en terre compactée homogène. La longueur de la crête sera de 1.400 mètres et la hauteur du barrage sera de 21 mètres à partir du lit de la rivière soit à l'élévation de 476,7 mètres.

Le plan, l'élévation et la section du barrage sont décrits dans les Planches No.3 et 4.

La coupe transversale du barrage consiste en terre compactée homogène dans sa partie principale, de la couche de drain centrale, de la couche de drain diversifiée, en enrochement du pied d'amont et d'enrochement rangé à la main sur la surface d'amont.

Le déversoir sera installé sur la rive gauche de la rivière. La hauteur de la crête du déversoir est fixée à l'élévation de 466,1 mètres. La portion de déversement sera un ouvrage en béton d'une hauteur de 8 mètres.

Deux vannes à segment d'une portée nette de 11 mètres et d'une hauteur de 7 mètres seront installées sur la crête du déversoir pour obtenir 33 millions de mètres cubes d'eau pour irriguer 3.500 hectares de terre situés à l'élévation de 473,1 mètres.

4) Ouvrages de décharge

Les ouvrages de décharge consistent principalement de la tour de prise vertical de 18 mètres de hauteur avec sa fondation dans le réservoir et la conduite de prise en béton forcé d'une longueur d'environ 590 mètres. Le débit maximum de la conduite est estimé à 3,51 mètres cubes par seconde. Une valve Howell-Bunger sera installée à la sortie de la conduite.

5) Canal principal et canaux latéraux

Dans la zone du Krong Buk, il sera nécessaire d'installer trois canaux principaux d'une longueur totale de 38,3 kilomètres pour irriguer une superficie de 3.500 hectares.

La longueur et la superficie desservie par ces canaux sont:

1) Canal Principal I	20,9 Km.	2.000 ha.
2) Canal principal II	12,3 Km.	1.000 ha.
3) Canal principal III	5,1 Km.	500 ha.
<hr/>		
Total	38,3 Km.	3.500 ha.

Ces canaux seront du type des canaux en terre sans revêtement artificiel ni dans le lit ni sur les côtés, et leurs capacités ont été déterminées sur la base des besoins d'eau qui seront prélevés.

Le nombre et la longueur totale des canaux latéraux branchés sur les canaux principaux sont :

Canal principal I	17 latéraux	35,2 Km.
Canal principal II	15 latéraux	13,8 Km.
Canal principal III	8 latéraux	8,5 Km.
<hr/>		
Total	40 latéraux	57,5 Km.

Tous les canaux latéraux seront du type de canal en terre.

6) Ouvrages principaux

Les principaux ouvrages des canaux principaux et latéraux consistent en écluses, passage de buses, drainage transversal, drain de surveillance et déversoirs. La quantité et chaque ouvrage pour les canaux principaux sont:

	Ecluse	drainage transver- sal	Passage de buse	drain de surveil- lance	Déversoir
Canal principal I	11	2	2	3	1
Canal Principal II	10	2	2	3	2
Canal principal III	3	1	-	-	1
<hr/>					
Total	24	5	4	6	4

7) Aspects principaux des constructions

Les principaux aspects du système d'irrigation sont exposés ci-après:

Principaux ouvrages

1. Réservoir

Niveau d'hautes eaux	El. 473,1 m.
Capacité totale de retenue	46 millions de m ³
Capacité réelle de retenue	33 millions m ³
Baisse du plan d'eau	11,6 m.

2. Barrage	
Élévation de la crête	El. 476,7 m.
Hauteur	21,0 m.
Type	type de barrage en terre homogène
Volume de terre	810.000 m ³

Ouvrages pour la conduite de l'eau

1. Zone No.1 (superficie irrigable de 2.000 ha.)

 Canaux

 i) Canaux principaux

Longueur	20,90 km.
Débit	2,04 m ³ /sec.
Type	canal en terre
Ouvrages auxiliaires	19

 ii) Latéraux

Nombre de canaux	17
Longueur totale	35,2 km.
Type	canal en terre

2. Zone No.2 (superficie irrigable 1.000 ha.)

 Canaux

 i) Canaux principaux

Longueur	12,3 km.
Débit	0,98 m ³ /sec
Type	canal en terre
Ouvrages auxiliaires	

 ii) Latéraux

Nombre de latéraux	15
Longueur totale	13,8 km.
Type	canal en terre

3. Zone No.3 (superficie irrigable 500 ha.)

 Canaux

 i) Canaux principaux

Longueur	5,1 km.
----------	---------

Débit	0,49 m ³ /sec.
Type	canal en terre
Ouvrages auxiliaires	5

ii) Latéraux

Nombre de canaux latéraux	8
Longueur totale	8,5 km.
Type	canal en terre

5.4.2. Zone du Krong Buk Supérieur

Comme il est exposé dans les paragraphes précédents, il est nécessaire de construire deux réservoirs et un barrage de prise pour irriguer une superficie de 9.000 hectares dans la zone du Krong Buk Supérieur. Un réservoir sera créé dans les parties supérieures du Krong Buk et un autre sera construit sur le Ea Jung qui est un affluent du Krong Buk.

Cependant, le projet d'irrigation du Haut Krong Buk ne fut pas le but principal des études entreprises en 1963.

D'autre part, comme il n'existait que peu de données sur ce projet, il n'a été possible de réaliser seulement que les dessins préliminaires de ce projet. Par conséquent, seules les études provisoires ont été effectuées sur les réservoirs, le barrage de prise et les canaux d'irrigation dont les grandes lignes sont exposées ci-après:

Ouvrages principaux:

1. Réservoir du Krong Buk Supérieur

Niveau d'hautes eaux	El. 701,0 m.
Capacité totale de retenue	86,4 millions m ³
Capacité de retenue réelle	83,4 millions m ³
Baisse du plan d'eau	15,0 m.

Réservoir:

Elévation de la crête	El. 705,5 m.
Hauteur	29,3 m.
Type	barrage en terre compactée homogène
Volume de terre	950.000 m ³

2. Réservoir du Ea Jung

Niveau d'hautes eaux	El. 618,0 m.
Capacité totale de retenue	5,0 millions m ³
Capacité réelle de retenue	4,76 millions m ³
Baisse du plan d'eau	11,0 m.

Barrage:

Élévation de la crête	El. 620 m.
Hauteur	18,0 m.
Type	barrage en terre
Volume de terre	400.000 m ³

3. Barrage de prise

Élévation de la crête	El. 507 m.
Longueur de la crête	30 m.
Volume du béton	460 m ³
Type	barrage-poids

Ouvrages pour la conduite de l'eau:

1. Zone haute (superficie irrigable 7.500 ha.)

Canal principal	57 km.
-----------------	--------

2. Zone de Ea Jung (superficie irrigable 1.500 ha.)

Canal principal	40 km.
-----------------	--------

5.5. Estimation des coûts de construction

Le coût de construction du système d'irrigation du Krong Buk Inférieur est estimé à 3.875.000 dollars U.S. dont 1.790.000 dollars U.S. seraient nécessaires en devises étrangères et 2.085.000 dollars U.S. en dépenses locales. Les détails des dépenses sont exposés dans le Tableau 5.2.

D'autre part, le coût de construction du système d'irrigation du Krong Buk Supérieur y compris les travaux du système de Ea Jung est estimé à 6.800.000 dollars U.S. avec les détails donnés dans le Tableau 5.3. ci-après. Il est à noter que ces estimations pour-

raient être modifiées après les études envisagées pour l'année fiscale 1964.

D'autre part, dans ces estimations sont exclus tous droits d'entrée et taxes qui pourraient être imposés sur les équipements, les matériels et les fournitures ainsi que les taxes prélevées sur les ingénieurs, les entrepreneurs et leur personnel étrangers au Viet-Nam.

5.6. Bénéfice du projet

5.6.1. Bénéfice direct provenant de l'irrigation

Comme exposé dans les paragraphes précédents, la culture irriguée dans la zone de Krong Buk peut être adéquatement pratiquée par la culture de paddy avec l'élevage dans les terres basses et la culture des terres hautes avec l'élevage.

Dans la zone du Krong Buk Inférieur, il est estimé que le revenu brut annuel sera de d'environ 361 dollars U.S. par hectare dans les terres basses et environ 240 dollars U.S. par hectare dans la zone des terres hautes sur la base d'une utilisation rationnelle de terre, des récoltes, de l'élevage, du type et de l'importance des fermes comme il est exposé dans l'Appendice V. Avec la pratique de l'irrigation, il serait possible de récolter le riz deux l'an et il est envisagé une récolte annuelle d'environ 3.900 tonnes. En dehors du riz, cette région pourrait produire du maïs, des fruits, des légumes et autres. La valeur de l'augmentation de la production agricole serait de l'ordre de 900.000 dollars U.S. par an.

D'autre part, comme il n'existe pas d'information concernant la production agricole de la zone de Krong Buk Supérieur, nous avons estimé sommairement l'augmentation de la valeur de la production agricole à environ 2.300.000 dollars U.S. en nous basant sur le résultat de nos études sur le revenu des fermiers pratiquant la culture irriguée dans la zone du Krong Buk Inférieur.

5.6.2. Bénéfice dérivant de la maîtrise des crues

Durant la saison des pluies, les eaux du Krong Buk restent stagnantes et se répandent sur toute la zone des terres basses sur les deux rives de la rivière et submergent une grande superficie de terres.

Avec l'existence des deux réservoirs sur le haut et le bas Arong Buk, il serait possible de régulariser environ 22 millions de mètres cubes d'eaux des crues et protéger plus de 2.000 hectares de terres basses contre les ravages des inondations qui pourraient être utilisées pour l'agriculture. Mais pas toutes les terres de la zone basse sont ainsi protégées à cause de la synchronisation des crues du Krong Buk et du Krong Pach. Pour assurer un contrôle total des crues, il est nécessaire de réaliser le plan de développement du Bassin du Haut Srepok qui est décrit dans l'Appendice III.

Au stade actuel, nous ne possédons pas suffisamment de données pour évaluer les bénéfices dérivant de la maîtrise des crues. Cependant il est certain que la régularisation des crues permettraient une plus grande utilisation des terres en agriculture, des avantages pour les travaux publics et autres, mais ces bénéfices ne peuvent être pour le moment évaluer en termes monétaires.

5.7. Rentabilité du projet

Les projets du Krong Buk Supérieur et du Krong Buk Inférieur ont pour objectif l'irrigation et le contrôle des crues. De ce fait, l'aspect économique de ces projets doit être justifié par l'irrigation et le contrôle des crues. Mais comme il est exposé plus haut, les bénéfices dérivant de la maîtrise des crues et les bénéfices indirectes provenant de l'irrigation ne peuvent être estimés pour le moment à cause du manque d'information à ces égards. Nous avons donc laissé de côté ces bénéfices dans l'étude de la proportion bénéfice et coût pour évaluer la rentabilité du projet du point de vue de l'économie nationale.

Fig - 6.1 RESERVOIR DU KINCHU ENK LAFFERLAR

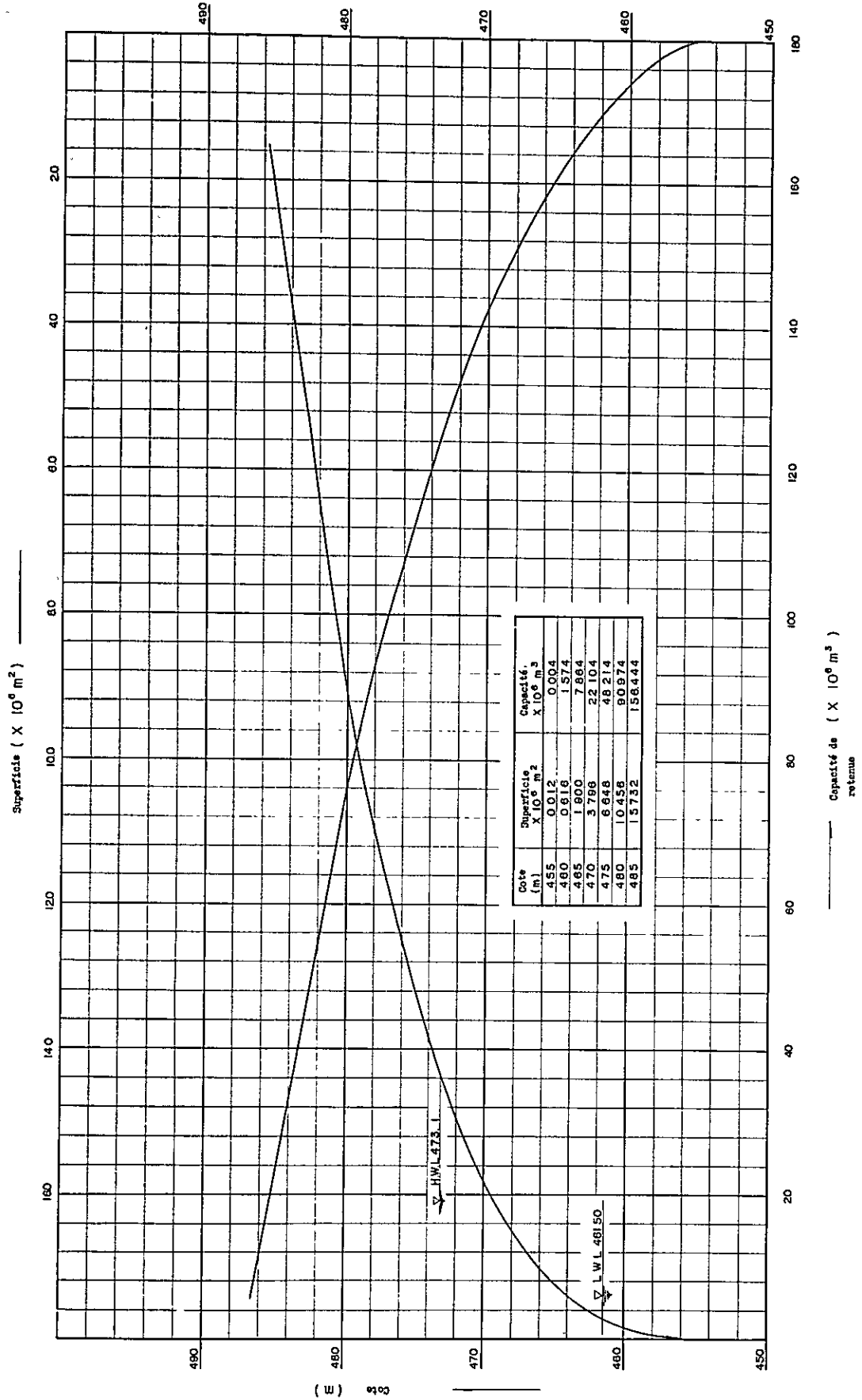


Tableau 5.2 Estimation du coût de construction du projet d'irrigation
du Krong Buk inférieur (3.500 ha)

<u>Détail</u>	<u>Coût en 1.000 U.S. Dollars</u>		<u>Observations</u>	
	<u>Devise étrangère</u>	<u>Monnaie du pays</u>		
	<u>Total</u>	<u>Total</u>		
(A) Travaux de préparatifs	8,0	12,0	20,0	Environ 1.000m ² de bureau, du campement des ingénieurs, etc, y compris.
(B) Reservoir	661,0	929,0	1.590,0	Déversoir y compris.
(C) Prise d'eau	117,0	100,0	217,0	Vanne sur la prise d'eau et valve "Howell-Bunger" à l'extrémité de la conduite d'admission y comprises.
(D) Machineries de construction	150,0	40,0	190,0	-----
(E) Canaux principaux				
(a) Terrassement	265,2	142,5	407,7	Travaux d'excavation et de remblai.
(b) Ouvrages d'art	29,8	16,0	45,8	Branchements, vannes de réglage, siphons inversés, etc.
(F) Canaux latéraux				-----
(a) Terrassement	46,0	50,0	96,0	-----
(b) Ouvrages d'art	12,0	30,0	42,0	-----
(G) Défrichement des terrains	122,5	332,5	455,0	Frais de construction de petits fossés de distribution non compris.
(H) Frais généraux et honoraires techniques	233,5	272,0	505,5	Environ 15% des frais totaux.
(I) Imprévus et réserves	145,0	161,0	306,0	Environ 10% du total de (A) à (F).
Total	<u>1.790,0</u>	<u>2.085</u>	<u>3.875</u>	

Tableau 5.3 Estimation du coût de construction du projet d'irrigation
du Krong Bok supérieur (9.000 ha)

<u>Détail</u>	<u>Coût en 1.000 U.S. Dollars</u>	<u>Observations</u>
(A) Travaux de préparatifs	40	Environ 1.000m ² de bureau, du campement des Ingénieurs, etc, y compris.
(B) Reservoir	2.050	Déversoir y compris.
(C) Prise d'eau	520	Vanne sur la prise d'eau et valve "Howell-Bunger" à l'extrémité de la conduite d'admission y comprises.
(D) Machineries de construction	320	-----
(E) Canaux principaux		
(a) Terrassement	840	Travaux d'excavation et de remblai.
(b) Ouvrages d'art	640	Branchements, vannes de réglage, siphons inversés, etc.
(F) Canaux latéraux		
(a) Terrassement	280	-----
(b) Ouvrages d'art	120	-----
(G) Défrichement des terrains	390	Frais de construction de petits fossés de distribution non compris.
(H) Frais Généraux et honoraires techniques	1.000	Environ 15% des frais totaux.
(I) Imprévus et réserves	600	Environ 10% total de (A) & (F).
<u>Total</u>		
6,800		

TABLÉAU 5.4. EVALUATION PROVISOIRE DU RAPPORT COUT-BENEFICE

Description	Région du Krong Pak supérieur	Région du Krong Pak inférieur
1/- Bénéfice annuel :		
Revenu annuel accroissant dérivant des produits agricoles	US\$ 2.300.000	US\$ 900.000
2/- Frais annuels		
Immobilisations	US\$ 6.800.000	US\$ 3.875.000
Immobilisations réparties également sur chaque année	US\$ 6.800.000 X 0,0433 = US\$ 294.000	US\$ 3.875.000 X 0,043 = US\$ 168.000
Frais annuels d'exploitation, d'entretien et de réparations	US\$ 20,6 ¹ / ₂ /ha X 9.000 ha = US\$ 187.000	US\$ 2 ¹ / ₂ /ha X 2.100 ha + US\$ 20,6 ¹ / ₂ /ha X 1.400 ha = US\$ 82.000
Augmentation annuelle des dépenses dans les fermes (se rapporter aux Tableaux 5.10 et 5.11 de l'Annexe V)	US\$ (291 - 32) ¹ / ₂ /4,5 ha X 9.000 ha = US\$ 499.000	US\$ (153-25) ¹ / ₂ /4,5 ha X 2.100 ha + 3 (281-32) ¹ / ₂ /4,5 ha X 1.400 ha = US\$ 212.000
Frais annuels totaux	US\$ 294.000 + 187.000 + 499.000 = US\$ 980.000	US\$ 168.000 + 82.000 + 212.000 = US\$ 462.000
3/- Rapport coût-bénéfice	US\$ 2.300.000 ÷ 2,35 US\$ 980.000	US\$ 900.000 ÷ 1,95 US\$ 462.000

¹ et ² : Ces chiffres représentent le taux d'abonnement aux eaux d'irrigation à percevoir des fermiers, comme ils sont mentionnés dans les Tableaux 5.10 et 5.11 de l'Annexe V.

³ : Les détails sont donnés ci-dessous.

	AVANT L'AMÉNAGEMENT DE L'IRRIGATION	APRÈS L'AMÉNAGEMENT DE L'IRRIGATION
Unité agricole pour la riziculture avec élevage.	5	6
Unité agricole des terres hautes avec élevage.	5	7
Unité agricole pour la riziculture avec élevage	5	6
Unité agricole des terres hautes avec élevage.	5	78
Unité agricole pour la riziculture avec élevage	5	15
Unité agricole des terres hautes avec élevage.	5	10
Unité agricole pour la riziculture avec élevage	5	20
Unité agricole des terres hautes avec élevage.	5	100
Unité agricole pour la riziculture avec élevage	5	15
Unité agricole des terres hautes avec élevage.	5	22
Total	US\$ 25/unité agric.	US\$ 135/unité agric.
		US\$ 281/unité agric.

CHAPITRE .VI

AMENAGEMENTS FUTURS

6.1. Irrigation

La zone des terres hautes d'une superficie d'environ 100.000 hectares située dans les environs de Ban Me Thuot, est principalement formée par un terrain relativement plat-dont le sol serait plutôt très fertile ; il y aurait donc de grandes possibilités du point de vue de développement agricole, les conditions topographiques et pédologiques de la zone convenant à l'exploitation agricole par irrigation.

Or, à l'exception d'une ferme existante d'une superficie d'environ 6.000 hectares et de quelques régions destinées actuellement aux plantations d'hévéa et de caféier, la plus grande partie de cette zone serait couverte de forêts et d'herbes sans être mise en valeur. Les études préliminaires furent donc effectuées pour voir si la perspective de mise en valeur de cette zone par l'irrigation, en l'incorporant dans le Projet de Mise en Valeur d'Ensemble du Haut-Srépok, existait; ce qui est d'ailleurs exposé dans le présent Rapport principal.

D'autre part, les plans d'irrigation suivants sont actuellement envisagés en tant que plan d'aménagement futur :

1/- Un réservoir serait installé en un point se trouvant en amont du Krong Hnang, à la cote 715 mètres environ, et serait susceptible de contenir environ 100 millions de mètres cubes d'eau disponible ;

ce qui permettrait d'irriguer par gravité une zone des terres hautes d'une superficie d'environ 8.500 hectares s'étendant sur la rive gauche du Krong Buk.

2/- Des réservoirs seraient construits sur l'Ea Knir, le Tray Ho et l'Ea Nang, affluents du Srépok, permettant d'irriguer une zone des terres hautes d'une superficie de 3.500 hectares, au Sud de Ban Me Thuot, à l'aide d'environ 60 millions de mètres cubes d'eau disponible.

Les débits excédentaires de l'Ea Jung et de l'Ea Krong Buk supérieur qui ne seraient pas destinés aux réservoirs installés sur les deux rivières en question, suppléeraient un réservoir devant être aménagé sur l'Ea Uy, affluent de l'Ea Krong Buk; ainsi, une zone des terres hautes d'une superficie d'environ 5.000 hectares, s'étendant sur la rive droite de l'Ea Krong Ana, pourraient être desservie en eau d'irrigation par gravité.

A la suite des plans d'aménagement de l'irrigation futurs exposés ci-dessus, l'ensemble de la zone irrigable serait d'une superficie d'environ 17.000 hectares; en y ajoutant la zone irrigable d'une superficie de 39.000 hectares desservie par les projets du Krong Buk supérieur, de l'Ea Jung, du Krong Boung et du Darlac, la zone irrigable envisagée autour de Ban Me Thuot serait d'une superficie de 56.000 hectares.

Par ailleurs, la zone s'étendant sur les deux rives de l'Ea Krong en aval des chutes de Ban Dray, serait relativement plate; compte tenu des possibilités de développement futur

de l'énergie électrique dans cette zone, on pourrait y envisager un plan d'aménagement de l'irrigation suivant.

1/- En utilisant l'eau d'aval du Projet aux fins énergétiques du Dak Sor, en aval de Ban Dray, une zone des terres hautes d'une superficie d'environ 35.000 hectares s'étendant sur les deux côtés de la centrale électrique de Drayling pourrait être irriguée par gravité.

2/- L'irrigation par gravité des terres basses alluviales d'une superficie d'environ 5.000 hectares s'étendant sur la rive gauche du Srépok, à l'Ouest de Ban Don, pourrait être réalisée à partir du réservoir devant être construit sur le Dak Ken, affluent du Srépok, pour des fins de l'irrigation.

Les deux projets d'aménagement de l'irrigation exposés ci-dessus permettraient, ainsi, de desservir une zone irrigable envisagée d'une superficie d'environ 40.000 hectares s'étendant sur les deux rives du Srépok, à l'Ouest de Ban Me Thuot.

Ainsi, par la réalisation desdits plans d'aménagement futurs, la zone irrigable du bassin du Haut-Srépok s'étendrait sur une superficie totale d'environ 96.000 hectares.

6. 2. Production de l'énergie

Alors que des études plus détaillées sur le terrain devraient être entreprises, l'aménagement de plusieurs projets hydroélectriques pourrait être envisagé sur le Krong Kno et dans les parties du cours inférieur des chutes de Ban Dray, suivant les résultats de nos études sommairement effectuées sur la

topographie et l'hydrologie du Srépok. Un aperçu de ces plans est donné ci-après :

1/- Projet du Krong Kno.

Le Krong Kno est un des plus grands affluents du Srépok; son bassin versant aurait une superficie de 3.800 kilomètres carrés et serait en grande partie couverte de forêts denses.

Suivant nos études en question, il existerait un emplacement convenant à l'aménagement d'un barrage, à environ 2 kilomètres en amont de Ban Ton Srah.

En se basant sur les relevés des débits pris aux stations de Ban Bur et de Kana, ainsi que sur les relevés pluviométriques des années antérieures, le débit moyen mensuel et le débit moyen annuel, observés à l'emplacement du barrage envisagé dans la partie du cours supérieur du Krong Kno, pourraient être estimés à environ 13 et 43 mètres cubes par seconde respectivement.

La construction, en cet emplacement, d'un barrage en enrochements d'une hauteur de 71 mètres environ permettrait la création d'un réservoir d'une capacité de retenue brute d'environ 1,2 milliard de mètres cubes ; ainsi, il serait possible d'avoir une puissance disponible approximative de 20.000 kilowatts. En outre, la plaine basse et marécageuse d'une superficie d'environ 2.000 hectares, qui était submergée en saison des pluies, pourrait être disponible durant toute une année si les inondations étaient contrôlées par ledit réservoir.

D'autre part, l'eau d'aval provenant de cette centrale électrique serait conduite dans un tunnel d'environ 1 kilomètre de long devant être aménagé et relié au réservoir de Dak Sor, suivant le plan d'aménagement de Dak Sor exposé ci-après.

2/- Plan d'aménagement du Dak Sor

La création d'un réservoir d'une capacité totale de retenue d'environ 650 millions de mètres cubes serait possible sur le Dak Sor, en construisant un barrage en terre de 54 mètres de haut en un point approximatif de 1 kilomètre en amont du confluent de cette rivière et de l'Ea Krong Ana.

Ainsi, ce réservoir permettrait d'avoir une puissance d'environ 23.000 kilowatts et d'irriguer un terrain d'une superficie d'environ 35.000 hectares s'étendant sur la rive gauche du Srépok, en utilisant les eaux fluviales alimentées du bassin de Krong Kno.

3/- Plan d'aménagement de l'Ea Krong

Dans les parties du cours de l'Ea Krong s'étendant sur environ 40 kilomètres, entre les chutes de Ban Dray et Ban Don, on envisagerait selon les caractéristiques topographiques de l'Ea Krong, l'aménagement de six projets aux fins énergétiques, y compris le projet d'extension de la centrale électrique de Drayling qui existe déjà, comme suit :

a/- On aurait une puissance d'environ 14.000 kilowatts en construisant un barrage-poids en béton d'environ 23 mètres de haut à environ 4 kilomètres en aval du confluent de cette rivière et du Dak Sor (emplacement de barrage "D" envisagé).

b/- En un point à environ 5 kilomètres en amont des chutes du Drayling (emplacement de barrage "C" envisagé), on pourrait construire un barrage-poids en béton d'une hauteur d'environ 12,5 mètres et on pourrait alors disposer d'une puissance d'environ 7.600 kilowatts.

c/- Une fois que le projet d'extension de la centrale électrique de Drayling serait terminé, on disposerait de ladite usine une puissance disponible de 10.000 kilowatts.

d/- On trouve de nombreuses rapides dans les parties du cours situées entre les chutes du Drayling et Ban Don, où pourrait être envisagé l'aménagement d'un barrage-poids en béton de 20 mètres environ de haut (emplacement du barrage "B" envisagé) ; ce qui permettrait la production d'une énergie disponible d'environ 8.400 kilowatts.

e/- On aurait trouvé un emplacement convenant à l'installation d'un barrage dans les parties du cours situées entre les chutes de Drayling et Ban Don ; en cet emplacement (emplacement du barrage "A" envisagé), il serait possible de construire un barrage-poids en béton d'environ 42 mètres de haut duquel on pourrait envisager la production d'une énergie disponible d'environ 18.000 kilowatts.

f/- La construction d'un barrage en terre à environ 10 kilomètres en aval de l'emplacement du barrage "A" envisagé permettrait de disposer d'une puissance disponible d'environ 21.000 kilowatts.

A la suite de la réalisation de ces futurs projets aux fins énergétiques, une énergie annuelle totale d'environ 865 mégawattheures pourrait être envisagée.

Un aperçu des différents plans d'aménagement aux fins énergétiques est sommairement donné dans le tableau 6.1 ci-après.

Tableau 6.1

Avenant des aménagements hydroélectriques du bassin du Haut-Sénégal

Détails		Site	Krong Koo	Dak Sor	Barrage "j"	Barrage "c"	Drayling	Barrage "B"	Barrage "A"	Ban Don	Total
I. Bassin versant (km ²)			2.965	Krong Koo 897	8.437	8.786	8.808	9.089	9.317	10.708	
II. Reservoir											
Plan des Hautes Eaux (m)			480	400	350	315	301,5	284,5	264	200	
Plan des Basses Eaux (m)			460	388						195	
Superficie (km ²)			4,5	36,0						92	
Capacité brute de retenue (m ³)			1.170 x 10 ⁶	655 x 10 ⁶						1.120 x 10 ⁶	
Capacité nette de retenue (m ³)			510 x 10 ⁶	350 x 10 ⁶						480 x 10 ⁶	
III. Barrage											
Type			Barrage en enrochement	Barrage en terre	Barrage en béton	Barrage en béton	Barrage en béton	Barrage en béton	Barrage en béton	Barrage en terre	
Hauteur (m)			71	54	23	12,5	2,5	19,5	42	28	
Longueur en crête (m)			770	1.100	500	200	725	500	600	6.500	
Volume (m ³)			3.750.000	4.900.000	70.000	20.000	11.000	100.000	290.000	6.300.000	
IV. Hauteur de chute											
Hauteur Max. utile (m)			59,0	49,0						24,0	
Hauteur Min. utile (m)			39,0	37,0	22,4	11,9	15,4	18,9	40,4	19,0	
Hauteur Moy. utile (m)			49,0	43,0	23,0	12,5	16,0	19,5	41,0	21,5	
V. Débit											
Débit min. disponible (m ³ /s)			43	51	51	52	52,0	53	54	95	
Débit maximum (m ³ /s)			66	78	78	80	80,0	81	82	140	
VI. Production de l'énergie											
Puissance disponible avec une hauteur de chute Min. (kW)			17.000	18.000	9.600	5.300	6.800	8.400	18.000	16.000	
Puissance disponible avec une hauteur de chute Moy. (kW)			20.000	20.000	14.000	7.600	10.000	12.000	26.000	18.000	
Capacité installée (kW)			20.000	23.000	14.000	46 x 10 ⁶	59 x 10 ⁶	73 x 10 ⁶	157 x 10 ⁶	21.000	133.600 kW
Energie annuelle productible (kWh)			149 x 10 ⁶	157 x 10 ⁶	84 x 10 ⁶	46 x 10 ⁶	59 x 10 ⁶	73 x 10 ⁶	157 x 10 ⁶	140 x 10 ⁶	865 x 10 ⁶ kWh
Frais de construction du barrage et de la centrale électrique (US\$)			36.600.000	27.400.000	6.500.000	3.700.000	4.500.000	5.000.000	6.900.000	33.300.000	
Frais de construction par kWh (US. cent)			24,6	17,5	7,7	8,0	7,6	6,9	4,4	23,8	

CHAPITRE VII

CONCLUSION ET RECOMMANDATION

1. Suivant les résultats de nos études et comme il a été exposé dans les paragraphes précédents et en prenant en considération les conditions topographiques naturelles ainsi que du point de vue des justifications des investissements pour le succès du projet, il est possible d'irriguer une superficie de 3.500 hectares de terres avec le réservoir du Krong Buk Supérieur.

Cependant, ce plan nécessiterait un investissement d'environ 1,100 dollars U.S. par hectares pour la réalisation d'un système pour irriguer 3.500 hectares.

2. Le Gouvernement du Viet-Nam a ouvert un centre de développement agricole dans la région du Krong Buk Supérieur dans laquelle 6.000 hectares sont utilisés par les plantations d'hévéas, de thé et de café. De sorte que les efforts du Gouvernement se portent sur le développement de l'irrigation pour la mise en valeur de cette valeur.

Suivant nos études préliminaires sur le projet d'irrigation du Krong Buk Supérieur, il serait ^{possible} d'irriguer par gravité environ 9.000 hectares de terres en construisant les réservoirs du Haut Krong Buk et du Ea Jung dans les parties en amont du Krong Buk. Le coût de construction de ce projet d'irrigation reviendrait à environ 755 dollars U.S. par hectares.

3. De ce qui précède, il serait désirable que le projet d'irrigation du Krong Buk Inférieur qui est l'objectif principal de nos études de l'année 1963, soit laissé de côté pour le moment et réalisé plus tard. Il serait plus important d'entreprendre la mise en valeur de la zone du Krong Buk Supérieur tout d'abord.
4. Les études détaillées, particulièrement les études agronomiques du projet du Krong Buk Supérieur ainsi que les études géologiques

des sites proposés des barrages devraient être entreprises le plus tôt possible afin d'étudier en détail les possibilités de ce projet.

5. Pour l'étude de la maîtrise des crues, il est habituellement nécessaire d'obtenir les données hydrologiques précis et sur de longues périodes, en particulier les observations sur le débit des crues des années sont absolument nécessaires.

En vue de la complexité du système hydrologique du bassin du Haut Srepok, il serait nécessaire d'effectuer les analyses hydrologiques précis sur la relation entre les précipitations et l'écoulement durant la période des crues sur la base des résultats des études subséquentes afin de pouvoir étudier les bénéfices économiques et l'efficacité dans le contrôle des crues.

6. L'hévéa dont la culture est activement encouragée par le Gouvernement du Viet-Nam est actuellement cultivé sans l'irrigation excepté durant la période de l'ensemencement et au moment de la transplantation car il possède une forte résistance due à ses racines profondément ancrées dans le sol.

Il est présumé que l'apport de l'eau d'irrigation dans les plantations d'hévéas, particulièrement durant la saison sèche pourrait être bénéficiaire à leur croissance et à la production du latex.

7. Cependant, le fait qu'il n'existe aucune étude se rapportant à l'irrigation des plantations d'hévéas, ni sur les effets sur la production du latex, il n'est pas possible pour le moment d'envisager les bénéfices de l'irrigation sur la croissance de l'hévéa. De plus amples études sur ce sujet sont nécessaires.

ANNEXE

ANNEXE I

ETUDES SUR LE TERRAIN

- Section 1. Généralité
- Section 2. Travaux de topographie
- Section 3. Cartographie aérienne
- Section 4. Etudes géologiques
- Section 5. Météorologie et hydrologie
- Section 6. Recherches agricoles

ANNEXE I

ETUDES SUR LE TERRAIN

Section 1. Généralité

Conformément aux dispositions du "Plan d'Opération" conclu pour les études sur le terrain relatives au projet d'irrigation de la région du Krong Buk située dans le bassin du Srépok supérieur, que devait entreprendre le Gouvernement du Japon en coopération avec le Gouvernement du Viêt-Nam et le Comité pour la Coordination des Etudes sur le bassin inférieur du Mékong, les travaux sur le terrain furent effectués sur une période de trois mois s'étendant de mi-Novembre 1963 à mi-Février 1964 dans le bassin du Haut-Srépok, couvrant l'Ea Krong Buk, l'Ea Krong Pach, l'Ea Krong Boung et d'autres rivières. L'équipe, composée de deux ingénieurs civils, d'un géologue d'un ingénieur spécialisé en irrigation et d'un pédologue, effectua les travaux de topographie, les études du sol et de l'eau, les recherches agricoles, et les études hydrologiques et géologiques donnés ci-

Buk et nivellement de profil le long des rivières.

superficie d'environ 2,75 kilomètres carrés, ainsi que le levé topographique des autres sites, tels que ceux se trouvant sur l'Ea

Krong Pach, l'Ea Krong Boun, l'Ea Hlang, l'Ea Jung, le Krong Buk Supérieur, l'Ea Krong Ana, le Krong Pach Inférieur et l'Ea kmát sur une superficie d'environ 4,96 kilomètres carrés au total.

Le nivellement de profil fut effectué sur une distance d'environ 65 kilomètres entre Ngo Dien et Quang Cu le long de l'Ea Krong Ana, et sur 64 kilomètres le long du Krong Buk.

(2) Sondage géologique le long des axes de barrage envisagés principalement sur le Krong Buk et études sur le terrain des matériaux de construction du corps du barrage.

Des sondages d'essai d'une profondeur totale de 45 mètres furent effectués en cinq emplacements, et l'excavation de puits de sondage d'une profondeur totale de 32 mètres fut effectuée pour permettre l'examen des matériaux nécessaires à la construction des barrages; à cet effet, huit sondages furent exécutés aux emplacements où ils étaient considérés nécessaires.

(3) Etudes agricoles

L'étude pédologique détaillée et l'étude agricole furent effectuées sur l'ensemble des terres irrigables se trouvant dans la zone du Projet du Krong Buk.

- (4) Etudes hydrologiques, collection des données météorologiques et hydrologiques, observations des niveaux des rivières et mesures du débit fluvial pendant la période d'étude. Les stations de jaugeage furent installées en bordure du Krong Buk et du Krong Pach, respectivement. Les observations hydrologiques et météorologiques sont toujours poursuivies.
- (5) Levés au sol nécessaires pour l'établissement de cartes à partir des photographies aériennes. Opération de nivellement au sol comprenant des relèvements de cotes de niveau fut étendue sur une distance d'environ 500 kilomètres au total.

Section 2. Travaux de topographie

2.1 Nivellement de base

Le nivellement de base fut effectué par deux ingénieurs sur une période de deux mois en Novembre et Décembre 1963.

Les repères de nivellement existants le long de la Route Nationale No.21 furent utilisés comme point de repère pour le nivellement de base, dont les opérations furent étendues sur une distance d'environ 25 kilomètres, entre le Krong Buk et le Krong Pach, le long de ladite opération de Route Nationale No.21, tandis qu'une autre nivellement de base fut effectuée sur environ 8 kilomètre entre la communauté de Thang Tien et la Communauté de B.Knir.

Les lignes de nivellement ramifiées s'étendirent sur une distance de 55 kilomètres le long de l'Ea Krong Pach et l'Ea Krong Ana, en passant par B.Hang Alâ, Phuoc Trach, Le Giao et Khue Dien..

Tous les repères de nivellement placés sur ces lignes de nivellement sont en béton. Les détails sur lesdits repères de nivellement figurent dans le Recueil des Données.

Au cours des opérations de nivellement, les niveaux de précision japonais furent employés. La distance maximum de visée au stadia fut maintenue à 100 mètres et l'écart entre la distance du coup avant et celle du coup arrière fut maintenu à vingt mètres au maximum au cours du nivellement entre les repères de nivellement provisoires.

Sur la route principale de nivellement, une opération de nivellement en aller-retour fut entreprise en vue de vérifier les écarts possibles entre lesdits repères de nivellement provisoires, de telle sorte que les écarts entre le nivellement d'aller et celui de retour ne dépassent pas la valeur obtenue en multipliant 10 millimètres par la racine carrée de la distance exprimée en kilomètres des nivellement effectués ; lorsque de tels écarts étaient remarqués, un troisième nivellement était effectué.

2.2 Opération de nivellement au sol

Les opérations de nivellement au sol, comprenant les relevements de cotes de niveau, nécessaires à l'établissement de cartes à partir des photos aériennes, furent effectuées par quatre ingénieurs sur une période de trois mois s'étendant de mi-Novembre 1963 à mi-Février 1964.

En utilisant les photographies aériennes prises par le Service Cartographiques de l'Armée Américaine (U.S. Army Map Service) la triangulation aérienne fut effectuée dans l'ensemble de la zone du projet envisagée d'une superficie d'environ 500 kilomètres carrés à l'aide d'instruments de levé de Tellurometer et de Wild. Les résultats de la triangulation aérienne sont donnés dans le Recueil des Données.

En nous basant sur les résultats des nivellements de base et nivellements ramifiés, nous effectuâmes les relèvements des cotes de niveau sur une distance s'étendant sur 225 kilomètres au total pour l'établissement de carte de la zone du projet à partir des photographies aériennes.

2.3 Levés topographiques

Les travaux sur le terrain furent commencés par quatre ingénieurs au début de mi-Novembre 1963 et terminés vers la fin de Janvier 1964.

Les levés topographiques détaillés furent exécutés au site de barrage proposé sur le Krong Buk et les autres travaux topographiques au stadia furent effectués aux sites de barrage suivants. Ces travaux s'étendirent sur une superficie de 7,7 kilomètres carrés.

Les cartes topographiques furent dressées à l'échelle de 1/1.000ème avec des courbes de niveau équidistantes d'un mètre.

Sites de barrages	Superficie des travaux de topographie (km ²)
Krong Buk	2,75
Krong Boung	1,21
Krong Pach	0,58
Krong Buk Supérieur	0,28
-id-	0,93
Ea Jung	0,65
Ea Hlang	0,36
Krong Ana	0,29
Krong Pach Inférieur	0,31
Ea Kmat	0,35
<hr/>	
Total :	7,71 km ²

2.4 Nivellement de profil le long des rivières.

En utilisant les repères de nivellement existants et les repères de nivellement provisoires qui furent installés par notre équipe, deux nivellements de profil le long des rivières furent effectués par deux ingénieurs. L'une de ces opérations de nivellement s'étendit sur 65 kilomètres le long de l'Ea Krong Ana et de l'Ea Krong Pach, et l'autre sur environ 64 kilomètres le long du Krong Buk, à partir de son confluent avec l'Ea Krong Ana jusqu'au site de barrage proposé.

Section 3. Cartographie aérienne

A l'aide des résultats de l'opération de nivellement au sol et des photographies aériennes prises par le Service Cartographique de l'Armée américaine (U.S. Army Map Service) à l'échelle de 1/40.000^{ème}, on prépara à Tokyo les cartes topographiques de la zone du Projet à l'échelle de 1/20.000^{ème} avec des courbes de niveau équidistantes d'un mètre dans la plaine et de 5 à 10 mètres dans les zones accidentées.

Les régions et l'étendue des zones ayant fait l'objet des cartographies aérienne sont données ci-dessous :

<u>Région</u>	<u>Echelle</u>	<u>Courbes de niveau</u>	<u>Etendue</u>
Région du réservoir du Krong Kno	1/50.000 ^{ème}	Equidistantes de 5 metres	150 km ²
Région du réservoir de Krong Boung	1/50.000 ^{ème}	Equidistantes de 5 mètres	155,6
Terres irrigables de la région du Krong Buk	1/20.000 ^{ème}	Equidistantes de 1 mètre	707
Total			1.012,6 km ²

Section 4. Etudes géologiques

Les sondages d'essai furent effectués aux sites de barrage suivants, en utilisant des sondeuses rotatives à grande vitesse.

(1) Site de barrage du Krong Buk : Au site de barrage du Krong Buk situé à environ 42 kilomètres à l'Est de Ban Mé Thuot, le long de la Route Nationale No.21, trois carottages d'une profondeur totale de 16 mètres furent effectués et des puits de sondage pour permettre l'examen des matériaux nécessaires à la construction du corps du barrage furent exécutés en quatre emplacements sur la rive droite du site du barrage.

(2) Site de barrage du Krong Pach : Les carottages d'une profondeur totale de 29 mètres furent effectués au site de barrage proposé se trouvant près de la Communauté de Quan Cu, et quatre puits de sondage furent excavés près du site de barrage.

Au cours des carottages, on effectua les prélèvements d'échantillons en utilisant les sondeuses à couronne d'acier de 73 millimètres de diamètre et à pointe de diamant de 46 millimètres de diamètre.

Section 5. Météorologie et hydrologie

En plus des deux stations de jaugeage déjà installées à Kana et à Ban Bur en tant que contribution du Gouvernement du Japon en 1961. Deux stations de jaugeage supplémentaires furent mises en place près des sites de barrage proposés sur le Krong Buk et le Krong Pach. Les observations du niveau des rivières furent effectuées chaque jour aux quatre stations en question et les débits des rivières furent mesurés périodiquement à l'aide de moulinet à chacune des stations durant la période de l'étude.

L'observation du niveau des rivières est poursuivie par le personnel local. Les données météorologiques, telles que les précipitations, la température, l'humidité relative et l'évaporation furent recueillies du Service Météorologique de Saigon.

Section 6. Recherches agricoles

L'étude pédologique détaillée fut effectuée sur l'ensemble des terres irrigables de la zone du Projet. Au cours des travaux sur le terrain, les principales caractéristiques de sol, telles que la gravité spécifique, la teneur en humidité, la capacité de rétention au champ, etc. furent examinées pour déterminer le critère pour le dimensionnement du réseau d'irrigation de la zone du Projet.

La production courante des récoltes et l'état actuel de l'exploitation agricole furent aussi étudiés durant la période des études pédologiques. En nous basant sur ces données, furent établis la carte détaillée du sol et celle d'utilisation possible des différentes catégories de terrain donnant une idée générale du type et de la fertilité des sols.

L'unité agricole convenant le mieux aux conditions de cette zone est également exposée afin de permettre de déterminer le type et la répartition des récoltes s'adaptant le mieux aux conditions naturelles et économiques de la zone du Projet.

ANNEXE II

METEOROLOGIE

- Section 1. Généralité
- Section 2. Précipitations
- Section 3. Evaporation
- Section 4. Température
- Section 5. Humidité relative moyenne mensuelle

ANNEXE II

MÉTÉOROLOGIE

Section 1. Généralité

La chaîne Annamitique forme, à l'Est du bassin du Srépok, approximativement du Nord au Sud une barrière contre la mousson du Nord-Est amenant de grande quantité de pluies et la déversant sur la partie Orientale de ladite chaîne de montagnes ; de ce fait, la partie Occidentale de la Chaîne Annamitique ne reçoit qu'une très faible pluie. Par contre, avec l'arrivée de la mousson du Sud-Ouest, le phénomène qui se produit est inverse.

Section 2. Précipitations

Les observations pluviométriques mensuelles effectuées à Ban Me Thuot, à 30 kilomètres environ de l'emplacement du projet envisagé, figurent dans le Tableau qui suit :

Tableau 2.1

Précipitations mensuelles moyennes (en mm)

<u>Janv.</u>	<u>Fév.</u>	<u>Mars</u>	<u>Av.</u>	<u>Mai</u>	<u>Juin</u>	<u>Juil</u>	<u>Août</u>	<u>Sept</u>	<u>Oct</u>	<u>Nov.</u>	<u>Déc.</u>	<u>Total</u>
1,7	2,4	25,9	104,1	213,0	234,3	268,5	277,9	298,2	207,0	78,8	16,5	1.728,3

(Source : Ingénieurs chargés des études hydrologiques du Haut-Srépok, équipe organisée par le Gouvernement du Japon)

Le maximum des précipitations mensuelles moyennes, qui atteignit 450 millimètres, fut observé en Septembre 1960.

Durant les quatre mois de la saison sèche (s'étendant de décembre à Mars de l'année qui suit), les précipitations moyennes observées donnèrent un total de 42,6 millimètres ; ce qui correspondrait à 10,7 millimètres par mois. D'où les quantités d'eau ne suffisent pas pour les cultures, à moins qu'on ait recours à d'autres sources d'approvisionnement en eau.

Section 3. Evaporation.

Selon les observations effectuées, l'évaporation mensuelle serait comme suit :

Tableau 2.2

Evaporation mensuelle moyenne (en mm/jour)

<u>Janv.</u>	<u>Fév.</u>	<u>Mars</u>	<u>Av.</u>	<u>Mai</u>	<u>Juin</u>	<u>Juil</u>	<u>Août</u>	<u>Sept</u>	<u>Oct</u>	<u>Nov</u>	<u>Déc</u>	<u>Moy</u>
2,80	5,00	5,86	5,61	3,44	2,61	2,17	1,92	1,72	2,15	2,80	3,20	3,27

L'évaporation annuelle moyenne mesurée, en hauteur d'eau serait de 1.190 millimètres environ ; ce qui correspondrait à environ 3,27 millimètres par jour. L'évaporation serait considérable en saison sèche s'étendant de Novembre à Avril, lorsqu'elle serait de 4,21 millimètres par jour-pour décroître en saison des pluies s'étendant de Mai à Octobre, lorsqu'elle serait de 2,34 millimètres par jour.

Evaporation du réservoir

Pour le calcul de l'évaporation du réservoir en se basant sur les données recueillies du bac d'évaporation, il serait nécessaire d'avoir un coefficient de conversion approprié.

En général, les 65 à 85 pour cent environ des valeurs obtenues des observations faites à l'aide du bac d'évaporation représenteraient la quantité d'eau évaporée du réservoir. Or, la surface du réservoir qui joue un rôle important dans l'évaporation, variant en proportion de la capacité de retenue, les 30 à 50 pour cent environ de la surface d'eau pleine d'un réservoir représenterait la surface moyenne de l'eau stockée; d'où, l'évaporation du réservoir de stockage, représentée par la lettre "Q", pourrait être exprimée suivant l'équation donnée ci-dessous :

$$Q = C_1 \cdot C_2 \cdot A \cdot E$$

lorsque :

- E : Evaporation annuelle du bac d'évaporation à Ban Me Thuot = 1.190 mm ;
- C_1 : Coefficient de conversion de E = 70% ;
- A : Surface d'eau pleine du réservoir en m^2 ;
- C_2 : Coefficient de conversion de A = 40%.

En substituant les lettres de l'équation précédente par leur valeur respective, nous obtenons ce qui suit :

$$Q = 0,7 \times 0,4 \times 1,19 \times A = 0,333 A$$

On pourrait donc trouver la quantité totale d'eau s'évaporant du réservoir de stockage en se servant de l'équation donnée ci-dessus.

Section 4. Température.

La température moyenne annuelle serait de $24^{\circ}23C.$, alors que la température moyenne mensuelle passerait par un maximum au mois d'Avril de $26^{\circ}50.$ pour décroître, ensuite, jusqu'au mois de Janvier pour atteindre un minimum de $21^{\circ}3.$

La température maximum journalière serait de $39^{\circ}40.$ (suivant les observations d'Avril 1937), tandis que la température minimum journalière serait de $7^{\circ}40.$ (suivant les observations de Décembre 1955).

Tableau 2.3

Températures moyennes mensuelles (en degré centigrade)

<u>Janv.</u>	<u>Fév.</u>	<u>Mars</u>	<u>Av.</u>	<u>Mai</u>	<u>Juin</u>	<u>Juil</u>	<u>Août</u>	<u>Sept.</u>	<u>Oct.</u>	<u>Nov.</u>	<u>Déc.</u>	<u>Moy.</u>
21,30	23,33	25,81	26,54	26,11	25,27	24,87	24,80	24,52	23,73	22,93	21,57	24,23

(Source : relevés du Bureau Météorologique de 1937 à 1939 et de 1955 à 1963)

Section 5. Humidité relative moyenne mensuelle

L'humidité relative moyenne mensuelle est comme suit :

Tableau 2.4

Humidité relative moyenne mensuelle (en %)

<u>Janv.</u>	<u>Fév.</u>	<u>Mars</u>	<u>Av.</u>	<u>Mai</u>	<u>Juin</u>	<u>Juil</u>	<u>Août</u>	<u>Sept</u>	<u>Oct</u>	<u>Nov</u>	<u>Déc</u>	<u>Moy.</u>
79,4	74,7	73,2	74,4	82,2	85,7	87,0	87,6	88,7	86,9	85,9	82,5	82,4

(Source : Relevés du Bureau Météorologique de 1937 à 1944 et de 1954 à 1957).

FIG. 2.1 Précipitations moyennes mensuelles

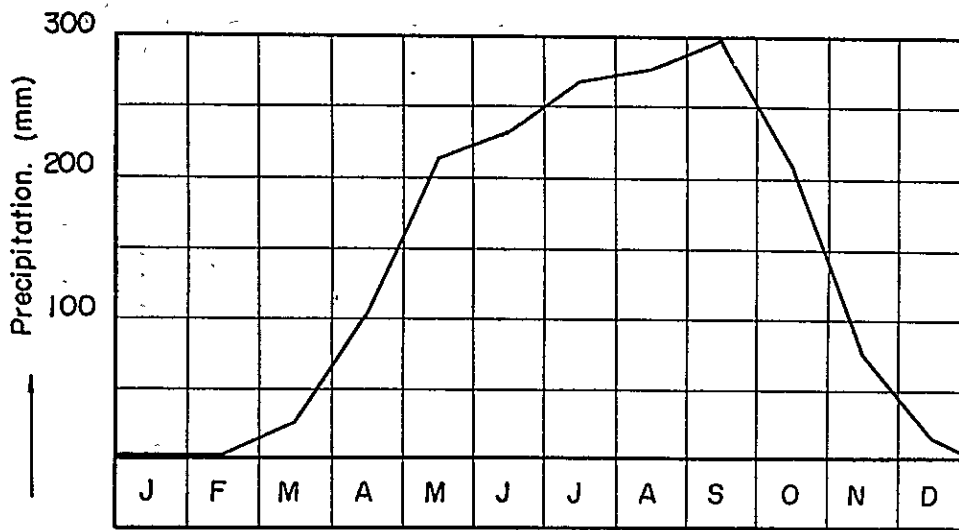


FIG. 2.2 Evaporation moyenne mensuelle

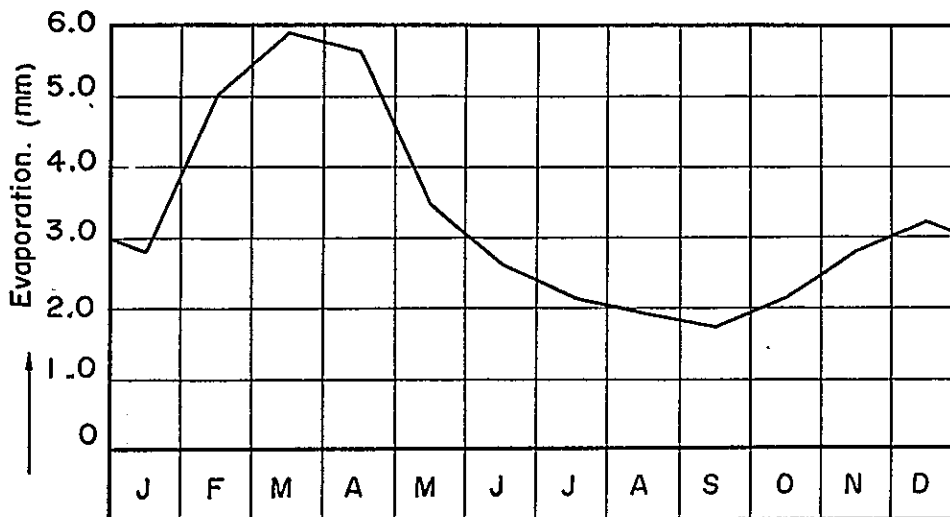


FIG. 2.3. Température moyenne mensuelle

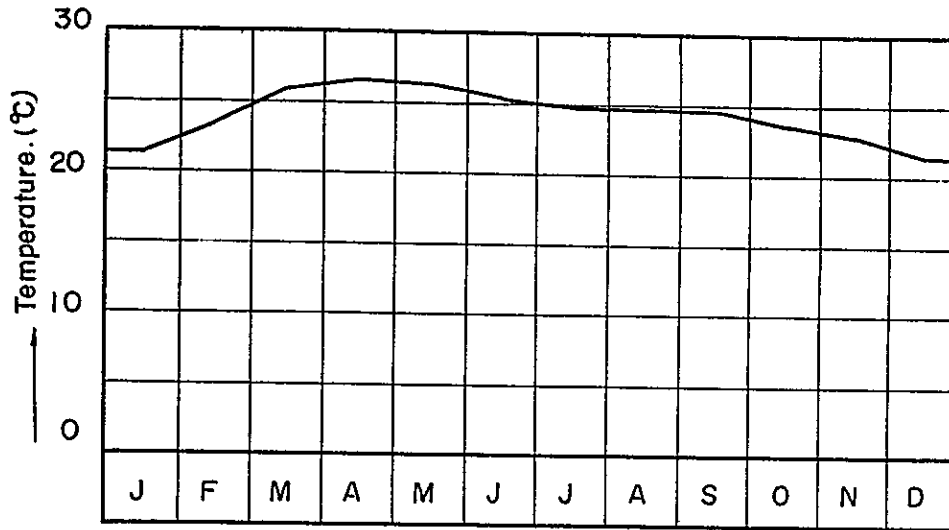
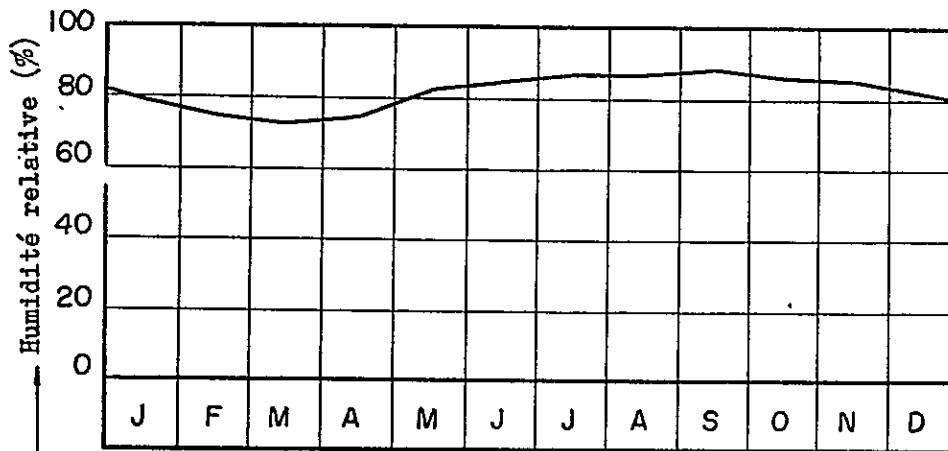


FIG. 2.4 Humidité relative moyenne mensuelle



ANNEXE III

HYDROLOGIE

Section 1. Données disponibles

1/- Précipitations

Les précipitations constituent un des facteurs essentiels pour la détermination du débit d'une rivière. A Ban Me Thuot, il existe une station météorologique où les données pluviométriques s'étendant sur une période de 9 ans à compter de 1955, sont disponibles pour la planification du présent projet et figurent ci-dessous.

Tableau 3.1

Précipitations annuelles (mm)

<u>Année</u>	<u>Précipitations annuelles</u>	<u>Année</u>	<u>Précipitations annuelles</u>
1955	1.695	1960	1.960
1956	1.541	1961	1.960
1957	1.881	1962	1.807
1958	1.603	1963	2.016
1959	1.617		

2/- Relevés de débit

Les relevés journalières du niveau des eaux et les mesures périodiques du débit fluvial furent entrepris aux 4 stations de jaugeage suivantes, qui furent installées en tant que contribution du Gouvernement du Japon.

<u>Stations</u>	<u>Relevés de débits disponibles</u>
Kana	Oct. 1961 à Fév. 1964
Ban Bur	Oct. 1961 à Fév. 1964
Krong Buk (site de barrage du Bas-Krong Buk)	Sept. 1963 à Fév. 1964
Krong Pach	Déc. 1963 à Fév. 1964

Les dits relevés de débits dérivèrent des relevés limnimétriques qui furent pris quotidiennement au cours de la période d'observation. Les débits moyens mensuels et les relevés journaliers des débits et niveau des eaux figurent dans le Tableau 3.2 ci-après et le Recueil des données respectivement.

Section 2. Caractéristiques du bassin versant de Krong Buk

L'Ea Krong Buk formant une pente plutôt raide de 1/400, coule en direction du Sud en baignant la partie centrale d'une plaine s'étendant à l'Est de Ban Me Thuot.

Le bassin versant du Krong Buk en amont de l'emplacement du barrage envisagé du Krong Buk inférieur aurait une superficie d'environ 460 kilomètres carrés.

Ledit bassin versant pourrait se distinguer de quatre manières suivantes :

- 1/- Le relief serait ondulé avec des pentes plutôt raides de 4 à 10 pour cent.
- 2/- Une partie dudit bassin serait recouvert d'herbes, mais la majeure partie formerait des forêts.

Tableau 3.2 Débits manuels mesurés à chacune des stations de jaugeage

(Débits en m³/sec)

Année	Mois	Station de jaugeage de Kana			Station de jaugeage de Ban Bur			Station de jaugeage du Krong Pach			Station de jaugeage du Krong Buk		
		Débit moy.	Débit max.	Débit min.	Débit moy.	Débit max.	Débit min.	Débit moy.	Débit max.	Débit min.	Débit moy.	Débit max.	Débit min.
1961	O	85,6	139,0	30,5	487,4	822,0	266,0						
	N	59,4	72,5	43,0	199,3	296,0	160,0						
	D	31,8	45,5	25,0	120,0	160,0	90,0						
1962	J	25,5	36,5	20,0	64,2	103,0	41,5						
	F	18,1	21,5	15,0	50,1	61,0	38,0						
	M	12,9	16,5	10,5	45,0	57,0	41,5						
	A	9,8	11,5	8,5	42,3	50,0	39,0						
	M	13,0	24,5	8,0	62,0	100,0	41,0						
	J	14,4	35,5	9,5	83,6	123,0	63,0						
	J	37,8	91,0	12,0	211,6	416,0	59,0						
	A	88,7	158,0	41,0	259,3	403,0	57,0						
	A	94,8	185,0	35,0	94,0	227,0	38,0						
	O	(110,0)	(417,0)	(71,0)	336,5	1.040,0	121,0						
	N	286,4	400,0	133,0	627,1	1.000,0	305,0						
	D	172,9	395,0	51,0	283,3	482,0	114,0						
	1963	J	34,98	54,0	24,5	88,5	111,0	73,0					
F		19,93	24,0	16,0	60,8	73,0	51,0						
M		13,06	15,0	12,0	44,2	49,0	41,0						
A		11,13	12,0	10,0	35,6	40,0	31,0						
M		10,95	15,0	10,0	36,7	61,7	28,7						
J		11,63	16,9	10,0	48,4	98,1	31,0						
J		33,58	39,2	29,2	59,4	78,3	43,8						
A		71,97	104,0	34,1	158,0	260,2	61,7						
A		120,23	240,0	34,1	334,8	555,1	176,6						
O		214,73	355,9	39,3	466,7	764,2	271,9						
N		57,02	116,4	32,3	161,5	260,2	96,0						
D		(46,6)	(95,0)	(22,0)	84,6	118,6	58,7						
J		(38,0)	(48,0)	(15,0)	46,4	60,2	38,0						
F	15,58	19,8	12,7	38,9	42,7	35,6							
1964	J												
	F												

3/- Selon nos études pédologiques, le sol de ce bassin serait un sol latéritique d'origine basaltique, qui serait peu perméable.

4/- La retenue superficielle du bassin présente des conditions convenant à l'écoulement rapide.

5/- Le bassin présente des conditions convenant à l'écoulement rapide de la retenue superficielle, les dépressions étant peu nombreuses et peu profondes, le réseau d'écoulement étant en pente raide et peu important, ni les étangs, ni les marécages n'y existant.

Section 3. Année hydrologique.

Selon les observations faites sur les courbes caractéristiques des cours, le débit fluvial continue à augmenter en saison des pluies pour atteindre son maximum en Septembre, et en général en Octobre ; ensuite, ce débit diminue graduellement jusqu'à la fin de la saison sèche. Les courbes caractéristiques des cours présentant les mêmes caractéristiques dans chacune des stations de jaugeage, il fut décidé que l'année hydrologique commencerait en Avril pour se terminer en Mars de l'année qui suit.

Section 4. Débit disponible

Les relevés de débits qu'on dispose de l'emplacement du barrage envisagé sur le Krong Buk inférieur, ne sont vieux que de six mois.

Or, la station de jaugeage de Kana, située à mi-chemin du cours de l'Ea Krong Ana, possède des relevés de débits couvrant sur une période de deux ans. Toutefois, estimer les débits des années antérieures, même avec les relevés de débits de la station de jaugeage

de Kana qui ne sont vieilles que de deux ans, ne suffisant pas, nous recherchâmes les relations entre l'écoulement et les précipitations.

1/- Écoulement

Afin de rechercher les relations entre l'écoulement et les précipitations, il fut tout d'abord nécessaire de trouver les débits normaux (en millimètre) comme suit :

Suivant les analyses desdits relevés de débits, on pourrait envisager que les débits fluviaux relevés en Novembre et Décembre 1962 augmentèrent jusqu'à un certain degré par suite des crues qui survinrent à cette époque-là.

On pourrait estimer les augmentations de ces débits à environ 70 pour cent des débits des crues de Novembre et 30 pour cent de celles de Décembre. Or, suivant la méthode de Cook,¹ on estime que l'écoulement au moment des crues représenterait les 70 pour cent des précipitations journalières provoquées par les orages. D'où l'augmentation de l'écoulement influencé par les orages fut :

$$170 \text{ mm} \times 0,7 \times 0,7 = 83,63 \text{ mm. en Novembre ; et}$$

$$170 \text{ mm} \times 0,7 \times 0,3 = 35,56 \text{ mm. en Décembre.}$$

¹ : Méthode figurant dans les "Techniques de la Conservation des sols et Eaux" de Richard K. Frevert, Glenn O. Shwab, Talcotte W. Edminster et Kenneth K. Barnes, (1955)

Le tableau 3.3 ci-dessous vous présente les débits relevés à la Station de Kana; les valeurs marquées d'une astérisque représentent les débits normaux en 1962, qui ne furent pas influencés par les crues, d'une part, et qui furent obtenus en retranchant lesdites augmentations des débits réels relevés en Novembre et Décembre respectivement, d'autre part; ces chiffres serviront au calcul des débits fluviaux des années antérieures.

Tableau 3.3

Débits à la Station de Kana(en mm)

Année	Av.	Mai.	Juin.	Juil.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Fév.	Mars.
1962	7,90	10,84	11,62	31,52	74,84	77,84	110,00	*82,13 (165,76)	*78,09 (113,65)	29,17	15,01	10,90
1963	8,98	9,09	9,36	28,02	60,04	92,32	148,79	41,87	46,63			

2/- Relations entre l'écoulement et les précipitations.

L'écoulement représentant une partie des précipitations, donc l'écoulement pourrait avoir un rapport quelconque avec les précipitations; on rechercha ces relations en procédant comme suit :

Tout d'abord, l'année hydrologique fut divisée en quatre périodes suivantes : (i) la période d'Avril à Juin, (ii) celle de juillet à Septembre, (iii) celle d'Octobre à Décembre, et (iv) celle de Janvier à Mars.

Deuxièmement, on tint compte que les débits de chacune des quatre périodes relevés à la Station de Kana pourraient être influencés par les précipitations survenant au cours de chacune des périodes données ci-dessous, en présumant que le décalage dans le temps de l'écoulement soit de 10 jours du fait de la grande capacité naturelle de rétention en eau du bassin versant de l'Ea Krong Ana :

- (i) 21 Mars au 20 Juin ; (ii) 21 Juin au 20 Sept ;
 (iii) 21 Sept au 20 Déc ; (iv) 21 Déc au 20 Mars.

Enfin, en utilisant les débits donnés préalablement, les rapports de l'écoulement au cours d'un trimestre aux précipitations totales d'un trimestre furent recherchés et sont donnés dans le tableau ci-après, en se basant sur l'hypothèse dudit décalage dans le temps de l'écoulement :

Tableau 3.4
Rapport de l'écoulement aux précipitations accumulées

<u>Année</u>		(i) <u>Av. à Juin.</u>	(ii) <u>Juil. à Sept.</u>	(iii) <u>Oct. à Déc.</u>	(iv) <u>Janv. à Mars.</u>
	Écoulement en mm.	30,36	184,20	270,22	55,08
1962	A.P.*	318,0	1.134,8	1.422,2	1.433,7
	Rapport	0,095	0,162	0,190	0,038
	Écoulement en mm.	27,43	180,38	245,64	
1963	A.P.*	251,3	1.201,3	1.621,5	
	Rapport	0,109	0,151	0,147	
<u>N.B.</u> : A.P.* signifie précipitations accumulées					

D'après ce tableau, on peut constater qu'il n'existe pas beaucoup d'écart entre les rapports des trimestres de chacune des années. Or, d'une manière arbitraire, furent utilisés les rapports suivants de l'écoulement aux précipitations accumulées pour pouvoir estimer l'écoulement d'un trimestre au cours des années antérieures :

Trimestre	(i)	(ii)	(iii)	(iv)
Rapport	0,102	0,156	0,168	0,030

3/- Estimation des débits moyens mensuels des années antérieures

A l'aide des rapports donnés ci-dessus, il serait possible d'estimer à partir des relevés pluviométriques l'écoulement fluvial d'un trimestre à la station de jaugeage de Krong Buk d'une année donnée. Afin d'arriver à calculer les débits moyens mensuels à partir de l'écoulement trimestriel, un rapport de distribution approprié des débits moyens mensuels à l'écoulement total trimestriel fut obtenu à partir des données recueillies sur les débits à la station de jaugeage de Kana, et figure dans le tableau 3.5 ci-après :

Tableau 3.5

Rapport de distribution ^{/1}

<u>Trimestre</u>	<u>(i)</u>			<u>(ii)</u>			<u>(iii)</u>			<u>(iv)</u>		
	Av.	Mai	Jun	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Fév.	Mars
Rapport	0,30	0,33	0,37	0,10	0,37	0,47	0,59	0,29	0,12	0,47	0,32	0,21

/1 : Ces figures proviennent des observations faites sur une période de 2 ans à la station de jaugeage de Kana.

Les tableaux 3.6 à 3.8 ci-après vous donnent les débits mensuels moyens estimés aux emplacements de barrage du Krong Buk inférieur, du Krong Buk supérieur et de l'Ea Jung au cours des années antérieures.

Tableau 3.6 Débits moyens mensuels estimés au site de barrage du Krong Bok inférieur

(Bassin versant restant : 118km²)

Année	Av.	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Fév	Mars
1959	A.P./1 m.m. 83,7	352,9	542,1	807,7	1.105,8	1.309,6	1.492,7	1.587,0	1.613,8	1.614,9	1.615,4	1.619,6
	R.F./2 m3/sec 0,65	0,70	0,81	1,24	2,88	3,67	6,09	3,09	1,24	0,87	0,65	0,39
1960	-id-	5,91	370,5	605,2	910,1	1.009,4	1.539,3	1.627,7	1.748,5	1.752,8	1.754,4	1.823,5
		0,73	0,85	0,90	1,46	3,38	4,44	4,62	1,34	1,03	0,78	0,46
1961	-id-	156,3	422,7	743,7	1.109,7	1.406,8	1.656,3	1.899,8	1.944,1	1.944,4	1.947,0	1.950,0
		0,88	0,95	1,10	1,58	3,66	4,81	3,72	1,49	1,12	0,84	0,50
1962	-id-	44,8	203,7	322,6	742,5	1.006,3	1.241,5	1.325,7	1.444,5	1.445,5	1.444,5	1.449,0
		0,39	0,41	0,48	1,19	2,74	3,60	3,09/3	1,24/3	0,85	0,85	0,30
								(6,90)/4	(3,24)/4			
1963	-id-	17,4	134,1	280,4	512,6	896,7	1.352,8	1.527,4	1.549,1	-	-	-
		0,34	0,36	0,42	1,29	2,99	3,92	2,97	1,19	0,71	0,48	0,30
Total		2,99	3,27	3,71	6,76	15,65	20,44	33,90	21,30	8,50	4,58	3,33
Moy.		0,60	0,65	0,74	1,35	3,13	4,09	6,78	4,26	1,70	0,92	0,40

/1 A.P.: Précipitations accumulées

/2 R.F.: Ecoulement

/3 ~ : Débit normal non influencé par les crues

/4 : Débits réellement relevés

Tableau 3.7 Débits moyens mensuels estimés au site de barrage du Krong Buk Supérieur
(Bassin versant : 149km²)

Année	Av.	Mar.	Juin	Juil	AOût	Sept	Oct	Nov	Janv	Fév	Mars	
1959	A.P./1 m.m. 83,7	352,9	542,1	807,7	1.105,8	1.309,6	1.492,7	1.587,0	1.613,8	1.614,9	1.615,4	1.619,6
	R.F./2 m3/sec 0,82	0,88	1,02	1,57	3,63	4,64	7,69	3,91	1,56	1,09	0,83	0,49
1960	-id-	5,91	370,5	605,2	910,1	1.089,4	1.539,3	1.627,7	1.748,5	1.752,8	1.754,4	1.823,5
		0,92	0,98	1,13	1,85	4,27	5,61	10,80	1,70	1,31	0,98	0,58
1961	-id-	156,3	422,7	743,7	1.109,7	1.406,8	1.656,3	1.899,8	1.938,3	1.944,1	1.944,4	1.947,0
		1,20	1,21	1,39	2,00	4,62	6,07	9,26	4,70	1,88	1,41	1,06
1962	-id-	44,8	203,7	322,6	742,5	1.006,3	1.241,5	1.325,7	1.444,5	1.444,5	1.444,5	1.449,0
		0,49	0,52	0,61	1,50	3,47	4,55	7,74	3,90/3	1,56/3	0,98	0,74
									(8,71)/4	(4,09)/4		0,44
1963	-id-	17,4	134,1	280,4	512,6	896,7	1.352,8	1.527,4	1.549,1	1.549,1	-	-
		0,42	0,53	0,52	1,66	3,78	4,96	7,39	3,75	1,50	0,90	0,62
		3,85	4,12	4,67	8,58	19,77	25,83	42,88	26,90	10,73	5,69	4,23
	Total											2,52
	Moy.	0,77	0,82	0,93	1,72	3,95	5,17	8,58	5,38	2,15	1,14	0,85
												0,50

/1 A.P.: Précipitations accumulées

/2 R.F.: Ecoulement

/3 : Débit normal non influencé par les crues

/4 : Débits réellement relevés

Tableau 3.8 Débits moyens mensuels estimés au site de barrage d'Ea Jung
(Bassin versant : 44km²)

Année	Av.	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Fév	Mars	
1959	A.P./1 m.m. 0,24	352,9 0,26	542,1 0,30	807,7 0,46	1.105,8 1,07	1.309,6 1,37	1.492,7 2,27	1.587,0 1,15	1.613,8 0,46	1.614,9 0,32	1.615,4 0,24	1.619,6 0,14	
1960	-id-	5,91 0,27	370,5 0,29	605,2 0,33	910,1 0,55	1.089,4 1,26	1.539,3 1,66	1.627,7 3,19	1.748,5 1,72	1.752,8 0,50	1.754,4 0,39	1.754,4 0,29	1.823,5 0,17
1961	-id-	156,3 0,33	422,7 0,35	743,7 0,41	1.109,7 0,59	1.406,8 1,36	1.656,3 1,79	1.899,8 2,73	1.938,3 1,39	1.944,1 0,55	1.944,4 0,42	1.947,0 0,31	1.950,0 0,19
1962	-id-	44,8 0,14	203,7 0,15	322,6 0,18	742,5 0,44	1.006,3 1,02	1.241,5 1,34	1.325,7 2,29	1.444,5 1,15/3	1.444,5 0,37/3	1.444,5 (2,57)/4	1.449,0 (1,21)/4	1.449,0
1963	-id-	17,4 0,13	134,1 0,13	280,4 0,15	512,6 0,49	896,7 1,12	1.352,8 1,46	1.527,4 2,18	1.549,1 1,11	1.549,1 0,44	- 0,27	- 0,18	- 0,11
Total	1,11	1,18	1,37	2,53	5,83	7,62	12,66	7,94	3,16	1,69	1,24	0,74	
Moy.	0,22	0,24	0,27	0,51	1,17	1,52	2,53	1,59	0,63	0,34	0,25	0,14	

1/ A.P. : Précipitations accumulées
 2/ R.F. : Ecoulement
 3/ : Débit normal non influencé par les crues
 4/ : Débits réellement relevés

ANNEXE IV

GEOLOGIE

- Section 1. Généralité
- Section 2. Géologie du bassin
- Section 3. Géologie des emplacements du barrage
- 1) Emplacement du barrage du Krong Buk inférieur.
 - 2) Emplacement du barrage de Krong Buk supérieur
 - 3) Emplacement du barrage d'Ea Jung
 - 4) Emplacement de barrage du Krong Boung
 - 5) Emplacement de barrage du Krong Pach inférieur
 - 6) Emplacement de barrage du Krong Pach supérieur

ANNEXE IV

GEOLOGIE

Section 1. Généralité

Du 15 Novembre 1963 au 30 Novembre 1963 et du 1er Février au 12 Février 1964 également des reconnaissances géologiques furent effectuées par notre géologue-conseil dans le bassin de l'Ea Krong Ana; des sondages d'essai furent entrepris dans les emplacements de barrage envisagés suivants sur une période de 3 mois s'étendant de mi-Novembre 1963 à mi-Février 1964.

i) Emplacement du Krong Buk inférieur :

3 sondages : profondeur totale : 16 m

ii) Emplacement du Krong Pach supérieur :

2 sondages : profondeur totale : 29 m

Section 2. Géologie du bassin

Le bassin de l'Ea Krong Ana, situé entre les cotes 750 et 430 mètres au-dessus du niveau de la mer, occuperait la partie approximativement Sud des Hauts-Plateaux du Viêt-Nam, et la majeure partie du bassin appartient à la zone des terres hautes à pente douce où il existe plusieurs points montagneux d'une hauteur de 50 à 100 mètres.

La formation de base des terres hautes seraient de l'ère paléozoïque; l'intrusion de la formation paléozoïque fut provoquée par les roches granitiques au cours de l'ère tertiaire probablement ; par la suite, l'extrusion de celle - ci fut causée par les roches volcaniques vers la fin de l'ère tertiaire ou les débuts de l'ère quaternaire. Les points montagneux apparaissant dans les terres hautes seraient constitués de roches paléozoïques.

Les roches volcaniques seraient principalement composées de basalte. Dans de nombreuses rivières de ce bassin, il existe de nombreuses petites chutes et de rapides causées par les laves basaltiques qui interrompirent le cours des rivières. Ces activités volcaniques développèrent la topographie - type de la plaine accidentée. Les laves basaltiques que les activités volcaniques ont éjectées dans cette zone, se décomposèrent sous le climat des moussons tropicales et formèrent par la suite le sol autochtone rouge brique et argileux, connu sous le nom de "terre rouge". On dit, en général, que la terre rouge serait un sol excellent pour les plantations et notamment pour les plantations d'hévéa. Toutefois, l'analyse des compositions chimiques de ces sols n'indique point qu'ils soient spécialement fertiles.

Les chaînes de montagnes se trouveraient à une altitude de 1.000 à 2.000 mètres au-dessus du niveau de la mer et seraient principalement formées de roches granitiques de l'ère tertiaire ; au point de vue relief, ces montagnes sont à pente raide. Les rivières prenant leur source dans ces chaînes de montagnes forment une pente forte et leurs eaux sont relativement claires et ne sont pas si boueuses même en période des crues.

Section 3. Géologie des emplacements du barrage

(1) Emplacement du barrage du Krong Buk inférieur :

Le Krong Buk est un des principaux affluents de l'Ea Krong Ana et se joint à l'Ea Drang à environ 750 mètres en amont du point où la Route Nationale No.21 traverse la rivière. Du point de vue topographique, il existerait deux emplacements de barrage dans les régions supérieures et inférieures du confluent.

Les travaux d'étude, visant à déterminer l'emplacement convenant le mieux à l'installation d'un barrage du point de vue topographique, géologique et économique, furent effectués dans ces deux emplacements.

Les fondations de base des deux emplacements en question se composeraient de basalte. D'après nos sondages d'essai, la roche de fond solide de basalte se reposerait sous une couche alluviale épaisse d'environ 3 mètres en amont de l'emplacement du barrage envisagé (soit à environ 250 mètres en amont du confluent) tandis que le basalte sain affleurerait dans une partie du lit fluvial en aval de l'emplacement dudit barrage (soit à environ 500 mètres en aval du confluent).

Compte tenu des caractéristiques topographiques de l'emplacement en amont du site du barrage envisagé, il serait possible de construire un barrage de plus de 20 mètres de haut, ayant une longueur en crête de 1.400 mètres environ et passant sur le Krong Buk et l'Ea Drang. Dans un tel cas, si on envisage l'aménagement d'un barrage-poids en béton, d'énormes excavations seraient nécessaires pour les fondations du barrage envisagé sur la roche de fond

saine, après l'avoir complètement débarrassée des dépôts alluviaux la recouvrant. Ceci nécessiterait d'important investissement pour le traitement des fondations dudit barrage.

D'autre part, l'emplacement en aval du site envisagé serait d'une topographie favorable à la construction d'un barrage ayant une longueur en crête d'environ 600 mètres de long ; mais il ne serait pas possible de contenir les eaux jusqu'à une hauteur de plus de 15 mètres au-dessus du lit de la rivière du fait de la faible cote des deux appuis latéraux.

D'après le plan d'aménagement envisagé dans la zone de Krong Buk, la création d'un réservoir d'une capacité utile de retenue d'environ 50 millions de mètres cubes serait nécessaire pour les fins de l'irrigation et de la lutte contre les inondations.

A cet effet, il serait nécessaire de construire un barrage d'environ 21 mètres de haut. Suivant les caractéristiques topographiques des emplacements du barrage envisagés, l'emplacement en amont du site de barrage fut donc choisi en tant qu'emplacement approprié et compte tenu des facteurs tels que coût de construction, traitement des fondations et matériaux de construction du corps du barrage, un barrage en terre ou en enrochements y conviendrait le mieux.

(2) Emplacement du barrage de Krong Buk supérieur

D'après nos études, il existerait un emplacement convenant à l'aménagement de barrage (bassin versant d'une superficie d'environ 149 km²), situé à environ 7 kilomètres au Nord-Est du

village B. Anur.

Suivant le résultat de nos reconnaissances géologiques, il serait possible d'envisager que le sol autochtone forme une couche d'environ 2 mètres d'épaisseur sur la fondation de base de basalte.

En cet emplacement, il serait possible, du point de vue géologique et topographique, de construire un barrage en terre ou en enrochements d'une hauteur de 29,3 mètres et d'une longueur en crête d'environ 665 mètres.

Quant aux matériaux nécessaires pour la construction du corps du barrage, les sols autochtones et du basalte seraient disponibles près de l'emplacement du barrage.

(3) Emplacement du barrage d'Ea Jung :

L'emplacement du barrage d'Ea Jung se trouve juste en amont du point où la Route Nationale No.14, qui relie Saigon à Kontum et est une importante voie de communication dans la zone des Hauts-Plateaux, traverse l'Ea Jung. D'après nos reconnaissances géologiques, cet emplacement serait composé de basalte avec un recouvrement de dépôts alluviaux de 2 à 3 mètres d'épaisseur. Du point de vue de sa situation principalement, il serait possible de construire un barrage-poids en béton, bien que des études géologiques plus détaillées devraient y être effectuées. Donc, l'aménagement d'un barrage partiellement en béton et en terre ou partiellement en béton et en enrochements devrait être adopté afin de tirer le meilleur profit des matériaux nécessaires se trouvant près de l'emplacement du barrage.

(4) Emplacement de barrage du Krong Boung :

Le Krong Boung, dont le bassin versant serait d'une superficie d'environ 790 kilomètres carrés, est un des affluents de l'Ea Krong Ana.

Il existe un emplacement approprié pour la construction d'un barrage sur le Krong Boung en un emplacement à environ 4 kilomètres en amont de son confluent avec l'Ea Krong Ana.

Puisqu'on trouve des affleurements d'argillite dans les routes passant sur les deux rives de la rivière, il serait possible d'envisager qu'une roche de fond saine se repose à une profondeur de plusieurs mètres sous le lit de la rivière. Donc, cet emplacement de barrage serait approprié pour l'installation de n'importe quel type de barrage du point de vue géologique et topographique.

(5) Emplacement de barrage du Krong Pach inférieur

Sur l'Ea Krong Pach qui se trouve en amont de l'Ea Krong Ana, il existe un emplacement approprié de barrage en un point à environ 2 kilomètres en amont du confluent avec le Krong Boung.

En amont de cet emplacement, s'étend sur les deux rives une plaine basse marécageuse sur une longueur de 15 kilomètres environ et une largeur de 2 kilomètres environ.

Les deux appuis Latéraux de l'emplacement se trouvant entre les cotes 600 et 640 mètres seraient des formations tertiaires composées principalement de quartzite ; la fondation de

base de basalte recouverte de dépôts alluviaux silteux ou argileux se trouve dans la zone des terres basses. Dans les environs dudit emplacement il existe des affleurements de basalte le long des berges, lorsque la rivière est à son niveau minimum, en saison sèche.

Comme cet emplacement de barrage serait approprié pour n'importe quel type de barrage du point de vue géologique, un barrage d'une longueur considérable en crête, ayant une capacité suffisante de retenue pour la régularisation des crues, pourrait être construit compte tenu des caractéristiques topographiques.

Or, du point de vue de la topographie de l'emplacement, afin de permettre l'utilisation des matériaux se trouvant sur place, un barrage en terre ou en enrochements serait recommandable en ce site.

(6) Emplacement de barrage du Krong Pach supérieur :

D'après nos études, il existe un emplacement approprié de barrage en un point se trouvant à environ 20 kilomètres en amont de l'emplacement de barrage envisagé du Krong Pach inférieur. Basé sur les résultats des sondages d'essai à l'emplacement du barrage envisagé, il serait évident que la roche de fond de grès se reposerait sous les dépôts silteux d'environ 11 à 13 mètres d'épaisseur. Dans de telles conditions il serait recommandable de construire un barrage en terre ou en enrochements en cet emplacement principalement du point de vue économique.

ANNEXE V

ETUDES AGRICOLES

- Section 1. Méthode d'exploitation agricole
- Section 2. Méthode d'irrigation convenant le mieux
- Section 3. Besoins en eau
- Section 4. Profits escomptés
- Section 5. Dimensionnement du réservoir

ANNEXE V

ETUDES AGRICOLES

Section 1. Méthode d'exploitation agricole

Pour arriver à développer avec succès l'agriculture dans le bassin du Haut-Srépok, une exploitation combinée de riziculture ou de cultures des terres hautes et de laiterie serait recommandable en introduisant l'élevage dans une unité agricole, compte tenu des conditions naturelles et économiques de ce bassin. Ces unités agricoles, dont l'exploitation pourrait être viable, furent envisagées en se basant sur les études de sol et les recherches agricoles.

La superficie normale des unités agricoles serait de 2 hectares pour l'unité agricole de culture du riz associée à l'élevage dans la zone des terres basses, et de 4,5 hectares pour l'unité agricole des terres hautes associée à l'élevage dans la zone des terres hautes.

Les unités agricoles d'une superficie peu importante seraient celles où les fermiers de l'Asie pourraient le mieux s'adapter, ceux-ci étant longuement habitués à cultiver dans les terres de petite superficie et y ayant, ainsi, acquis de longues expériences.

Les détails essentiels des unités agricoles envisagées sont sommairement donnés ci-après.

- (1) Unité agricole pour la culture du riz associée à l'élevage.

Utilisation des terres d'une unité agricole

Sur 2 hectares formant la superficie totale, 1,8 hectare serait destiné aux cultures, 0,1 hectare à la ferme avec les dépendances, et 0,1 hectare restant serait utilisé pour les pâturages

avec les forêts.

Cultures et répartition des récoltes convenant le mieux :

Quant aux cultures convenant le mieux aux conditions naturelles de la zone du projet, la plupart des plantes qui sont cultivées ordinairement dans les autres régions soumises aux conditions climatiques des moussons tropicales, pourraient en général y pousser. La répartition des cultures d'assolement devrait être envisagée, compte tenu de l'utilisation efficace des terres agricoles, de la période de croissance des plantes, de la protection contre les insectes nuisibles et les maladies, ainsi que de l'utilisation efficace de la main-d'oeuvre familiale pour que l'exploitation agricole soit rentable.

Le riz serait cultivé en tant que culture principale; les légumes, telles que chou chinois, oignon, poivre rouge et tomate, seraient aussi cultivés pour les besoins domestiques et pour la vente. Les herbes de pâturage seraient plantées pour les animaux domestiques. La culture du Kénaf, du tabac, de l'arachide et du faveolus auris serait entreprise pour être principalement destinés à la vente.

La répartition des récoltes d'une unité agricole est indiquée graphiquement dans la Fig.5.1.

Élevage :

L'élevage dans une unité agricole aurait pour objet essentiel la production du fumier d'étable nécessaire au maintien et à l'augmentation de la productivité des terres agricoles, ainsi que l'acquisition des produits d'élevage permettant l'augmentation

des revenus dérivant des produits agricoles. A cet effet, l'élevage de 2 vaches laitières, 2 porcs et de 11 volailles serait effectué.

Fertilisation

D'après les résultats de nos études de sol, la fertilité naturelle des sols des terres basses serait plutôt élevée en comparaison de celle des sols des terres hautes du bassin. Or, même dans ces conditions, il serait nécessaire d'y appliquer des engrais chimiques en quantité appropriée afin que l'exploitation agricole par irrigation soit entreprise d'une manière satisfaisante.

Dans ces terres, une quantité appropriée d'engrais azotés ayant 0,03 tonnes d'éléments nutritifs et une quantité appropriée d'engrais phosphatiques ayant 0,02 tonne d'éléments nutritifs et d'engrais potassiques ayant 0,01 tonne d'éléments nutritifs devraient être appliqués par hectare de terres agricoles. Il serait recommandable, d'autre part, d'appliquer tous les 10 ans 0,1 tonne de carbonate de calcium ou de silicate de calcium au sol pour neutraliser son acidité et permettre aux plantes de mieux résister contre les maladies.

(2) Unité agricole des terres hautes associée à l'élevage

Utilisation des terres

La superficie serait de 4,50 hectares, y compris 4,20 hectares pour les cultures, 0,15 hectare pour la ferme avec les dépendances, et 0,15 hectare pour les pâturages et les forêts autour des fermes. La superficie normale de cette unité devrait être plus importante que celle de l'unité agricole pour la culture du riz associée à l'élevage, la productivité faible de cette unité agricole due à la fertilité naturelle peu importante du sol

des terres hautes devant être contrebalancée par une superficie plus importante.

Cultures et répartition des récoltes convenant le mieux.

Les cultures convenant le mieux dans les terres hautes seraient, en majeure partie, semblables à celles adaptables à l'unité agricole des terres basses, à l'exception de la canne à sucre. Quelques cannes à sucre sont principalement plantées afin de suffire aux besoins locaux de mastication. La répartition des récoltes dans une unité agricole est graphiquement donnée dans la Figure 5.2.

L'hévéa, qui est une des plantes dont la culture est vivement encouragée par le Gouvernement du Viêt-Nam, fut traité habituellement sans qu'on ait eu recours aux eaux d'irrigation, sauf au moment où les jeunes pousses commencent et au moment de la transplantation durant les premières phases de sa croissance, cette plante étant capable d'endurer la sécheresse du fait de la profondeur remarquable de la zone des racines.

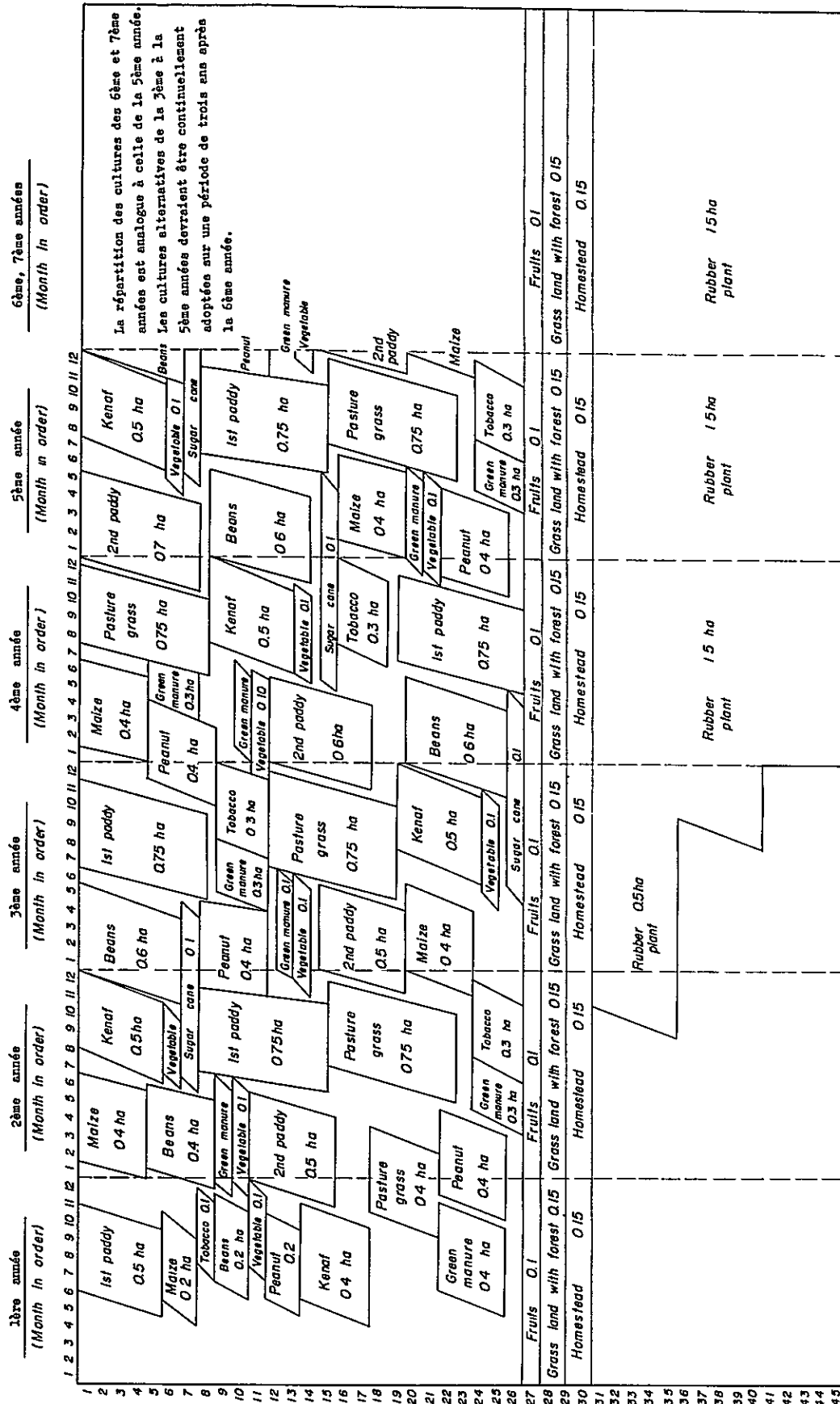
Dans de telles circonstances, nous ne disposons pas de donnée suffisante permettant d'évaluer les effets de l'irrigation sur la croissance de l'hévéa, et notamment sur la production du latex.

Cependant, on peut présumer que cette plante se développerait vigoureusement dans les terres où la teneur en eau serait régularisée par l'irrigation, en saison sèche, au niveau optimum pendant toute la période de la croissance de l'hévéa.

Nous adoptâmes cette plante, compte tenu des débouchés possibles du caoutchouc naturel sur le marché international, en dépit de l'intrusion des produits en caoutchouc synthétique suivant l'opinion des Autorités intéressées du Gouvernement du Viêt-Nam.

FIG. 5.2 Répartition des récoltes d'une unité agricole de 4,5 ha des terres hautes avec élevage durant 7 ans après l'aménagement de l'irrigation

Après la pratique de l'irrigation (Year in order)



La répartition des cultures des 6ème et 7ème années est analogue à celle de la 5ème année. Les cultures alternatives de la 3ème à la 5ème années devraient être continuellement adoptées sur une période de trois ans après la 6ème année.

- 1st paddy..... 1ère récolte de paddy.
- Maize Maïs
- Tobacco Tabac
- Beans Fèves.
- Sugar cane Canne à sucre.
- Vegetable Légumes.
- Peanut arachide.
- Pasture grass : herbes de pâturage.
- Green manure .. engrais vert.
- Rubber 0.5 ha
- Rubber 1.5 ha
- Rubber 1.5 ha
- Rubber plant
- Rubber plant
- Rubber plant
- Grassland with forest : Pâturages avec forêt.
- Homestead Ferme et dépendances.
- 2nd paddy 2ème récolte de paddy.
- Rubber plant Plantation d'hévé.

Elevage

L'élevage de 3 vaches, 3 porcs et de 11 volailles serait effectué pour les fins de production de fumier d'étable et de l'acquisition des produits d'élevage nécessaires à l'amélioration de l'exploitation des fermes.

Fertilisation

D'après notre essai de sol, 80 kilogrammes d'azote, 80 kilogrammes d'acide phosphorique et 10 kilogrammes de potasse seraient annuellement nécessaires par hectare de terre pour les récoltes d'une ferme irriguée.

Selon les unités agricoles par irrigation envisagées ci-dessus, dans la zone des terres basses, sur une superficie de 2 hectares devant être attribuée aux fermiers, 1,8 hectare serait destiné à la riziculture, 0,3 hectares à la plantation du maïs, 0,2 hectare à celle du kéraf, 0,2 hectare à celle du tabac, 0,3 hectare à celle de l'arachide, 0,2 hectare à celle des patates, 0,3 hectare à celle des haricots de soja, 0,2 hectare à celle des légumes, 0,2 hectare à celle du faseolus aurius, 0,2 hectare à celle de paspalum et 0,1 hectare à celle des vergers.

Dans la zone des terres hautes, les fermiers cultiveraient sur une superficie de 1,45 hectare du riz, sur 0,4 hectare du maïs, sur 0,5 hectare du kéraf, sur 0,3 hectare des engrais verts, sur 0,75 hectare des herbes de pâturage sur 0,3 hectare du tabac, sur 0,2 hectare des légumes, sur 0,1 hectare de la canne à sucre, sur 0,1 hectare des vergers et sur 1,5 hectare de l'hévéa dans leur terre arable d'une superficie de 4,2 hectares.

Section 2 Méthode d'irrigation convenant le mieux.

(1) Zone des terres basses

D'après les résultats de nos investigations et études de sol, la zone des terres basses serait, en majeure partie, répartie dans la zone relativement plate. Cette zone serait formée de sol ayant une capacité de rétention d'eau relativement élevée et une proportion d'absorption plutôt basse. Dans ces conditions, au moment de la mise en pratique de l'agriculture par irrigation, la méthode d'irrigation convenant le mieux devrait être appliquée conformément aux conditions spécifiques des terres irriguées et il serait recommandable que les méthodes suivantes soient adoptées - irrigation par calants pour la riziculture, irrigation par ruissellement à petites rigoles perpendiculaires aux courbes de niveau ou irrigation par ruissellement à petites rigoles parallèles aux courbes de niveau pour les cultures de *Phaseolus aurius*, des haricots de soja, de légumes, etc., et irrigation par ruissellement à grandes rigoles perpendiculaires aux courbes de niveau ou irrigation par ruissellement à grandes rigoles parallèles aux courbes de niveau pour les cultures de maïs, Kénaf, patate et d'autres plantes cultivées en rangée et des légumes plantés sur de hauts billons.

(2) Zone des terres hautes

La terre irrigable de la zone des terres hautes serait d'une topographie faiblement accidentée; elle se composerait principalement de sol autochtone d'origine basaltique, dont la texture serait limono-silteuse ou limoneuse; la capacité de rétention d'eau serait légèrement basse et la proportion d'absorption de base serait plutôt élevée.

De telles conditions topographiques et pédologiques de la zone irrigable devraient être prises en considération, lors de la mise en pratique de l'agriculture par irrigation. Il serait recommandable que les méthodes suivantes soient adoptées : irrigation par ruissellement à rigoles perpendiculaires aux courbes de niveau ou irrigation par ruissellement à petites rigoles parallèles aux courbes de niveau pour la culture du riz, chou, colza, etc...; irrigation par ruissellement à grandes rigoles perpendiculaires aux courbes de niveau ou irrigation par ruissellement à grandes rigoles parallèles aux courbes de niveau pour la culture du maïs, des fèves, fruits, etc.

L'irrigation par aspersion pourrait être utilisée, sauf durant la période de floraison et de moisson du riz.

Lors de l'application pratique des méthodes d'irrigation dans les deux zones des terres basses et des terres hautes, il serait nécessaire d'évaluer les éléments de base, tels que les besoins en eau, les intervalles entre l'irrigation et les fréquences d'irrigation, etc..., en prenant pour base les caractéristiques techniques d'irrigation des sols et les quantités d'eau effectivement consommées par les cultures, au cours de chacune des périodes de croissance, pour la réalisation la plus efficace et avantageuse de l'irrigation.

Section 3. Besoins en eau

Les besoins en eau sont nécessaires pour la détermination de la fourniture appropriée des eaux et du dimensionnement convenable des canaux et des ouvrages d'art au cours de la planification de nouveaux projets d'irrigation.

L'estimation des besoins en eau pourrait être effectuée comme suit :

- a) En calculant les quantités moyennes d'eau effectivement consommées pour chacune des cultures.
- b) En ajoutant les pertes et gaspillages des eaux d'irrigation durant la fourniture et l'aménagement aux quantités d'eau effectivement consommées.

Quantités d'eau effectivement consommées pour chacune des cultures.

Les quantités d'eau effectivement consommées pour chacune des cultures varient principalement selon les conditions climatiques. En se basant sur les résultats de l'analyse des quantités d'eau effectivement consommées et des données climatiques sur les différentes espèces de plantes cultivées dans de nombreux pays du monde, la courbe empirique indiquée dans la Figure 5.3¹ pourrait être tracée. Cette figure vous donne les relations entre les "Quantités d'eau effectivement consommées-Evaporation" et la croissance relative des plantes et les phases végétatives.

En général, comme dans les rizières, les quantités d'eau effectivement consommées sont élevées, nous avons déterminé les coefficients sur les quantités d'eau normales effectivement consommées pour les différentes cultures en rapport de celui du riz, comme ils figurent dans le tableau 5.1 ci-après.

¹ : Cette figure est indiquée dans la page 257 des "Principes et Pratiques de l'Irrigation" par Orson W. Israelsen et Vaughn E. Hansen.

Tableau 5.1

Coefficients sur les quantités d'eau effectivement
consommées normalement et saisonnièrement par
plusieurs cultures irriguées dans la zone du projet.

<u>Récoltes</u>	<u>Période de végétation (moyenne)</u>	<u>Proportion d'eau effectivement consommée Coefficient : K</u>
Riz	120 jours	1,0
Canne à sucre	360 jours	1,0
Tabac	150 jours	0,7
Engrais vert	150 jours	0,6
Kénaf	150 jours	0,75
Maïs	120 jours	0,7
Fève	120 jours	0,65
Herbes de pâturage	Période de non-gelée	0,55
Arachide	120 jours	0,7
Arbres fruitiers	Plantes vivaces	0,55
Légume	Variable	0,55
Patate	120 jours	0,65
Hévéa	Plantes vivaces	0,5

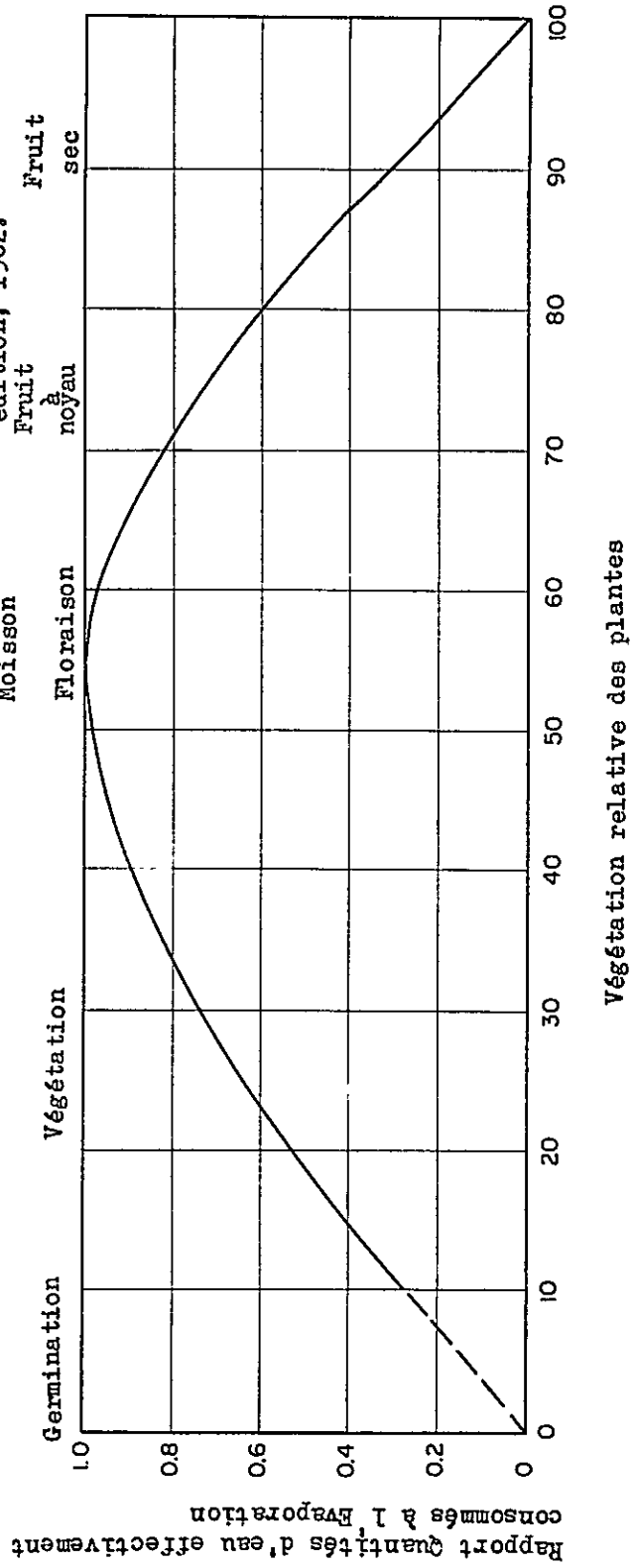
Il serait nécessaire de déterminer la durée convenable des irrigations, compte tenu des stades végétatifs des plantes, et notamment de la moisson.

On pourrait diviser la végétation de toute plante en trois stades : le stade végétatif, la floraison et la fructification. La Fig.5.3 ci-après vous donne les relations entre ces différents stades et les quantités d'eau effectivement consommées. On peut facilement se rendre compte d'après ladite figure que les quantités d'eau effectivement consommées continuent à augmenter au stade végétatif ; la

Fig. 5.3

Courbe généralisée indiquant le rapport "Quantités d'eau effectivement consommées-Evaporation" à la végétation relative des cultures.

"Principes de l'irrigation et de ses utilisations" de Orson W. Israelsen et de Vaughn E. Hansen, IIIème édition, 1962.



floraison se place vers le moment où lesdites quantités d'eau effectivement consommées atteignent le maximum et la fructification se manifeste par une réduction desdites quantités d'eau effectivement consommées jusqu'à la cessation de la transpiration de la plante arrivant vers la fin du moment de la formation du fruit.

En se référant aux relations entre lesdits stades végétatifs et les quantités d'eau effectivement consommées et en se rapportant à l'idée générale qu'on a pu se former par la Fig.5.3, la durée convenable des irrigations et le rapport "Quantités d'eau effectivement consommées saisonnièrement par différentes plantes à Evaporation" ont pu être déterminés comme l'indique la Fig.5.4.

Ainsi, la méthode de calcul des quantités d'eau effectivement consommées dans les unités agricoles envisagées des terres basses et des terres hautes est exposé dans le Tableau 5.3.

Rendement global de l'irrigation

Le rendement global de l'irrigation, qui associe le rendement du système de distribution au rendement de l'irrigation au champ fut déterminé comme suit, compte tenu des conditions pédologiques, climatiques, hydrologiques et agricoles.

	<u>Terres basses</u>	<u>Terres hautes</u>
Rendement du système de distribution	70%	70%
Rendement de l'irrigation	70%	60%
Rendement global	49%	42%

Fig.5.4. Variations saisonnières du rapport des quantités consommées à l'évaporation

stade	Durée de végétation							
	180	165	150	135	120	105	90	
1	0.24	0.25	0.25	0.27	0.26	0.28	0.29	
2	0.41	0.45	0.47	0.54	0.56	0.65	0.69	
3	0.61	0.67	0.73	0.82	0.88	1.01	1.09	
4	0.77	0.90	0.97	1.11	1.20	1.31	1.39	
5	1.05	1.16	1.21	1.35	1.45	1.54	1.59	
6	1.21	1.33	1.40	1.53	1.59	1.67	1.68	1) Fin de la
7	1.40	1.50	1.55	1.63	1.68	1.62	1.60	2) période
8	1.52	1.59	1.64	1.68	1.68	1.60	1.33	3) d'irrigation
9	1.62	1.66	1.69	1.69	1.59	1.30	0.96	4)
10	1.68	1.68	1.68	1.52	1.40	1.00	0.51	
11	1.69	1.68	1.62	1.39	1.15	0.72	0.14	
12	1.68	1.64	1.48	1.19	0.85	0.35		
13	1.62	1.47	1.30	1.03	0.48			
14	1.52	1.30	1.06	0.65	0.21			
15	1.38	1.21	0.79	0.39	0.02			
16	1.21	0.90	0.53	0.16				
17	0.99	0.67	0.27					
18	0.77	0.45	0.10					
19	0.53	0.20						
20	0.34	0.03						
21	0.16							
22	0.02							

Plantes moissonnées au cours des différents stades de la végétation

Stade végétatif;

1 Légumes, pâturages, engrais verts

2 Floraison : Kénaf, Tabac

3 Fructification avec graines : Fèves, Fruits

4 Fructification sèche : Riz, arachide, maïs

Tableau 5.3 Note de calcul des quantités d'eau effectivement consommées

Unité agricole : Unité agricole des terres basses avec élevage

Cultures	Durée de végétation	K	Superficie irrigable	DURÉE D'IRRIGATION																																													
				Janv	Fév	Mars	Av	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc																																		
Riz	120	1.00	0.5	0.725	0.795	0.840	0.840	0.795	0.700	0.575	0.425	0.130	0.280	0.440	0.600	0.725	0.795	0.840	0.840	0.795	0.700	0.575	0.425					0.130	0.280	0.440	0.600																		
Kénaf	150	0.75	0.2	0.254	0.252	0.245																									0.038	0.071	0.110	0.146	0.182	0.210	0.233	0.246											
Tabac	150	0.70	0.2	0.237	0.235	0.228																														0.035	0.066	0.102	0.136	0.169	0.196	0.217	0.230						
Arachide	120	0.70	0.3	0.353	0.353	0.334	0.294	0.242	0.179																														0.055	0.118	0.185	0.252	0.305	0.334					
Patate	120	0.65	0.2	0.218	0.207	0.182	0.150	0.111																																	0.034	0.073	0.114	0.156	0.189	0.207	0.218		
Légumes	90	0.55	0.1							0.016	0.038	0.060	0.076	0.087	0.092																												0.016	0.038	0.060	0.076	0.087	0.092	
Haricots de soja	120	0.60	0.3							0.047	0.101	0.158	0.216	0.261	0.286	0.302	0.302	0.286	0.252	0.207	0.153																												
Fascolus auris	120	0.60	0.2							0.031	0.067	0.106	0.144	0.174	0.191	0.202	0.202	0.191	0.168	0.138	0.102																												
Maïs	120	0.70	0.3							0.055	0.118	0.185	0.252	0.305	0.334	0.353	0.353	0.334	0.294	0.242	0.179																												
Paspalum	360	0.75	0.2	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150			
Fruits	360	0.55	0.1	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055				
	360	0.55	0.1																																														
	360	0.60	0.1																																														
Total				1.992	2.047	2.034	1.489	1.353	1.084	0.780	0.646	0.321	0.618	0.943	1.277	1.584	1.712	1.838	1.902	1.875	1.754	1.544	1.277	0.809	0.205	0.205	0.205	0.205	0.205	0.205	0.205	0.205	0.205	0.205	0.205	0.205	0.205	0.205	0.205	0.205	0.205	0.205	0.205	0.205	0.205	0.205	0.205		
f				1.125		0.727		0.324		0.527		0.951		1.024		0.672		0.114		0.114		0.180		0.471		0.682																							
E				131.6		139.9		181.5		168.3		106.8		77.0		57.2		59.5		51.6		66.6		84.1		102.0																							
U = E x f				148		102		59		89		102		79		38		7		6		12		40		90																							

lorsque K : Coefficient sur les quantités d'eau effectivement consommées normalement et saisonnièrement.

E : Evaporation moyenne mensuelle (mm)

F : Rapport des quantités d'eau effectivement consommées à l'évaporation.

U : Quantités d'eau moyennes effectivement consommées par hectare.

Unité agricole : Unité agricole des terres hautes avec élevage.

Cultures	Durée de végétation	K	Superficie irrigable	DURÉE D'IRRIGATION																																											
				Janv	Fév	Mars	Av	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc																																
Riz	120	1.00	0.75	1.260	1.260	1.193	1.050	0.863	0.638																																						
Kénaf	150	0.75	0.50																																												
Légumes	90	0.55	0.10																																												
Fèves	120	0.65	0.65	0.710	0.710	0.672	0.592																																								
Arachide	120	0.70	0.40	0.445	0.392	0.322	0.238																																								
Maïs	120	0.70	0.40	0.073	0.157	0.246	0.336	0.406	0.445	0.470	0.470	0.445	0.392	0.322	0.238																																
Tabac	150	0.70	0.30																																												
Engrais verts	150	0.60	0.10	0.073	0.684	0.093	0.098	0.101																																							
Herbes de pâturage	120	0.55	0.75																																												
Fruits	360	0.55	0.10	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055			
Canne à sucre	360	1.00	0.10	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100			
Hévéa	360	0.50	1.50	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750				
Total				3.466	4.108	3.431	3.219	2.275	1.988	1.375	1.375	1.350	1.342	1.312	1.274	1.291	1.581	1.877	2.361	2.782	3.131	3.077	3.316	3.432	3.433	3.330	3.127	2.439	2.334	1.611	1.258	1.320	1.062	1.472	1.936	2.403	2.833	3.163	3.332								
f				0.846		0.608		0.333		0.321		0.386		0.673		0.799		0.804		0.519		0.296		0.472		0.758																					
E				131.6		139.9		181.5		168.3		106.8		77.0		57.2		59.5		51.6		66.6		84.1		102.0																					
U = E x f				111		85		60		54		41		52		46		48		27		20		40		77																					

Besoins mensuels maxima en eau

Selon le tableau 5.3, les besoins mensuels maxima en eau se manifesteraient en Janvier dans les terres basses et dans les terres hautes également. Les détails sont comme suit :

	<u>Terre basse</u>	<u>Terre haute</u>
Besoins nets en eau	148 mm.	111 mm.
Pluie effective	0 mm.	0 mm.
Rendement global de l'irrigation	49 %	42 %
Besoins mensuels maxima en eau	302 mm. 1,05m ³ /sec/ 1.000ha.	264 mm. 0,93m ³ /sec/ 1.000ha.

Besoins en eau d'irrigation dérivée

Les besoins maxima en eau d'irrigation dérivée seraient calculés en se basant sur les besoins mensuels maxima en eau.

Section 4. Profits escomptés.

Comme il est exposé dans la Section 1., l'exploitation agricole appropriée par irrigation dans cette région est celle de la riziculture associée à l'élevage dans les terres basses et celle associée à l'élevage des terres hautes dans cette dernière zone.

Dans les terres basses, à la suite de l'exploitation agricole par irrigation, le revenu brut annuel escompté d'une unité agricole augmenterait d'année en année pour atteindre 721,5 dollars U.S. (équivalent à 361 dollars U.S. par hectare); ce montant représente la somme totale de 554,5 dollars U.S. dérivant de la production des récoltes (équivalent à 277 dollars U.S. par hectare) et de 167 dollars

U.S. dérivant des produits de l'élevage (équivalent à 84 dollars U.S. par hectare), à partir de la septième année du commencement d'exploitation agricole par irrigation.

Le bénéfice net annuel des fermiers dans la même année pourrait être estimé à 188,5 dollars U.S. (équivalent à 94 dollars U.S. par hectare), après avoir déduit les dépenses annuelles de 533 dollars U.S. (équivalent à 267 dollars U.S. par hectare) du revenu brut annuel de 721,5 dollars mentionné ci-dessus.

D'autre part, un bénéfice net annuel de 373,7 dollars U.S. (équivalent à 83,5 dollars U.S. par hectare) pourrait être anticipé d'une unité d'exploitation agricole des terres hautes associée à l'élevage, après avoir déduit les dépenses annuelles de 704,8 dollars U.S. (équivalent à 156,5 dollars U.S. par hectare) du revenu brut annuel de 1.078,4 dollars U.S. (équivalent à 240 dollars U.S. par hectare); ce montant représente la somme totale de 296,0 dollars U.S. dérivant des produits de l'élevage et équivalents à 66 dollars U.S. par hectare et de 782,4 dollars U.S. dérivant des produits des récoltes et équivalents à 174 dollars U.S. par hectare.

Les détails des bilans annuels de l'exploitation des unités agricoles par les fermiers mentionnés ci-dessus sont donnés dans les Tableaux 5.4 et 5.5.

A partir de la septième année du commencement de l'exploitation agricole par irrigation, on estime que les produits agricoles augmenteraient en quantité et cette augmentation, qui serait constituée par les produits suivants : 3.980 tonnes de riz 1.310 tonnes de fèves, 360 tonnes de tabac, 660 tonnes de maïs, 660 tonnes d'arachide, 4.100 tonnes de légumes, 1.360 tonnes de fruits, 2.720 kilolitres de lait, 91 tonnes d'oeufs (1.515.000 oeufs), serait équivalente à 900.000 dollars U.S.

Une telle augmentation en divers produits contribuerait
considérablement à améliorer la situation alimentaire de cette zone.

Tableau 5.4.

Balance des comptes annuelles d'une
unité agricole de 2 hectares pour
la riziculture associée à l'élevage

Après la pratique de l'irrigation							
	1ère année (US\$)	2ème année (US\$)	3ème année (US\$)	4ème année (US\$)	5ème année (US\$)	6ème année (US\$)	7ème année (US\$)
Produits agricoles / <u>1</u>	130,0	393,2	475,2	536,5	554,5	554,5	554,5
Produits de l'élevage / <u>2</u>	57	143	143	167	167	167	167
Salaires	103	-	-	-	-	-	-
<u>Total</u>	290	536,2	618,2	703,5	721,5	721,5	721,5
<u>Dépenses</u> / <u>3</u> <u>annuelles</u>	290	379	398	491	521	533	533
<u>Balance</u> <u>annuelle</u>	0	+157,2	+220,2	+212,5	+200,5	+188,5	+188,5

/1 : Les détails sont exposés dans le Tableau 5.6.

/2 : Les détails sont exposés dans le Tableau 5.7

/3 : Les détails sont exposés dans le Tableau 5.10.

Tableau 5.5

Balance des comptes annuelles d'une
unité agricole de terres hautes de
4,5 hectares avec élevage

	Après la pratique de l'irrigation						
	1ère année (US\$)	2ème année (US\$)	3ème année (US\$)	4ème année (US\$)	5ème année (US\$)	6ème année (US\$)	7ème année (US\$)
Produits agricoles / ¹	215,0	499,6	638,5	760,0	782,0	782,4	782,4
Produits de l'élevage / ²	49	71	151	171	172	262	296
Salaires	100	-	-	-	-	-	-
<u>Total</u>	366,0	570,6	789,5	931,0	954,4	1.044,4	1.078,4
<u>Dépenses annuelles</u> / ³	361	508,5	568,25	644,75	699,75	704,75	704,75
<u>Balance annuelle</u>	+3,0	+62,1	+221,25	+286,25	+254,65	+339,65	+373,65

/1 : Les détails sont exposés dans le Tableau 5.8.

/2 : Les détails sont exposés dans le Tableau 5.9.

/3 : Les détails sont exposés dans le Tableau 5.11.

Tableau 5.6 Revenu brut annuel provenant des cultures d'une unité agricole de 2 ha pour la riziculture avec séchage pendant 7 ans après l'aménagement de l'irrigation

Variétés des produits agricoles ¹	1ère année					2ème année					3ème année					4ème année					5ème année					6ème et 7ème années					
	Sur-face (Ha)	Rendement (Tonne/ha)	Production totale (Tonne)	Prix unitaire (US\$/Tonne)	Total (US\$)	Sur-face (Ha)	Rendement (Tonne/ha)	Production totale (Tonne)	Prix unitaire (US\$/Tonne)	Total (US\$)	Sur-face (ha)	Rendement ² (Tonne/ha)	Production totale (Tonne)	Prix unitaire (US\$/Tonne)	Total (US\$)	Sur-face (ha)	Rendement ² (Tonne/ha)	Production totale (Tonne)	Prix unitaire (US\$/Tonne)	Total (US\$)	Sur-face (ha)	Rendement ² (Tonne/ha)	Production totale (Tonne)	Prix unitaire (US\$/Tonne)	Total (US\$)	Sur-face (ha)	Rendement ² (Tonne/ha)	Production totale (Tonne)	Prix unitaire (US\$/Tonne)	Total (US\$)	
1ère récolte de riz	0,50	2,00	1,00	40	40,0	0,50	2,50	1,25	40	50,0	0,50	3,00	1,50	40	60,0	0,50	3,00	1,50	40	60,0	0,50	3,00	1,50	40	60,0						
2ème récolte de riz	-	-	-	-	-	0,50	1,50	0,75	40	30	0,50	2,00	1,00	40	40	0,50	2,50	1,25	40	50,0	0,50	2,50	1,25	40	50,0						
Haricots de soja	0,30	1,50	0,45	100	45	0,30	2,00	0,60	100	60	0,30	2,00	0,60	100	60,0	0,30	2,00	0,60	100	60,0	0,30	2,00	0,60	100	60,0						
Phaseolus aureus	0,20	1,00	0,20	100	20	0,20	1,50	0,30	100	30	0,20	2,00	0,40	100	40	0,20	2,00	0,40	100	40,0	0,20	2,00	0,40	100	40						
Paspalum	-	-	-	-	-	0,20	40,00	8,00	1	8	0,20	40,00	8,00	1	8	0,20	50,00	10,00	1	8	8	0,20	50,00	10,00	1	10,0					
Maïs	0,30	1,00	0,30	50	15,0	0,30	1,00	0,30	50	15,0	0,30	1,20	0,36	50	18,0	0,30	1,50	0,45	50,0	22,5	0,30	1,50	0,45	50	22,5						
Tabac	-	-	-	-	-	0,20	1,00	0,20	200	40	0,20	1,00	0,20	200	40	0,20	1,00	0,20	20,0	40	40	0,20	1,20	0,24	200	48,0					
Arachide	-	-	-	-	-	0,30	1,20	0,36	120	43,2	0,30	1,20	0,36	120	43,2	0,30	1,50	0,45	120	54,0	0,30	1,50	0,45	120	54,0						
Kénaf	-	-	-	-	-	0,40	1,00	0,40	200	80	0,40	1,20	0,48	200	96	0,40	1,50	0,60	200	120	120	0,40	1,50	0,60	200	120					
Patate	-	-	-	-	-	0,20	10,00	2,00	5	10	0,20	20,00	4,00	5	20	0,20	20,00	4,00	5	20	20	0,20	20,00	4,00	5	20,0					
Fruits	-	-	-	-	-	0,10	3,00	0,30	40	12	0,10	5,00	0,50	40	20	0,10	8,00	0,80	40	32	32	0,10	10,00	1,00	40	40,0					
Légumes	0,10	10,00	1,00	10	130	0,10	15,00	1,50	10	15	0,20	15,00	3,00	10	30	0,20	15,00	3,00	10	30	0,20	15,00	3,00	10	30,0						
	1,40				130	3,10				299,2	3,20			367,2	3,20					416,5	3,20										

(Analogue à la 5ème année)

¹ : Les produits furent choisis pour satisfaire aux besoins régionaux en chacune des cultures.

² : Le rendement de chaque culture augmenterait grâce à la pratique de l'exploitation agricole par irrigation.

Tableau 5.7 Revenu brut annuel dérivant des produits d'élevage d'une unité agricole de 2 hectares pour la riziculture durant 7 ans après l'aménagement de l'irrigation

Après la pratique de l'irrigation

Produits d'élevage	Avant l'irrigation			1ère année			2ème année			3ème année			4ème année			5ème au 7ème année		
	Nombre	Prix uni- taire (U.S.\$.)	Total (U.S.\$.)	Nombre	Prix uni- taire (U.S.\$.)	Total (U.S.\$.)	Nombre	Prix uni- taire (U.S.\$.)	Total (U.S.\$.)	Nombre	Prix uni- taire (U.S.\$.)	Total (U.S.\$.)	Nombre	Prix uni- taire (U.S.\$.)	Total (U.S.\$.)	Nombre	Prix uni- taire (U.S.\$.)	Total (U.S.\$.)
Boeuf de boucherie	0,1	30	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Veau	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	20	20	-	-	-
Lait	-	-	-	-	-	-	2 ^{kl}	30	60	2 ^{kl}	30	60	2 ^{kl}	30	60	-	-	-
Porcelet	3	10	30	3	10	30	5	10	50	5	10	50	5	10	50	5	10	50
Porc	0,3	20	6	0,3	20	6	0,3	20	6	0,3	20	6	0,3	20	6	0,3	20	6
Oeufs	100	0,02	2	500	0,02	10	800	0,02	16	800	0,02	16	800	0,02	16	1.000	0,02	20
Volaille	11	1	11	11	1	11	11	1	11	11	1	11	11	1	11	11	1	11
Total			52			57			143			143			143			167

⚠ : Par l'introduction de races améliorées, on devrait améliorer les produits d'élevage.

Tableau 5.8 Revenu brut annuel dérivant des produits de l'élevage d'une unité agricole des terres hautes de 4,5 hectares avec élevage pendant 7 ans après l'aménagement de l'irrigation

Produits d'élevage ^{/1}	Avant l'irrigation			Après la pratique de l'irrigation																							
	Nombre	Prix uni- taire (U.S.\$.)		1 ^{ère} année			2 ^{ème} année			3 ^{ème} année			4 ^{ème} année			5 ^{ème} année			6 ^{ème} année			7 ^{ème} année					
		Total (U.S.\$.)	Nombre	Prix uni- taire (U.S.\$.)	Total (U.S.\$.)	Nombre	Prix uni- taire (U.S.\$.)	Total (U.S.\$.)	Nombre	Prix uni- taire (U.S.\$.)	Total (U.S.\$.)	Nombre	Prix uni- taire (U.S.\$.)	Total (U.S.\$.)	Nombre	Prix uni- taire (U.S.\$.)	Total (U.S.\$.)	Nombre	Prix uni- taire (U.S.\$.)	Total (U.S.\$.)	Nombre	Prix uni- taire (U.S.\$.)	Total (U.S.\$.)	Nombre	Prix uni- taire (U.S.\$.)	Total (U.S.\$.)	
Buffles	0,2	30	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Veaux	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	20	20	
Lait	-	-	-	-	-	-	-	-	2 ^{kl}	30	60	2 ^{kl}	30	60	2 ^{kl}	30	60	2 ^{kl}	30	60	2 ^{kl}	30	60	2 ^{kl}	30	60	
Porcelets	2	10	20	2	10	20	3	10	30	5	10	50	6	10	60	6	10	60	15	10	150	15	10	150	15	10	150
Porcs	0,4	20	8	0,2	20	4	0,3	20	6	0,3	20	6	0,3	20	6	0,3	20	6	0,3	20	6	0,3	20	6	1	20	20
Oeufs	100	0,02	2	600	0,02	12	1.000	0,02	20	1.000	0,02	20	1.500	0,02	30	1.500	0,02	30	1.500	0,02	30	1.500	0,02	30	1.500	0,02	30
Volaille	6	1	6	13	1	13	15	1	15	15	1	15	15	1	15	16	1	16	16	1	16	16	1	16	16	1	16
Total			42			49			71			151			171			172			262			296			296

^{/1} : Par l'introduction de races améliorées, on devrait améliorer les produits d'élevage.

Tableau 5.9 REVENU BRUT ANNUEL PROVENANT DES CULTURES D'UNE UNITE AGRICOLE DES TERRES HAUTES
DE 4,5 HECTARES AVEC ELEVAGE PENDANT 7 ANS APRES L'AMENAGEMENT DE L'IRRIGATION.

Variétés des produits agricoles ^{/1}	1ère année					2ème année					Après la pratique de l'irrigation 3ème année					4ème année					5ème année					6ème et 7ème années				
	Sur- face (Ha)	Rendement (Tonne/ha)	Production totale (Tonne)	Prix unitaire (US\$/Tonne)	Total (US\$)	Sur- face (Ha)	Rendement (Tonne/ha)	Production totale (Tonne)	Prix unitaire (US\$/Tonne)	Total (US\$)	Sur- face (Ha)	Rendement (Tonne/ha)	Production totale (Tonne)	Prix unitaire (US\$/Tonne)	Total (US\$)	Sur- face (Ha)	Rendement (Tonne/ha)	Production totale (Tonne)	Prix unitaire (US\$/Tonne)	Total (US\$)	Sur- face (Ha)	Rendement (Tonne/ha)	Production totale (Tonne)	Prix unitaire (US\$/Tonne)	Total (US\$)	Surface (Ha.)	Rendement (Tonne/ha)	Production totale (Tonne)	Prix unitaire (US\$/Tonne)	Total (US\$)
1ère récolte de paddy	0,50	2,00	1,00	40	40	0,75	2,00	1,50	40	60	0,75	2,40	1,80	40	72	0,75	2,80	2,10	40	84	0,75	2,50	2,25	40	90					
2ème récolte de paddy	0,50	1,00	0,50	40	20	0,50	1,20	0,60	40	24	0,60	1,40	0,84	40	33,6	0,70	1,60	1,12	40	44,8	0,70	1,80	1,26	40	50,4					
Mais	0,20	1,00	0,20	50	10	0,40	1,20	0,48	50	24	0,40	1,30	0,52	50	26	0,40	1,50	0,60	50	30	0,40	1,50	0,60	50	30					
Fèves	0,20	1,00	0,20	100	20	0,40	1,20	0,48	100	48	0,60	1,40	0,84	100	84	0,60	1,40	0,84	100	84	0,60	1,40	0,84	100	84					
Arachide	0,20	1,00	0,20	120	24	0,40	1,20	0,48	120	57,6	0,40	1,30	0,52	120	62,4	0,40	1,40	0,56	120	67,2	0,40	1,50	0,60	120	72					
Herbes de pâturage	0,40	20,00	8,00	1	8	0,75	40,00	30,00	1	30	0,75	50,00	37,50	1	37,5	0,75	50,00	37,50	1	37,5	0,75	50,00	37,50	1	37,5					
Engrais verts	0,40	20,00	8,00	1	8	0,40	40,00	16,00	1	16	0,40	50,00	20,00	1	20	0,40	50,00	20,00	1	20	0,40	50,00	20,00	1	20					(Analogue à la 5ème Année)
Kénaf	0,20	1,00	0,20	200	40	0,30	1,20	0,36	200	72	0,30	1,30	0,39	200	78	0,30	1,40	0,42	200	84	0,30	1,50	0,45	200	90					
Tabac	0,10	1,00	0,10	200	20	0,30	1,20	0,36	200	72	0,30	1,20	0,36	200	72	0,30	1,20	0,36	200	72	0,30	1,20	0,36	200	72					
Canne à sucre	---	---	---	---	---	0,10	60,00	6,00	3	18	0,10	60,00	6,00	3	18	0,10	60,00	6,00	3	18	0,10	60,00	6,00	3	18					
Fruits	0,10	5,00	0,50	40	20	0,10	6,00	0,60	40	24	0,10	7,00	0,70	40	28	0,10	10,00	1,00	40	40	0,10	10,00	1,00	40	40					
Légumes	0,10	5,00	0,50	10	5	0,20	12,00	2,40	10	24	0,20	13,00	2,60	10	26	0,20	15,00	3,00	10	30	0,20	15,00	3,00	10	30					
Hévéa	---	---	---	---	---	0,50	0,20	0,10	300	30	1,00	0,27	0,27	300	81	1,50	0,33	0,495	300	148,5	1,50	0,33	0,495	300	148,5					
	3,10				215	5,30			499,6	6,10				638,5	6,70				760	6,70					782,4					

^{/1} : Les produits furent choisis pour satisfaire aux besoins régionaux en chacune des cultures.

^{/2} : Le rendement de chaque culture augmenterait grâce à la pratique de l'exploitation agricole par irrigation.

Tableau 5.10

Dépenses annuelles pour l'exploitation d'une unité agricole
de 2 hectares pour la riziculture associée à l'élevage

Détails	Avant l'irri- gation		Après la pratique de l'irrigation						
	Montant annuel (US\$)	Montant annuel (US\$)	1 ^{ère} année	2 ^{ème} année	3 ^{ème} année	4 ^{ème} année	5 ^{ème} année	6 ^{ème} année	7 ^{ème} année
			Montant annuel (US\$)	Montant annuel (US\$)	Montant annuel (US\$)	Montant annuel (US\$)	Montant annuel (US\$)	Montant annuel (US\$)	Montant annuel (US\$)
Amortissement pour les bâtiments ¹	5	8	8	8	8	8	8	8	8
Amortissement pour les instruments aratoires ²	5	6	6	6	6	6	6	6	6
Remboursement des frais nécessaires pour la réforme des fermes ³	-	4	4	4	4	4	4	4	4
Taux d'abonnement aux eaux d'irri- gation ⁴	-	-	20	30	50	50	50	50	50
Dépenses pour la subsistance ⁵	150	200	250	250	300	300	300	300	300
Aliments fournis par la ferme	20	20	25	25	30	30	30	30	30
Nourriture du bétail fournie par la ferme ⁶	5	15	28	30	35	35	35	35	35
Nourriture supplémentaire pour le bétail ⁷	5	10	5	6	7	8	10	10	10
Semences supplémentaire	-	-	5	5	5	5	5	5	5
Engrais provenant des fermes ⁸	-	10	10	10	15	15	15	15	15
Engrais chimiques	-	10	10	15	20	30	40	40	40
Produits chimiques agricoles	-	2	3	4	6	10	10	10	10
Assurances	-	-	-	-	-	10	10	10	10
Taxes et charges publiques	-	-	-	-	-	5	5	5	5
Main d'oeuvre	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Divers et réserve	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Dépenses totales	190	290	379	398	491	521	533	533	533

¹, ², ³ : Ces chiffres représentent les investissements initiaux dans les unités agricoles au début

⁴ : Le taux d'abonnement aux eaux d'irrigation s'élèverait à 10 dollars U.S./ha à partir de la 2^{ème} année, à 15 dollars U.S. à partir de la 3^{ème} année et à 25 dollars U.S. partir de la 4^{ème} année.

⁵ : Les dépenses pour la subsistance augmenteront avec le développement de l'agriculture par irrigation.

⁶ : La plus grande partie du maïs, des haricots de soja et des herbages proviennent directement des fermes pour l'alimentation du bétail.

⁷ : L'achat d'une certaine quantité de chaux et de sel sera nécessaire pour servir d'alimentation supplémentaire au bétail.

⁸ : Les engrais verts proviennent des fermes.

Tableau 5.11

Dépenses annuelles pour l'exploitation d'une unité agricole
des terres hautes de 4,5 hectares avec élevage

Détails	Avant l'irri- gation	Après la pratique de l'irrigation						
		1ère année	2ème année	3ème année	4ème année	5ème année	6ème année	7ème année
	Montant annuel (US\$)	Montant annuel (US\$)	Montant annuel (US\$)	Montant annuel (US\$)	Montant annuel (US\$)	Montant annuel (US\$)	Montant annuel (US\$)	Montant annuel (US\$)
Amortissement pour les bâtiments ^{/1}	5	8	8	8	8	8	8	8
Amortissement pour les instruments aratoires ^{/2}	5	7	7	7	7	7	7	7
Remboursement des frais nécessaires pour la réforme des fermes ^{/3}	-	6	6	6	6	6	6	6
Taux d'abonnement aux eaux d'irrigation ^{/4}	-	-	37,5	56,25	93,75	93,75	93,75	93,75
Dépenses pour la subsistance ^{/5}	150	220	250	250	250	300	300	300
Aliments fournis par la ferme	15	25	25	25	35	30	30	30
Nourriture du bétail fournie par la ferme ^{/6}	5	32	64	64	78	78	78	78
Nourriture supplémentaire pour le bétail ^{/7}	5	8	10	10	10	10	15	15
Semences supplémentaires	-	10	10	10	10	10	10	10
Engrais provenant des fermes ^{/8}	-	16	20	20	20	20	20	20
Engrais chimiques	5	20	60	80	100	100	100	100
Produits chimiques agricoles	2	4	6	10	15	15	15	15
Assurances	-	10	10	10	10	10	10	10
Taxes et charges publiques	-	-	-	7	7	7	7	7
Main d'oeuvre	-	-	-	-	-	-	-	-
Devers et réserve	5	5	5	5	5	5	5	5
Dépenses totales	197	361	508,5	568,25	644,75	699,75	704,75	704,75

^{/1, /2, /3} : Ces chiffres représentent les investissements initiaux dans les unités agricoles au début de l'exploitation agricole par irrigation.

^{/4} : Le taux d'abonnement aux eaux d'irrigation destinées pour les cultures des terres agricoles s'élèverait à 10 dollars U.S./ha à partir de la 2ème année, à 15 dollars U.S. à partir de la 3ème année et à 25 dollars U.S. à partir de la 4ème année ; le taux d'abonnement aux eaux d'irrigation destinées aux plantations d'hévéa s'élèverait à 5 dollars U.S./ha à partir de la 2ème année, à 7,5 dollars U.S. à partir de la 3ème année et à 12,5 dollars U.S. à partir de la 4ème année.

^{/5} : Les dépenses pour la subsistance augmenteront avec le développement de l'agriculture par irrigation.

^{/6} : La plus grande partie du maïs, des haricots de soja et des herbages proviennent directement des fermes pour l'alimentation du bétail.

^{/7} : L'achat d'une certaine quantité de chaux et de sel sera nécessaire pour servir d'alimentation supplémentaire au bétail.

^{/8} : Les engrais verts proviennent des fermes.

Section 5. Dimensionnement du réservoir

Détermination de la capacité de retenue du réservoir du Krong Buk Inférieur

Afin de déterminer la capacité de retenue du réservoir du Krong Buk Inférieur, les éléments de base suivants seront nécessaires.

2.1. Besoins en eau d'irrigation

Les besoins en eau d'irrigation de chaque mois sont calculés d'après le Tableau 5.3 "Calcul des quantités d'eau effectivement consommées".

Les résultats de ce calcul concernant le réservoir du Krong Buk Inférieur avec le réseau d'irrigation devant desservir une superficie irrigable de 3.500 hectares sont donnés dans le Tableau 5.12 ci-dessous. Les chiffres de ce Tableau comprennent toutes les pertes d'eau survenant au cours de l'irrigation.

Tableau 5.12 Besoins en eau d'irrigation de chaque mois

Superficie irrigable	Janv.	Fév.	Mars.	Av.	Mai.	Juin.	Juil.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Terres basses 2.100ha	2,21	1,52	0,88	1,33	1,52	1,18	0,57	0,10	0,09	0,18	0,60	1,34
Terres hautes 1.400ha	1,30	1,00	0,70	0,65	0,48	0,61	0,54	0,56	0,32	0,23	0,47	0,90
Total 3.500ha	3,51	2,52	1,58	1,96	2,00	1,79	1,11	0,66	0,41	0,41	1,07	2,24

2.2 Pluie efficace dans les terres agricoles

La pluie efficace de chaque mois dans les terres agricoles est présumée à 60 pour cent des précipitations mensuelles, tandis qu'elle est présumée à zéro au cas où les précipitations mensuelles seraient inférieures à 15 millimètres.

2.3 Débit estimé au site de barrage

Le débit estimé au site de barrage est mentionné dans l'Annexe III.

Calcul de la capacité de retenue nécessaire du réservoir :

La quantité d'eau à suppléer à partir du réservoir durant la période d'irrigation est calculée en déduisant la pluie efficace mensuelle dans les terres agricoles et la quantité mensuelle d'eau affluent dans le réservoir des besoins en eau d'irrigation de chaque mois.

Ainsi, on obtiendrait la capacité de retenue nécessaire du réservoir par l'accumulation de ces approvisionnements en eau chaque mois durant la période d'irrigation. C'est ainsi que fut faite l'estimation de la capacité de retenue nécessaire du réservoir sur une période de 5 années s'étendant de 1959 à 1963.

La méthode et les résultats de ces calculs pour le système d'irrigation du Krong Buk Inférieur sont exposés dans le Tableau 5.13. Comme on peut constater dans ce tableau, la capacité maximum de retenue requise de 9,86 mètres cubes par seconde par mois se manifesterait en 1963 et on pourrait considérer que ce chiffre représenterait la capacité de retenue requise du réservoir dans les années de sécheresse susceptible de survenir une fois tous les 5 ans.

Dimensionnement de la capacité de retenue du réservoir

Du point de vue planification économique du réservoir, il serait en général recommandable d'adopter une pénurie d'eau d'une année de sécheresse susceptible de survenir une fois tous les 5 ans pour le dimensionnement de la capacité de retenue du réservoir. Compte tenu des pertes inévitables d'eau stockée par fuite et par évaporation, le dimensionnement de la capacité de retenue du réservoir du Krong Buk Inférieur fut déterminé comme suit :

La capacité maximum de retenue requise étant de 9,86 mètres cubes par seconde par mois, elle serait équivalente à un volume de 25.540.000 mètres cubes environ. Or, en présumant que le plan des hautes eaux du réservoir soit de 473,10 mètres, on pourrait obtenir une capacité totale de retenue de 36.200.000 mètres cubes d'après la courbe indiquant les relations entre la retenue et le niveau des eaux du réservoir mentionnée dans la Fig. 5.5.

D'autre part, les pertes au cours du stockage d'eau seraient estimées à 5.430.000¹ mètres cubes par fuite d'eau et à 1.800.000² mètres cubes par évaporation. De plus, il est nécessaire de tenir compte du réservoir correspondant à la retenue minimum estimé à 2.700.000 mètres cubes pour disposer d'une hauteur de chute suffisante pour assurer le transport d'eau d'irrigation. De ce fait, le calcul de la capacité de retenue disponible

¹ : La perte d'eau due aux fuites a été estimée en présumant qu'elle correspondrait à 15 pour cent de la capacité totale de retenue d'un réservoir ayant une surface d'eau donnée.

² : Ce chiffre a été calculé en se basant sur les résultats examinés dans l'Annexe II.

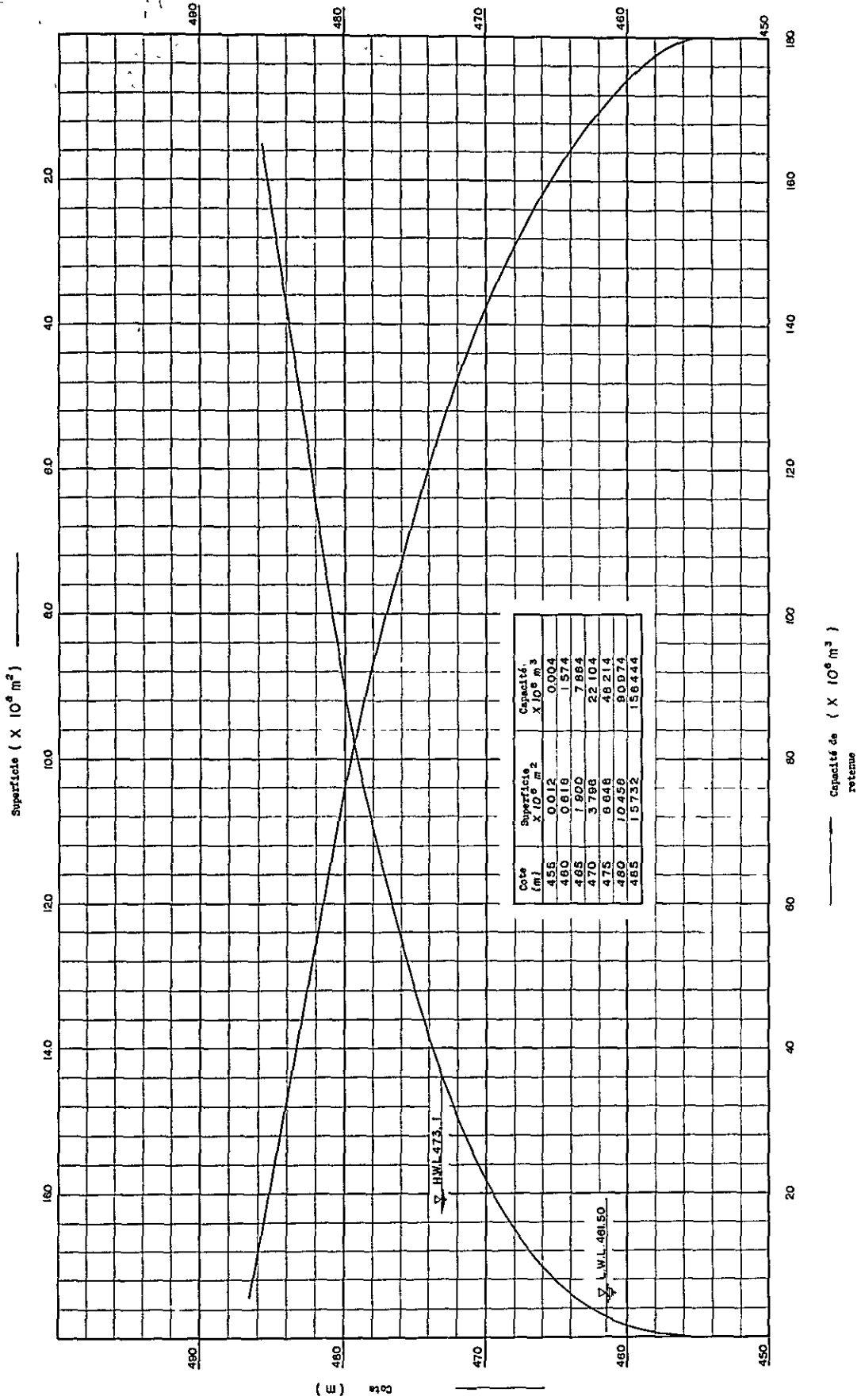
du réservoir destinée aux fins d'irrigation donne :

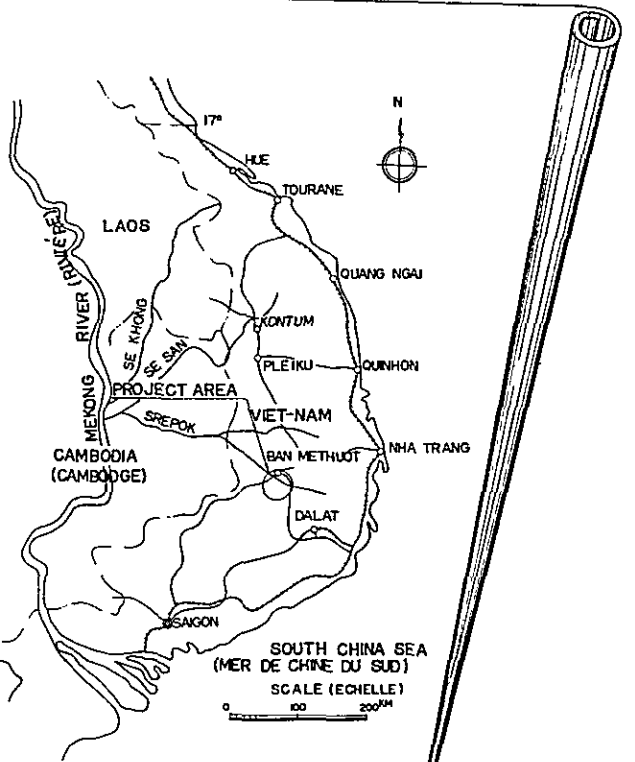
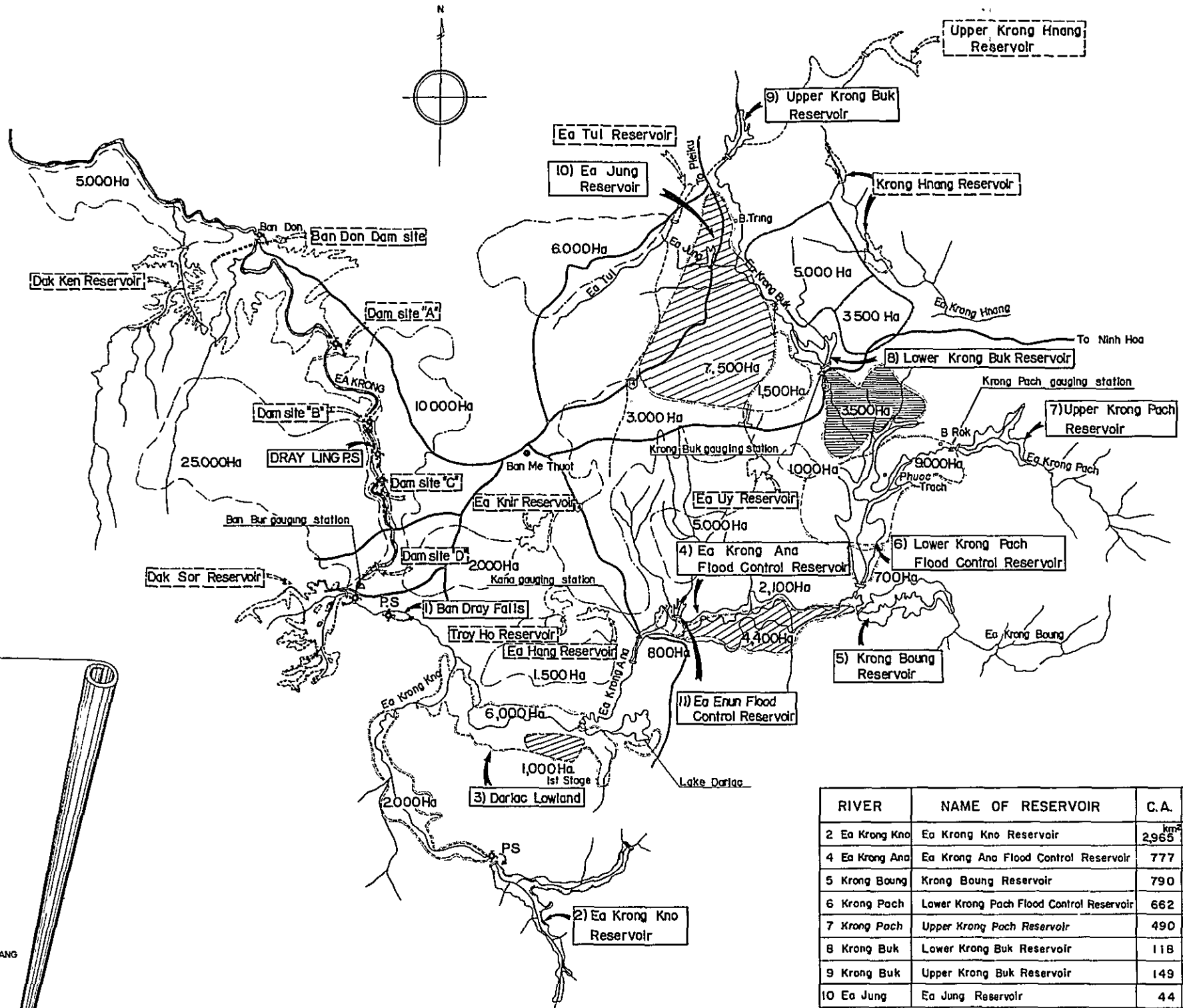
$$36.200.000 - (5.430.000 + 1.800.000 + 2.700.000) = 26.270.000 \text{ mètres cubes.}$$

Ce qui couvre la capacité maximum de retenue requise de 25.540.000 mètres cubes exposée ci-dessus.

C'est ainsi que fut déterminée la capacité totale de retenue du réservoir du Krong Buk Inférieur à adopter, c'est-à-dire à 26.200.000 mètres cubes avec un plan des hautes eaux de 473,10 mètres.

FIG-5.5. REZERVOAR DU KENDANG ENKA LUPFERINDAR

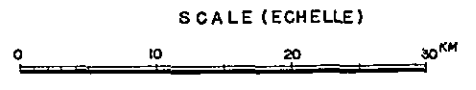




- LEGEND**
- National highway NO 14 (Route nationale No 14)
 - River (Rivière)
 - Dam and reservoir (Barrage et réservoir)
 - Irrigation area (Superficie d'irrigation)
 - Water gauging station (Station de jaugeage)
 - Power station (Centrale électrique)
 - Lower Krông Buk project area (Zone du projet du Krông Buk Inferieur)
 - Initial stage development area (Region a aménager au début)

RIVER	NAME OF RESERVOIR	C.A.	H.W.L.	L.W.L.	A S.C.	CREST OF LENGTH	HEIGHT OF DAM
		km ²	m	m	x 10 ⁶ m ³	m	m
2 Ea Krông Kno	Ea Krông Kno Reservoir	2,965	488.0	460.0	800,000	850	70.0
4 Ea Krông Ana	Ea Krông Ana Flood Control Reservoir	777	432.0	422.8	110,000	164	22.6
5 Krông Bông	Krông Bông Reservoir	790	447.5	444.5	21,600	155	21.0
6 Krông Pach	Lower Krông Pach Flood Control Reservoir	662	441.0	435.0	95,000	600	14.0
7 Krông Pach	Upper Krông Pach Reservoir	490	454.6	451.5	72,000	585	18.5
8 Krông Buk	Lower Krông Buk Reservoir	118	473.1	461.5	45,000	1,365	21.7
9 Krông Buk	Upper Krông Buk Reservoir	149	701.0	686.0	83,400	665	29.3
10 Ea Jung	Ea Jung Reservoir	44	618.0	607.0	4,700	280	18.0

C.A.: Catchment Area H.W.L. High Water Level L.W.L. Low Water Level
A.S.C. Available Storage Capacity

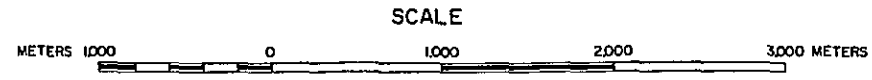
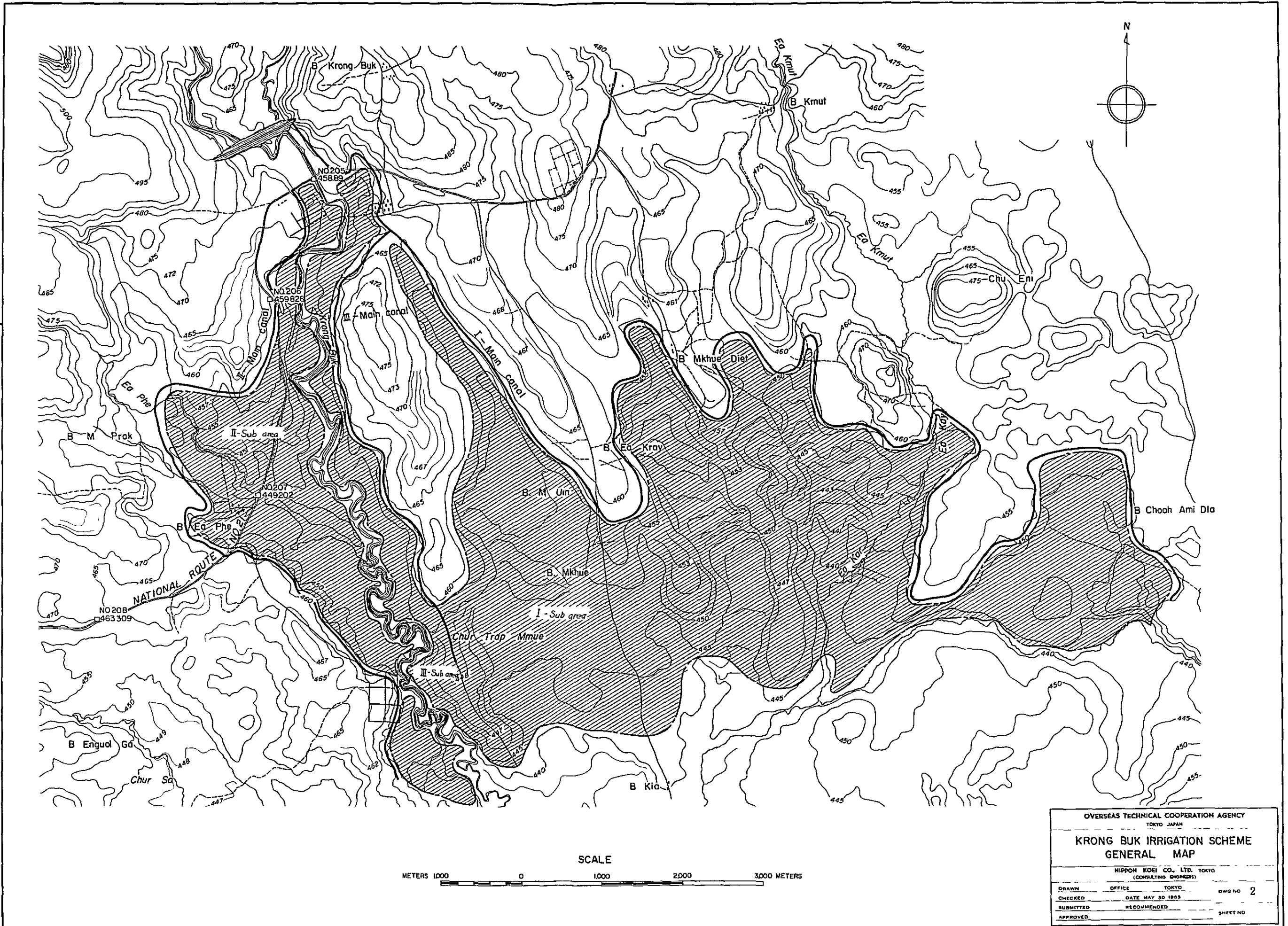


OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY
TOKYO JAPAN

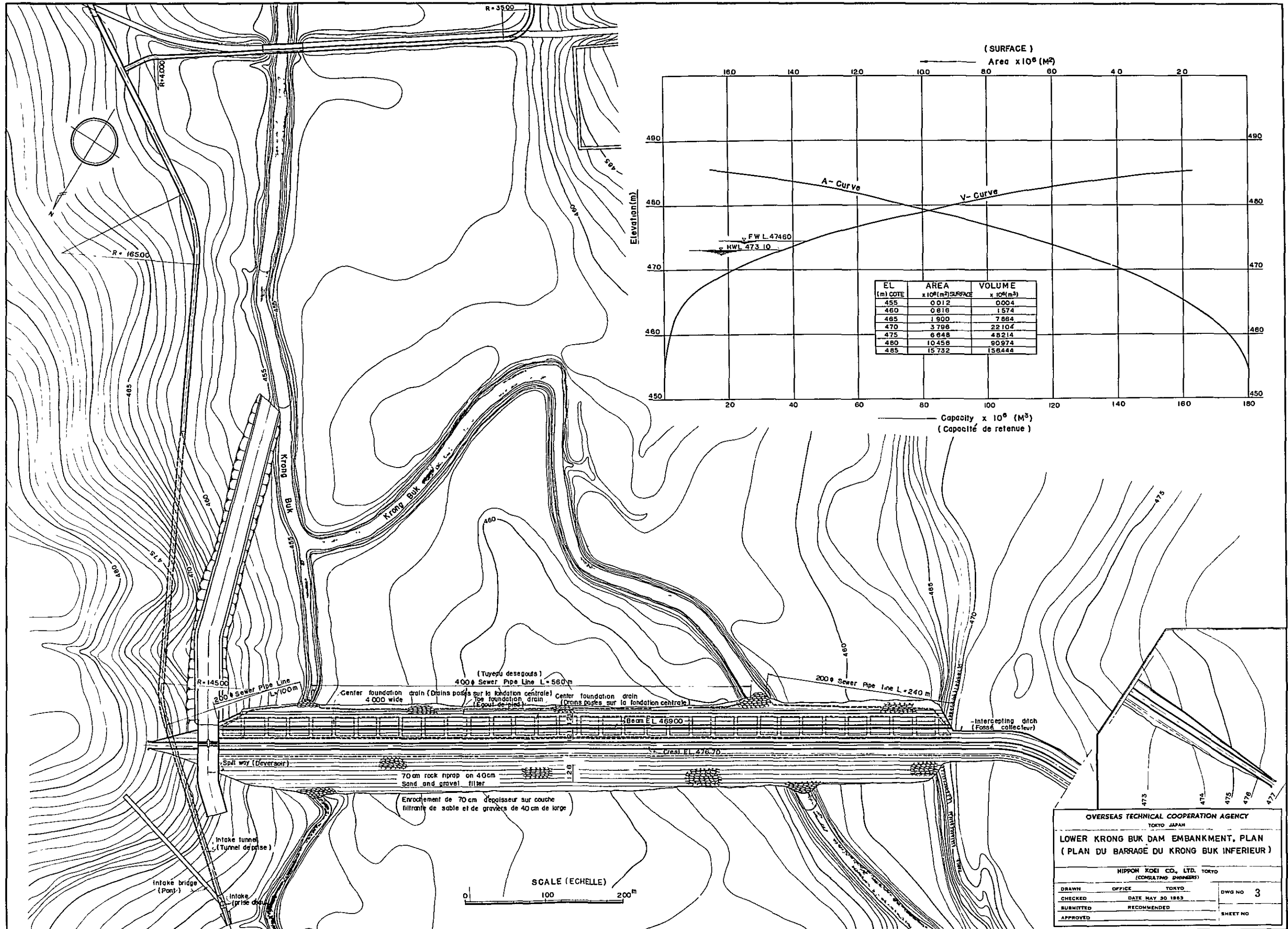
UPPER SREPOK PROJECT, VIET-NAM
GENERAL PLAN
(PLAN GENERAL)

NIPPON KOGI CO., LTD. TOKYO
(CONSULTING ENGINEERS)

DRAWN	OFFICE	TOKYO	DWG NO	1
CHECKED	DATE	MAY 30 1963		
SUBMITTED	RECOMMENDED			
APPROVED			SHEET NO	



OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY			
TOKYO JAPAN			
KRONG BUK IRRIGATION SCHEME			
GENERAL MAP			
HIPPOON KOEI CO., LTD. TOKYO			
(CONSULTING ENGINEERS)			
DRAWN	OFFICE	TOKYO	DWG NO 2
CHECKED	DATE MAY 30 1953		
SUBMITTED	RECOMMENDED		
APPROVED			SHEET NO

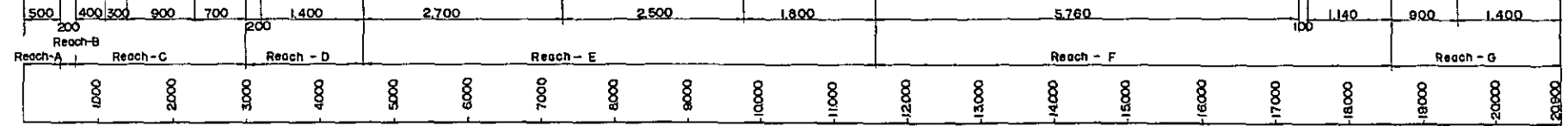
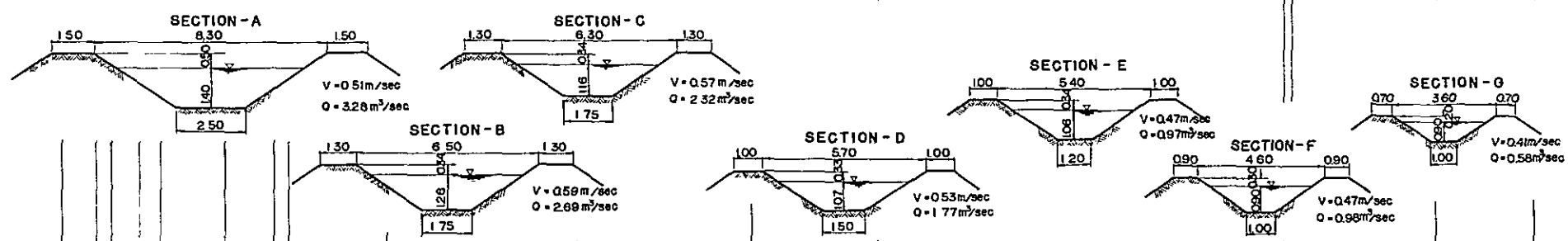
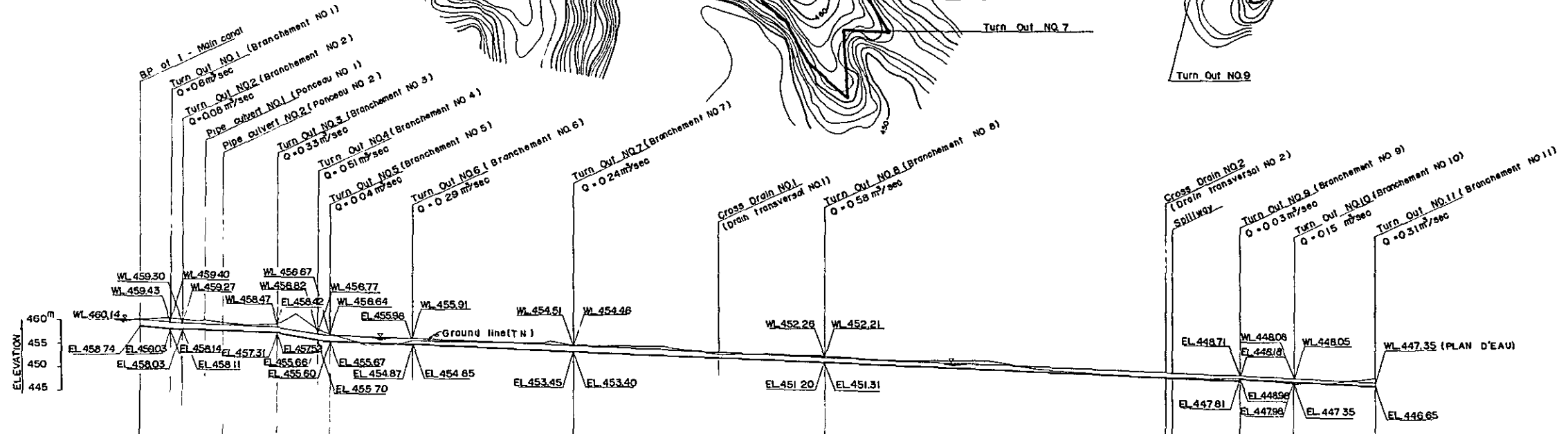
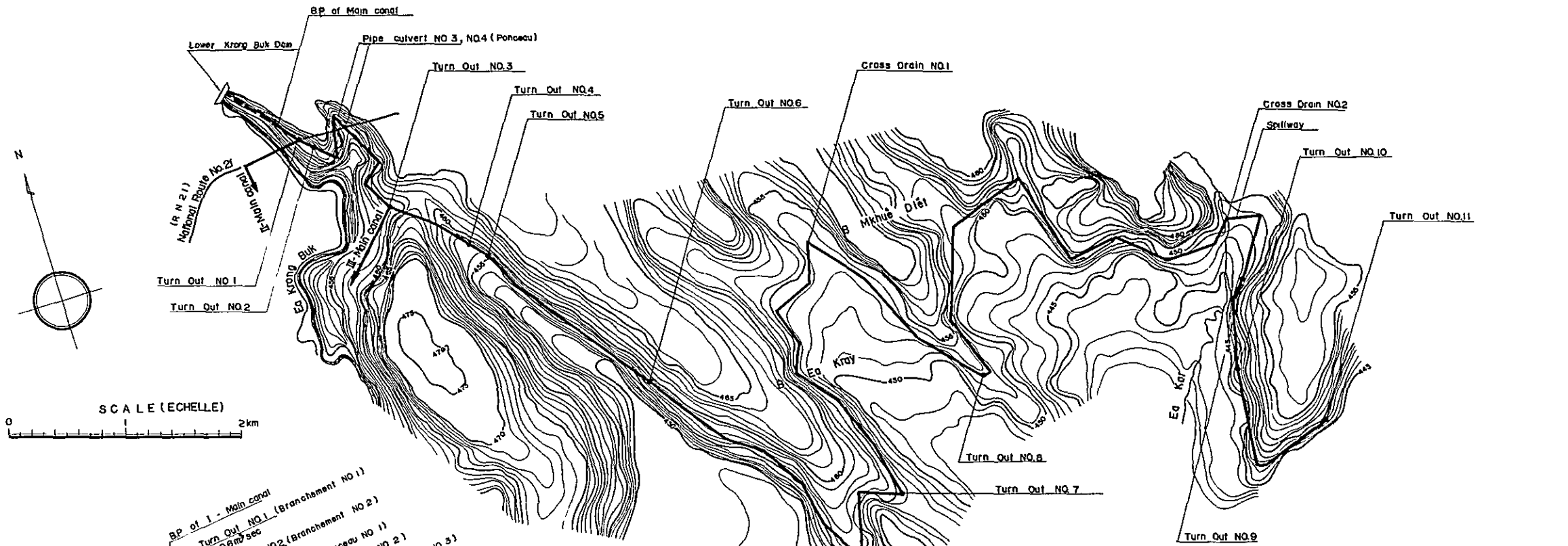


OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY
 TOKYO JAPAN

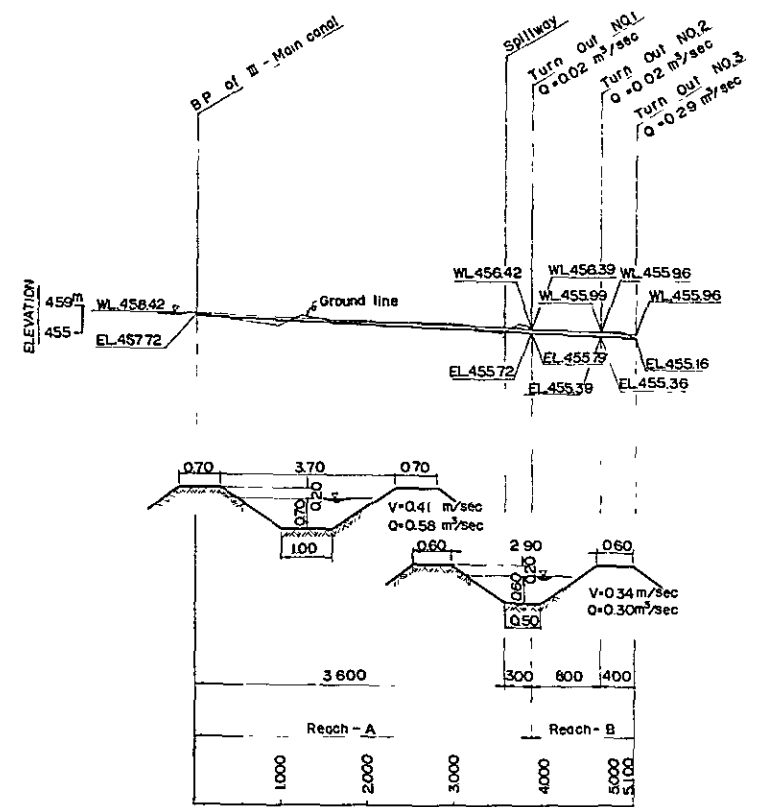
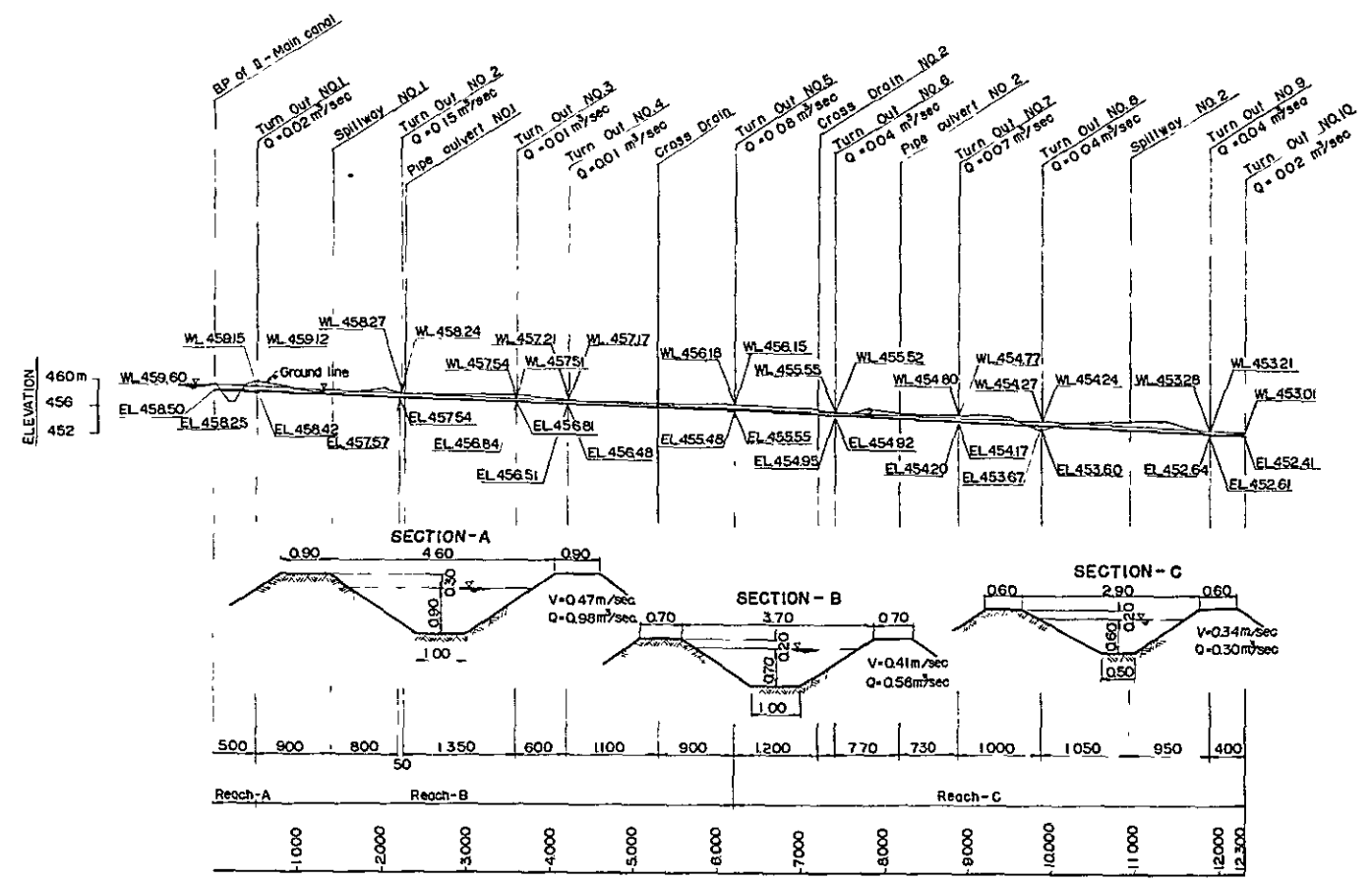
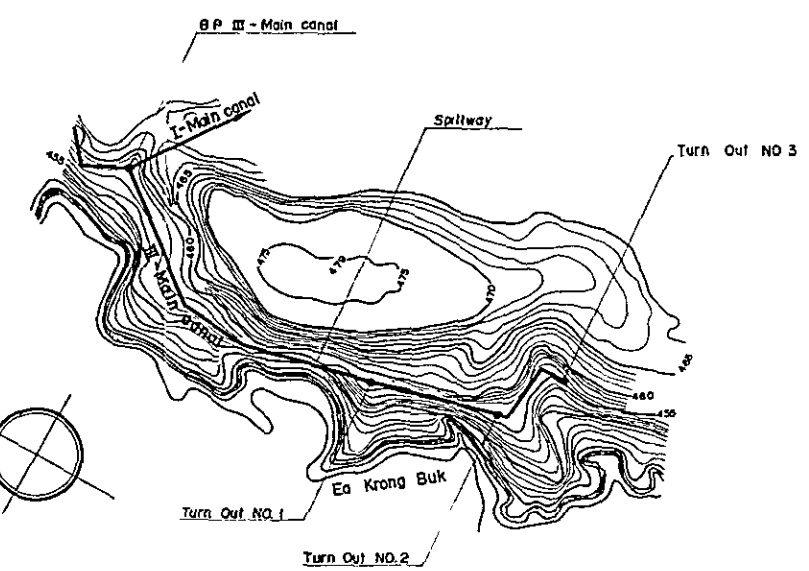
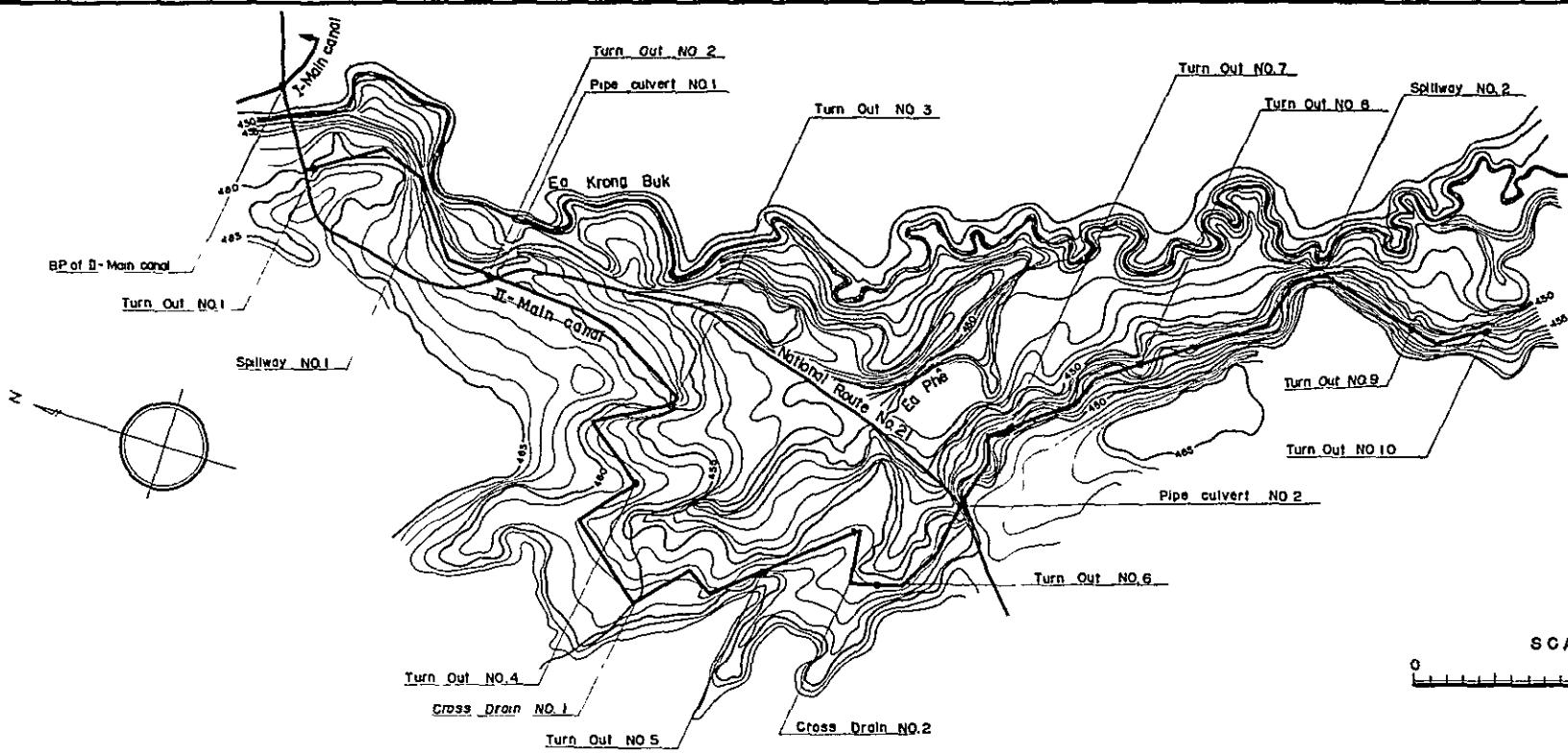
LOWER KRONG BUK DAM EMBANKMENT, PLAN
 (PLAN DU BARRAGE DU KRONG BUK INFERIEUR)

HIPPON KOEI CO., LTD. TOKYO
 (CONSULTING ENGINEERS)

DRAWN	OFFICE	TOKYO	DWG NO	3
CHECKED	DATE	MAY 30 1953	SUBMITTED	RECOMMENDED
APPROVED				SHEET NO



OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY TOKYO, JAPAN		
LOWER KRONG BUK SUB AREA I - MAIN CANAL PLAN AND PROFILE (PLAN ET PROFIL DE CANAL PRINCIPAL NO 1 DE LA SUBDIVISION DU KRONG BUK INFÉRIEUR)		
NIPPON KOGI CO., LTD. TOKYO (CONSULTING ENGINEER)		
DRAWN	OFFICE TOKYO	DWG. NO. 7
CHECKED	DATE MAY 30 1983	
SUBMITTED	RECOMMENDED	
APPROVED		SHEET NO.



OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY
 TOKYO JAPAN
LOWER KRONG BUK SUB AREA II-MAIN CANAL AND II-MAIN CANAL - PLAN AND PROFILE (PLAN ET PROFIL DES CANAUX PRINCIPAUX NO. II ET III DE LA SUBDIVISION DU KRONG BUK INFÉRIEUR)
 NIPPON KOKAI CO., LTD TOKYO (CONSULTING ENGINEERS)

DRAWN	OFFICE	TOKYO	DWG NO	8
CHECKED	DATE	MAY 30 1983		
SUBMITTED	RECOMMENDED			
APPROVED				SHEET NO

