

調査報告書

**RAPPORT SUR L'ETUDE DE L'ALLONGEMENT
DE LA PISTE A L'AEROPORT DE
WATTAY, VIENTIANE, LAOS**

MARS 1967

OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY

TOKYO JAPON

持出禁止
限友用
調査統計課

Y

JICA LIBRARY



1058629[5]

國際協力事業団	
受入 期 '84. 5. 19	17/2
登録No. 05801 1613	61
	870

Avant-propos

Le gouvernement japonais, qui avait à entreprendre, sur la demande du gouvernement laotien, l'étude préliminaire sur le projet d'allongement de la piste à l'aéroport de Wattay Vientiane la capitale laotienne, l'a confié à l'Overseas Technical Cooperation Agency du Japon. Pour le bien du développement de l'activité aérienne et du progrès économique au Laos, l'Agency, espérant sa réalisation efficace, y a envoyé du 6 au 23 février 1967 une mission technique de cinq ingénieurs dirigée par Mr. Hayashi, Chef de Section Construction, Direction de l'aviation civile, Ministère japonais des Transports. L'étude sur place s'est effectuée sans délai et en voici le rapport.

L'aéroport de Wattay Vientiane n'a actuellement qu'une piste de longueur de 2.000 mètres. La mission a étudié si cette piste actuelle pouvait techniquement être prolongée jusqu'à 3.000 mètres de sorte qu'elle pût servir sans difficulté des grands quadriréacteurs.

Il n'y aura pas plus de joie si cette étude contribue à l'amitié et au courant mutuel économique nippon-laotien.

Finalement, je voudrais profiter cette occasion de remercier d'abord à tous les intéressés gouvernementaux laotiens de leurs assistances et coopérations fiévreuses accordées au cours de cette étude. Je voudrais donner également les mots de remerciement aux officiers à l'Ambassade japonais qui ont aidé l'étude sur place, et aussi au Ministère japonais des Affaires étrangères, au Ministère japonais des Transports et à la Compagnie Pacific Consultants qui ont supporté l'envoi de la mission.

Tokyo, Mars 1967



Shinichi Shibusawa

le président

Overseas Technical Cooperation Agency
du Japon

Contenu

Chapitre 1	Préambule, Généralité	1
1.	Objet de l'étude	1
2.	Résumé de l'étude	1
3.	Organisation de la mission	2
4.	Ordre du jour	2
Chapitre 3	Position par rapport au réseau de routes aériennes et installations actuelles de l'aéroport de Wattay	4
1.	Activité aérienne au Laos	4
2.	Situation actuelle de l'aéroport de Wattay	4
1)	Topographie	5
2)	Installations de base d'atterrissage et de décollage	7
3)	Balisages lumineux	11
4)	Aire de terminus, etc.	13
3.	Trafic aérien	14
4.	Météorologie	17
Chapitre 4	Projet d'amélioration de l'aéroport de Wattay conçu par le gouvernement laotien	21
Chapitre 5	Projet et plan d'allongement de la piste de l'aéroport de Wattay	25
1.	Projet et plan	25
1)	Installations de base d'atterrissage et de décollage	25
2)	Autres Installations	39
2.	Examen des obstacles aéronautiques sujets à l'allongement de la piste.	40
3.	Examen de mécanique du sol au-dessous de la piste allongée	47
4.	Examen des matériaux de construction	52
Chapitre 6	Plan des travaux et dépense approximative du projet.	57
1.	Plan des travaux	57
2.	Dépense approximative du projet	59
Chapitre 7	Conclusion	66

Chapitre 1 Préambule, Généralité

1. Objet de l'étude

La piste actuelle de l'aéroport de Wattay, Vientiane, la capitale du royaume laotien n'a qu'une longueur de 2000 mètres qui n'est pas considéré comme appropriée à l'exploitation des réacteurs. La présente étude a pour objet d'examiner préliminairement, avant que l'investissement s'y effectue, le projet d'allongement de la piste jusqu'à 3000 mètres pour qu'elle permette l'exploitation sans limite des réacteurs et en même temps que l'aéroport puisse être utilisé comme celui international.

2. Résumé de l'étude

Pour améliorer la situation actuelle de l'aéroport, le gouvernement laotien a mis la main à son extension dans le cadre de nouveau projet de développement économique de cinq ans du 30 juin 1959 au 1 juillet 1967. Le priministre laotien Mr. phouma a demandé au priministre japonais Mr. Sato d'aider le projet, alors que Mr. phouma assistait à la conference ministérielle de l'Asie du sud-ouest qui avait lieu à Tokyo en avril 1966. Etant donné que le gouvernement laotien a déjà abandonné le droit de réclamation d'indemnité guerrière contre le Japon et il maintient toujours la position amicale vis-a vis du Japon, le gouvernement japonais considère que l'exécution de l'étude sur le projet d'allongement de la piste à l'aéroport de Vientiane non seulement contribue directement au progrès de l'aviation laotienne, mais encore: au développement fondamental des industries ensembles et par conséquent il joue un rôle de plus en plus important à l'amitié mutuelle entre les deux pays.

Le résumé de l'étude comprend:

- (1) l'examen de la mécanique du sol et l'arpentage dans l'aire où l'extension de la piste est projetée,
- (2) l'examen topogrephique dans les environs relatives à l'extension,
- (3) le moyen à procurer et les prix des matériaux nécessaires à l'exécution des travaux,
- (4) la collection des renseignements sur les mains-d'oeuvre, le moyen et le

frais de transportation, et l'indemnité quelconque,

(5) l'examen et la collection des renseignements sur l'exploitation aérienne et au sol à l'aéroport,

(6) la conception préliminaire d'aménagement des installations de base tels que la piste, la voie de circulation et l'aire de trafic, et

(7) la dépense approximative des travaux

3. Organisation de la mission

Chef :	Hayashi Kotaro	Chef, Section Construction, Direction de l'aviation civile, Ministère des Transports
	Inada Futoru	Adjoint-au-chef, Section Construction, Direction de l'aviation civile, Ministère des Transports
	Komada Yukihiro	Ingénieur, Section Construction, Direction de l'aviation civile, Ministère des Transports
	Makino Shigeto	Ingénieur à la compagnie Pacific Consultants
	Tanaka Keizo	Ingénieur à l'Overseas Technical Cooperation Agency

4. Ordre du jour

- 6 février (lun) Départ du Tokyo, Arrivée à Bangkok
- 7 février (mar) Collection des renseignements tels que l'AIP au Bureau Extrême-Orient et Pacifique de l'OACI, Départ de Bangkok, Arrivée à Vientiane
- 8 février (mer) l'Ambassade du Japon, Salut à Mr. l'ambassadeur Mr. Wada et entente préalable avec lui, Salut à Mr. le ministre des coordinations économiques Mr. Impeslia après-midi, Préparation pour l'étude
- 9 février (jeu) Entente préalable au Commissariat au plan avec la présence de Messieurs le commissaire au plan, le Directeur de l'aviation civile, le Directeur de la Météorologie, le Chef de la navigation aérienne, et tous les membres de la mission, le secrétaire de l'ambassade japonais. Après-midi, exécution de l'étude
- 10 février (ven) Exécution de l'étude sur l'extension de l'aéroport

11 février (sam)	dito	
12 février (dim)	dito	
13 février (lun)	dito	
14 février (mar)	Groupe 1	Arrangement des résultats jusqu' ici
	Groupe 2	Exécution de l'étude
15 février (mer)	Groupe 1	Arrangement des résultats jusqu' ici
	Groupe 2	Essai du sol
16 février (jeu)	Groupe 1	Essai du sol
	Groupe 2	Arrangement des résultats jusqu' ici
	Après-midi,	Réunion à l'ambassade sur les résultats de l'étude jusqu' ici
17 février (ven)	Avant-midi,	Rapport intermédiaire à Mr. le Commissaire au plan Mr. Oukès
	Après-midi,	Départ de Mr. Hayashi à Bangkok
	Groupe 1	Essai du sol
18 février (sam)	Groupe 1	Arrangement des résultats jusqu' ici
	Groupe 2	Essai du sol
	Après-midi,	Voyage à Thadoa (25 Km de Vientiane) pour examiner des matériaux (sable, gravier)
19 février (dim)	Groupe 1	Terminer l'essai du sol. Arrangement des résultats
	Groupe 2	Arrangement des résultats jusqu' ici
20 février (lun)	Avant-midi,	Arpentage des obstacles dans l'aire d'approche
	Après-midi,	Réunion à l'ambassade. Empaquetage pour départ
21 février (mar)		Salut à tous les intéressés gouvernementaux laotiens et à l'ambassade
		Départ de Vientiane, Arrivée à Bangkok
22 février (mer)		Collection des renseignements sur les installations aux aéroports dans la région au bureau régional de l'OACI, examen de l'aéroport de Bangkok
23 février (jeu)		Départ de Bangkok

Chapitre 3 Position par rapport au réseau de routes aériennes et installations actuelles de l'aéroport de Wattay

3.1 Activité aérienne au Laos

Le développement du réseau de transportation terrestre laotien tel que la route et la voie ferroviaire est sous développé comme déjà mentionné au chapitre précédent sous le titre de <réseaux de transportation>.

Quant à l'activité aérienne actuelle, des plusieurs petits aérodromes s'éparpillent partout dans le pay, mais il n'y en a qu'une dizaine qui sont disponibles même en saison pluvieuse. Les aérodromes principaux parmi ceux-ci qui servent à l'aviation régulière sont Vientiane (Wattay), Luang Prabang, Paksé et Savana Khet dont le sommaire se trouve au tableau 3-1. Le tableau indique que les longueurs des pistes se rangent de 1.600 à 2.000 mètres et qu'elles ne sont pas utilisées de nuit. Les types d'avion qui les fréquentent sont DC-3, DC-4, DC-6, Avro-748, C-47 et Cessna.

Les nombres des mouvements d'aéronefs, des passagers et des frets à l'aéroport de Wattay Vientiane se trouvent au tableau 3-2. On y remarque qu'il y a pas mal de différence saisonnière et que les nombres des mouvements d'aéronefs internationaux et domestiques en 1964 et en 1965 sont 3.805 et 3.441 respectivement, et ceux des passagers 45.569 et 47.081 respectivement. Bien que les renseignements précis à chaque aéroport ne soient pas disponibles, les nombres de trafic aux autres aéroports sont considérés comme beaucoup plus faibles que Vientiane, puisque le réseau de routes aériennes s'étend radialement par rapport à Vientiane.

On n'a pas pu obtenir, pendant la durée de la mission, la statistique passée sur le trafic aérien et les autres renseignements sur la demande de transportation, ceux qui permettraient prévoir les nombres futures des mouvements des aéronefs, des passagers et des frets. On peut espérer toutefois que la demande de transportation aérienne augmente suivant le développement économique industriel et la stabilité politique internationale dans la région.

Tableau 3-1 Liste des aéroport principaux au Laos

Aéroport	Vientiane	Luang Prabang	Paksé	Savaunakhet
endroit	dans la ville	3 Km de la ville	2 Km de la ville	2 Km de la ville
longitude et latitude	17°58'N 102°35'E	19°54'N 102°09'E	15°08'N 105°46'E	16°35'N 104°45'E
altitude	170 M (558')	300M (997')	130 M (400')	160 M (509')
longueur de piste	2.000 M (6.538')	1.600 M (5.360')	1,600 M (5.325')	1.634 M (5.850')
largeur de piste	45 M (150')	25 M (56')	40 M (130')	40 M (140')
surface de piste	revêtement en béton du ciment	Gravier roulé, bon drainage	revêtement en béton bitumineux	revêtement en béton bitumineux
force portante de piste	40.000 kg/roue	25.000 kg/roue	30.000 kg/roue	25.000 kg/roue
heurs de service	6 hr-18hr (local)	6hr-18hr (local)	6hr-18hr (local)	6hr-18hr (local)
orientation de piste	130°/310°	60°/240°	—	40°/220°
remarque				

Tableau 3-2 Nombre des Mouvements d'aéronefs et des passagers à l'aéroport de Wattay

Période	nombre de voIs			Nombre de passagers (arrivés et départs)			frets (tonne)		
	domés-tique	int'l	total	domés-tique	int'l	total	domés-tique	int'l	total
1964 jan - mar	606	750	1,356	5,820	5,506	11,326	189	159	348
" avr - jun	507	443	950	4,753	4,369	9,122	117	115	232
" jul - spt	383	298	681	7,040	6,269	13,309	122	98	220
" oct - dec	452	366	818	6,256	5,555	11,811	152	103	255
" total	1,948	1,857	3,805	23,869	21,699	45,568	580	475	1,055
1965 jan - mar	381	335	716	5,473	4,263	9,700	114	93	207
" avr - jun	480	427	907	6,436	6,065	12,501	150	126	276
" jul - spt	676	168	844	9,470	3,505	12,975	285	103	388
" oct - dec	734	240	974	8,532	3,373	11,905	325	143	468
" total	2,271	1,170	3,441	29,875	17,206	47,081	874	465	1,339
1966 jan - mar	742	269	1,011	9,198	5,000	14,198	360	119	479

3-2-1) Topographie

L'aéroport de Wattay est situé dans le banlieu de Vientiane. Il est au milieu du grand delta alluvial du fleuve de Mékong et s'en trouve deux kilomètres environ entouré des plaines fermes.

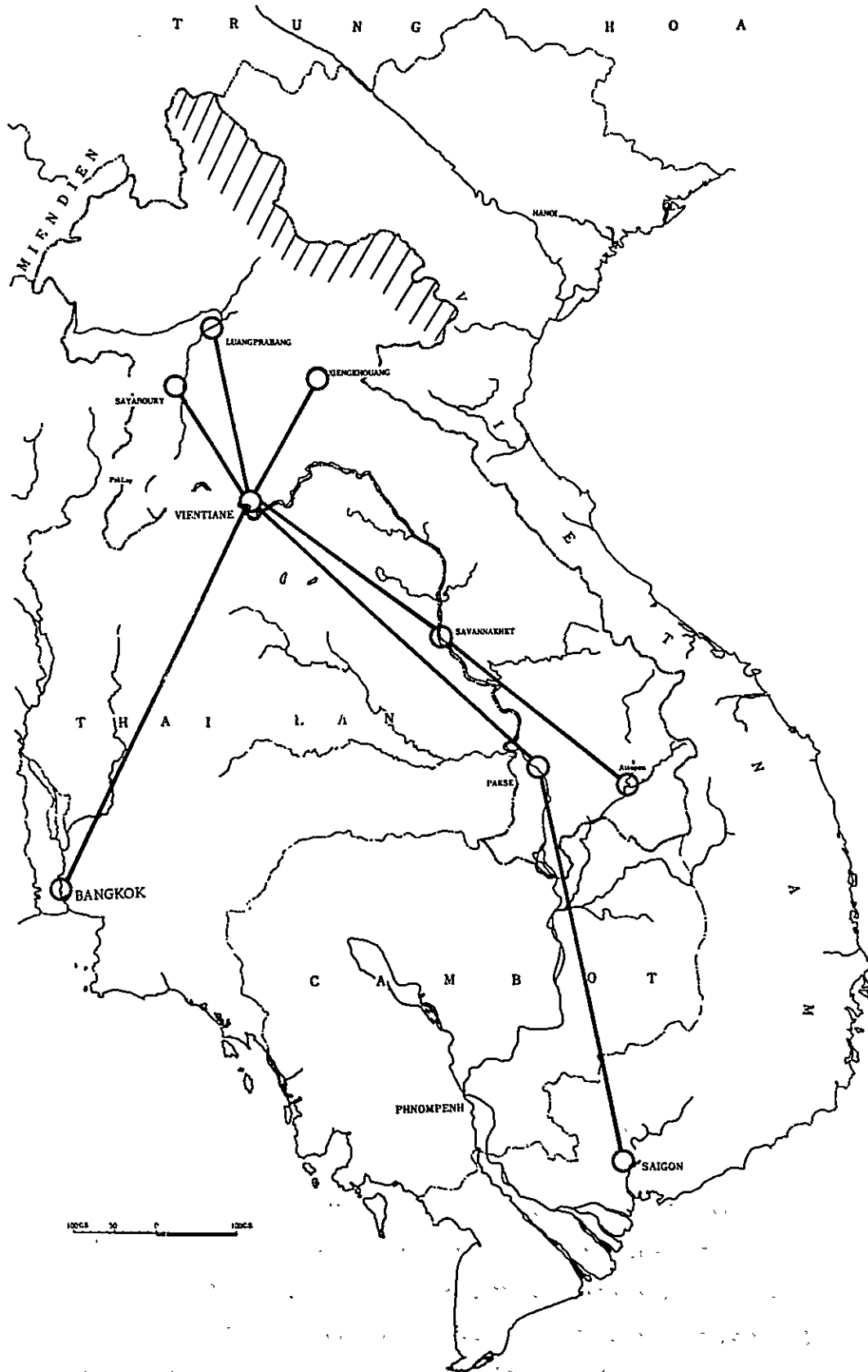


Fig. 3-1 Carte géographique de l'Asie du Sud-ouest

Le niveau d'eau diffère considérablement entre les saisons sèche et pluvieuse. En saison pluvieuse, le niveau d'eau monte jusqu'à l'altitude de 170 mètres environ. C'est pour cela que le talus le long du fleuve s'est construit jusqu'à ce niveau. Le niveau de la surface de la piste actuelle de l'aéroport de Wattay est à peu près pareille à celui du sommet du telus. Les niveaux des fermes voisinages sont de 168 à 169 mètres; à peu près plat.

La terrasse voisinage est presque plate excepté une petite colline buissonnée à 600 mètres nord-ouest de l'extrémité nor-ouest de la piste, et une autre colline et un village à un kilomètre est de l'extrémité sud-est de la piste.

Il y a une dépression en outre à de 400 à 600 mètres au nord de la piste. De l'eau s'y trouve toujours même en saison sèche. Cette palce a été déterrée pour le remblai à la piste actuelle. Il y a la route nationale N^o 13 à deux kilomètres au nord de la piste qui passe nord-sud, d'où la terre monte petit à petit vers le nord-ouest jusqu' à l'altitude de 200 à 230 mètres à deux ou trois kilomètres environs. (Voir le figure)

Ainsi les environs de l'aéroport sont-ils tellement plats que la situation de drainage est mauvaise. Quand il pleut, de l'eau coule lentement du sud au nord suivant la pente d'environ 1 : 1.500 et s'accumule dans la dépression humide au nord de l'aéroport. Quand le niveau de l'eau y monte, assez efficacement fonctionne la route d'eau qui passe par la ville de Vientiane jusqu' au fleuve. En même temps toutefois, une partie de la piste est noyée.

Voir la figure pour la topographie.

3-2-2) Installations de base d'atterrissage et de décollage

La figure 3-2 indique le système et la configuration des installations de base d'aéroport, c'est-à-dire, la piste, la voie de circulation et l'aire de stationnement dont la grandeur et la structure sont comme suit.

Ces installations se sont mises en place par les Etats-unis de 1958 à 1963 et sont entretenues en bonne condition. La grande inondation d'août de l'an passé (1966) qui a noyé la grande partie de la région vientianaise a endommagé considérablement des immeubles, des routes et des aqueducs. Naturellement l'aéroport s'est noyé pendant 20 jours et s'est mis hors de service. Immédiatement après la catastrophe, l'étude s'est conduit par les Etats-unis sur le dommage de la surface du revêtement et sur l'existence quelconque de dépréciation de la force portante du revêtement et sa fondation.

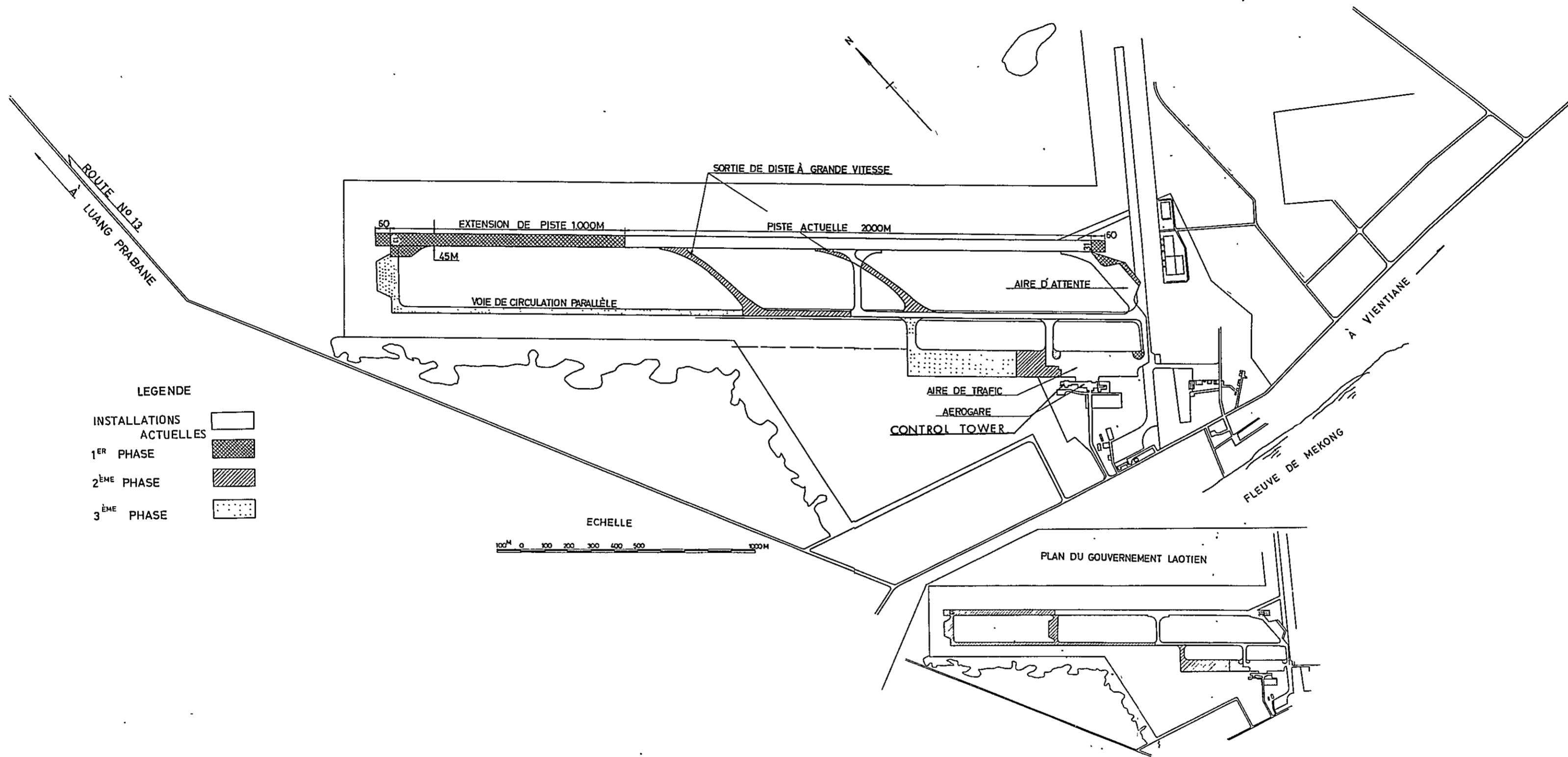


Fig. 3-2 État actuel de l'aéroport de Wattay

LAPLAN D'EXTENSION DE L'AEROPORT DE WATTAY VIENTIANE LAOS

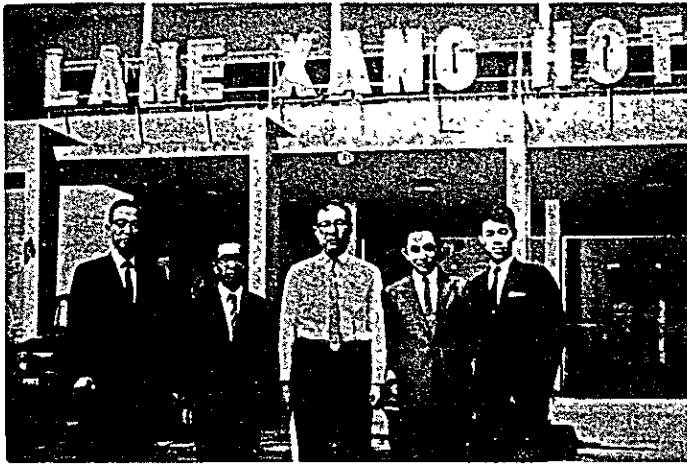


Photo. 1

Membre de la mission

Photo 2 Topographie

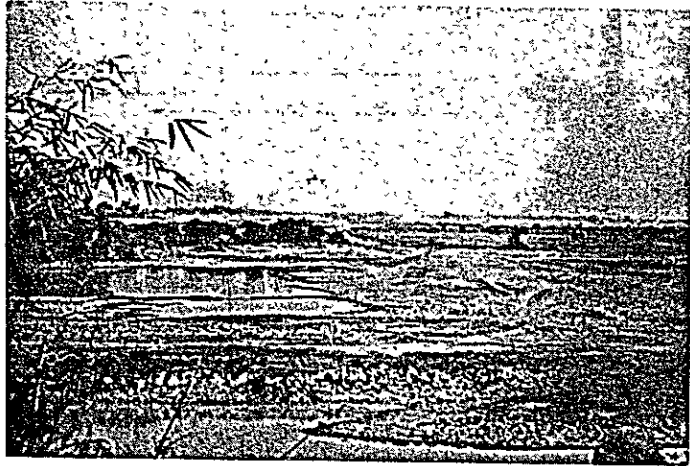
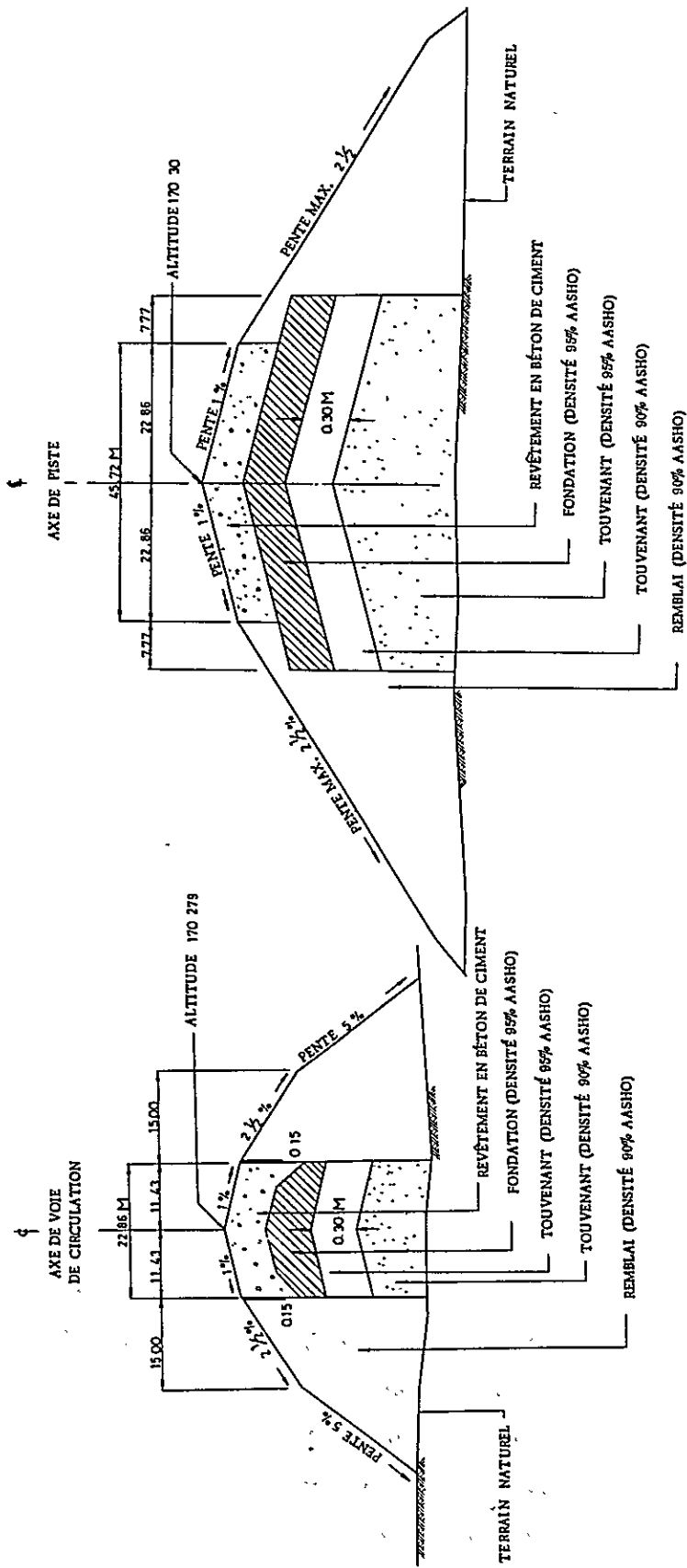


Photo. 3 Piste actuelle



Unité en M

Fig. 3-3 Coupes standards de la piste et la voie de circulation actuelles.

Le dommage fonctionnel du revêtement par l'inondation n'a cependant pas été perçu.

i) la piste d'envol

La piste actuelle de longueur de 2000 mètres et de largeur de 45 mètres est en béton de ciment. L'épaisseur de la dalle en est 28 cm (11 pouces) à la portion lourde et 25 cm (10 pouces) à la portion légère. L'épaisseur de la fondation est de 30 cm. La force de flexion du béton en est 46 kg/cm² (650 Psi). Le coefficient de réaction de la fondation K 75 cm (30 pouces) est de 7 kg/cm³ (250 livres/pouce³)

Les joints sont construits tous les 7,6 mètres longitudinalement et tous les 4,6 mètres transversalement. Ses détails se trouvent dans la figure 3-3. La portion lourde du revêtement sont la partie 300 mètres de chaque extrémité de la piste et la partie de voie de circulation rejoignant la piste.

ii) l'Aire de trafic

Le plan de l'aire de trafic est, comme indiqué dans la figure 5.3, 106 mètres sur 310 mètres, dont la structure est même que celle de la voie de circulation. Il est entretenue en bonne condition comme tous les autres revêtements. Des avions de type de grand et petit y stationnent toujours. L'aire n'est pas balisée de marques et son exploitation donc est lourde et irrégulière.

iii) l'aire d'attente

L'aire d'attente de forme comme indiquée à la figure 5.4 est employée par les avions de presque tous les types qui essaient le moteur avant décollage. L'aire est utilisée très fréquemment. Chaque fois que le moteur est essayé cependant, il souffle la poussière de l'aire boueuse qui borde le revêtement.

3-2-3) Balisages lumineux

L'aéroport de Wattay n'est muni que d'une phare d'aérodrome, des feux de bord de piste, des feux de seuil de piste et des feux de bord de voie de circulation dont le détail s'applique comme suit.

Phare d'aérodrome: la phare installée au sommet de la tour de contrôle qui émet des éclats verts alternant avec des éclats blancs indique l'endroit de l'aéroport aux avions qui s'en approchent.



Photo. 4 Aire de trafic



Photo. 5 Feux de piste

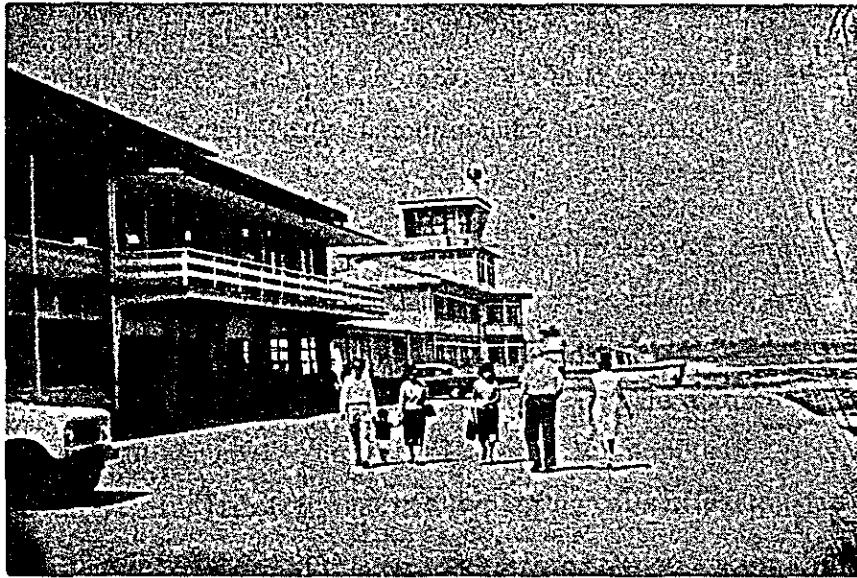


Photo. 6 Aérogare

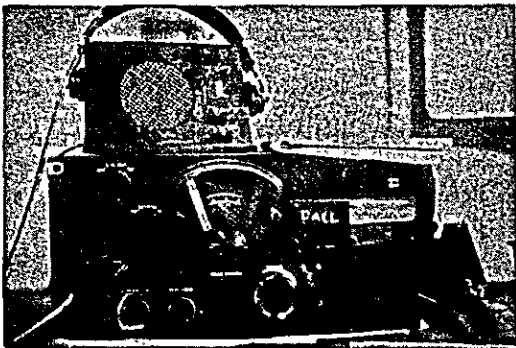


Photo. 7 Tour de contrôle

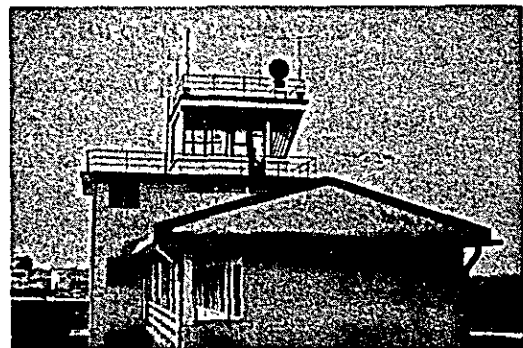


Photo. 8 Instruments de communication

Feux de bord de piste: les feux jaunes installés le long de chaque bord de la piste à l'intervalles réguliers qui indiquent la position et l'orientation de la piste aux avions qui s'en approchent.

L'ampoule électrique en est de 200 W et son intensité maximum est de 40,000 cd. Sa configuration se trouve dans la photo.

Feux de seuil de piste: les feux verts installés au seuil à travers la piste à l'intervalles réguliers qui indiquent l'existence du seuil aux avions qui s'en approchent.

Feux de bord de voie de circulation: les feux bleus installés le long de chaque bord de la voie de circulation qui guident les avions en sécurité de la piste à l' aire de trafic ou vis-versa.

Il y a en outre une groupe électrogène de 20 KVA et trois groupes de 75 KVA qui ont à alimenter les dispositifs susmentionnés au secours.

3-2-4) Aire terminus, etc.

L'aérogare en béton armé à une étage a été construite en 1962 comme une présentation française (Voir la photo ci-jointe). Le rez-de-chaussée est consacrée aux formalités nationales telles que le contrôle de passeport, le contrôle de santé et la douane. Au premier étage se trouve un café d'attente. Sa terrasse est pour ceux qui accompagnent les passagers. Il y a un petit parking devant le bâtiment. L'aérogare ainsi que le parking est suffisante pour le trafic actuel.

L'installation de ravitaillement de carburant qui se trouve à 100 mètres au sud de la tour de contrôle comporte de deux réservoirs qui alimentent les camions citernes.

La limite de l'aéroport est actuellement bordé de vieil réseau de fil de fer. Il y a beaucoup de gens qui passent par ce réseau afin qu'ils traversent la piste et la voie de circulation. Cet état est très dangereux au point de vue trafic aérien, et exige amélioration.



Photo. 9 Réservoir de combustible

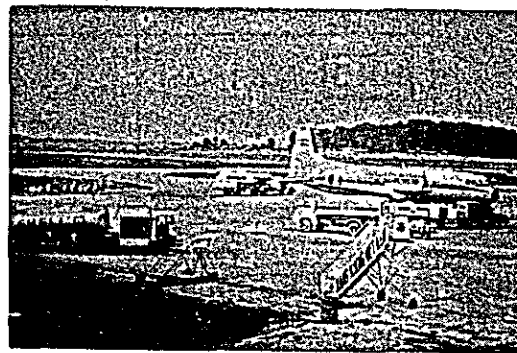


Photo. 10 Camion citerne

3.3 Trafic aérien

Une piste de 2000 mètres est utilisée communément par des avions civils et militaires dont le nombre mensuel moyen de mouvement arrive à 1.700 environ. Les heures de service de cet aéroport est du lever au coucher du soleil, toutefois il est employé généralement jusqu'à 21 heures excepté par les avions civils.

La situation de trafic aérien qu'il faut souligner est que la ville de Vientiane se situe à trois kilomètres au sud-est de la piste (Voir le figure 5-7); ce qui défende en principe le vol au sud-est de l'aéroport afin d'éviter la gêne causée par le bruit des avions sauf en cas d'urgence. Ce mode d'exploitation y est praticable grace à la condition météorologique particulière de la région qu'il y a presque pas de vent for du sud.

D'après le renseignement présenté par le gouvernement laotien, le nombre mensuel de mouvements d'aéronefs civils est 450. Il y a en outre des mouvements d'aéronefs de l'ordre de 1.200 mensuellement par la force armée de l'air laotien, la commission d'armistice et les autres transports aériens.

Le nombre mensuel de passagers de service régulier est 4500 en moyenne et le nombre de passagers d'autre genre serait de l'ordre de 3400.

Les companies aériennes qui se servent de cet aéroport sont Air Laos, Thai Airways et Air Viet-Nam aux lignes internationales, et Air Laos et Vahaakat aux lignes domestiques. Autre fois, Cathay Pacific Airways exploitait cet aéroport.

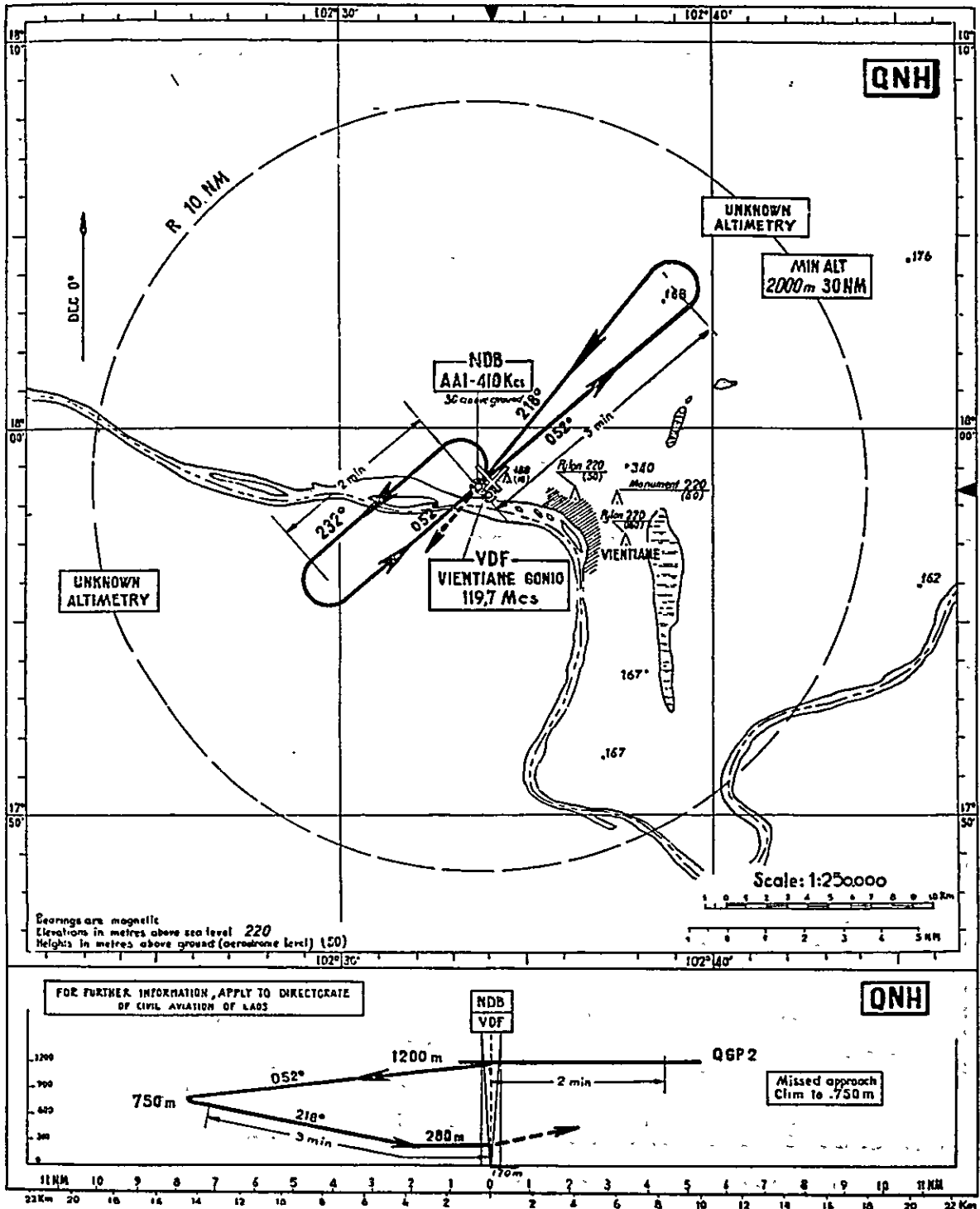


Fig. 3-4 Carte de l'approche de précision

**Tableau 3-3 Horaire internationale à l'aéroport de Wattay
Départ**

	vol	heur	dédestination
Dimanche	TH	16 : 20	Bangkok
Lundi	VN 498	12 : 30	Saigon
Mardi	RY 202	6 : 00	Seno - Paksé - Saigon
	RY 200	12 : 00	Bangkok
Mercredi	RY 208	7 : 0	Hongkong
	VN 499	12 : 30	Saigon
	TH	16 : 20	Bangkok
Jeudi	RY 200	12 : 00	Bangkok
Vendredi	TH	16 : 20	Bangkok
	RY 202	6 : 00	Seno - Paksé - Sai gon
Samedi	RY 200	12 : 00	Bangkok
	VN 409	12 : 30	Saigon

Arrivée

	vol	heur	provenance
Dimanche	TH	15 : 30	Bangkok
Lundi	VN 498	10 : 35	Saigon
Mardi	RY 201	17 : 30	Bangkok
	RY 203	17 : 30	Saigon - Pakse - Seno
Mercredi	VN 498	10 : 35	Saigon
	TH	15 : 30	Bangkok
Jeudi	RY 209	16 : 45	Hongkong
	RY 201	17 : 30	Bangkok
Vendredi	TH	15 : 30	Bangkok
	RY 203	17 : 30	Saigon - Pakse - Seno
Samedi	VN 498	10 : 35	Saigon
	RY 201	17 : 30	Bangkok

Note: TH : Thai Airways, RY : Air Royal du Laos, VN : Air Viet - Nam.

3.4 Météorologie

La météorologie de Vientiane se divise de la saison pluvieuse commençant de mai ou juin et de la saison sèche commençant de septembre ou octobre. D'après le renseignement fourni du gouvernement laotien, la précipitation annuelle est de 1.500 mm à 2.500 mm, c'est-à-dire, 2000 mm en moyenne.

La température qui ne varie presque pas pendant l'année se range de 20°C à 27°C et le moyen en est de 25,2°C. La température maximum mensuelle est haute. Elle se range de 35°C à 40,7°C.

Il est regrettable qu'il y manque de renseignement sur le moyen des températures quotidiennes maxima de chaque mois. La température de référence de l'aéroport par conséquent ne peut pas être obtenue. L'AIP (publication d'information aéronautique) donne cependant la valeur de 30,4°C.

Le vent est en général très faible. La brise se constitue 40 % du total et il n'y a presque pas de vent fort. En d'autres mots il y a très peu de vent qui influe sur l'exploitation des avions.

Il faut ce qu'on appelle la rose du vent qui indique la répartition annuelle de direction et vitesse de vent afin de calculer l'usabilité par rapport au vent traversier de la piste. Malheureusement il y manque de renseignement suffisant pour faire la rose du vent complet. On ne peut donc pas calculer l'usabilité.

Le brouillard apparaît fréquemment de novembre à février où il se développe en moyenne de 10 à 20 jours par mois. De mars à octobre en revanche l'apparition du brouillard est relativement rare; en moyenne de zéro à 7 jours par mois.

La répartition horaire de l'apparition de brouillard est 36 % de zéro à 6 heures, 49 % de 6 à 12 heures, 4% de 12 à 18 heures et 11 % de 18 à 24 heures. C'est-à-dire l'apparition de brouillard est suffisamment rare pendant la journée; ce qui n'influerait presque pas sur l'exploitation.

Les tableaux suivants donnent les renseignements sur la précipitation, la température et la direction et la vitesse du vent.

Il n'y a pas de renseignement suffisant pour qu'il puisse prévoir la fréquence de vol manqué en utilisant les installations actuelles aussi que la relation entre la condition météorologique et l'usabilité de l'aéroport. Selon l'explication d'un contrôleur de l'aéroport, il n'y avait presque pas de vol manqué pendant des années à cet aéroport à cause de la condition météorologique. Il y a quand même une ou deux fois par an que la condition de météorologie ne permet pas d'utiliser

l'aéroport pendant une heure ou deux.

De plus, il y tombe quelques fois de la pluie torrentielle qui dure pour de 20 à 30 minutes pendant laquelle l'aéroport est hors de service. L'orage de cette nature toutefois arrive souvent aux aéroports principaux du monde.

Tableau 3-4 Température de l'air dans la région de Vientiane

Renseignements	M O I S												ANNEE
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Température moyenne mensuelle et annuelle	20.5	23.2	25.9	27.7	27.5	27.3	26.9	26.8	26.7	25.7	23.6	20.8	25.2
Température maxima absolue	34.9	37.2	39.8	40.7	39.0	37.0	36.0	36.6	35.2	34.5	35.2	34.8	40.7 (I-1960)

Tableau 3-5 Précipitations dans la région de Vientiane (années 1914, 1920, 1921, 1931-1965)

Renseignements	M O I S												ANNEE
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Précipitations moyennes mensuelles et annuelles (mm)	7.7	14.1	25.7	82.8	252.5	279.5	292.9	334.2	353.6	98.1	18.3	2.6	1762.0
Précipitations maxima	65.2	65.1	134.0	329.0	439.0	499.0	515.1	646.7	777.0	329.0	108.6	24.3	2335.0 (1941)
Précipitations maxima diurnes	35.0	39.0	32.7	59.3	115.6	111.7	132.9	131.2	130.0	85.4	61.5	21.9	132.9 (VII 1955)
Nombre maxima de jours: a) avec les précipitations d'intensité diverse.	6	6	9	15	25	27	28	28	27	17	11	4	-
b) avec les précipitations 30.0	1	1	2	4	7	6	6	7	10	4	2	-	-
c) Avec les précipitations 50.0	-	-	-	1	3	3	4	4	4	3	1	-	-
d) avec les précipitations 100.0	-	-	-	-	1	1	1	1	-	-	-	-	-

**Tableau 3-6 Distribution des précipitations dans la région de Vientiane
Suivant les saisons**

Renseignements	Saison sèche	Saison transitaire			ANNEE
		Printemps	Automne	Saison de pluie	
Terms de début et de fin des saisons	2-e décade de Novembre ~ 2-e décade de Mars (130 jours)	3-e décade de Mars ~ 3-e décade d'Avril (41 jours)	2-e décade d'Octobre ~ 1-e décade de Novembre (31 jours)	1-e décade de Mai ~ 1-e décade d'Octobre (163 jours)	-
Précipitations moyennes suivant les saisons	46.2	94.7	53.5	1567.6	1762.0

Légende de l'intensité des pluies

Les précipitations dans la région de Vientiane tombent, en règle générale, en vue d'averses avec l'intensité et la durée diverses. En vertu des certaines circonstances le Service National de la Météorologie du Laos ne possède pas encore des renseignements généralisés concernant l'intensité des pluies. Mais, en basant sur les pluviogrammes de 2-3 années passées, on peut marquer que l'intensité susmentionnée arrive assez souvent à la valeur de 0,5-1,0mm par minute et même dépasse 1,0-1,3 mm par minute. Les durées des averses de cette intensité habituellement sont dans les limites de 10 à 30 minutes et parfois de 40-50 minutes et plus.

Après un affaiblissement ou une cessation pour peu de temps les averses de grande intensité peuvent se répéter encore 2-4 fois.

Pendant la durée de 1962-1966 on observait les précipitations maxima tombées au courant d'une heure dans les limites de 35 à 50 mm. On observait aussi, quoique beaucoup plus rarement, les averses de la même intensité pendant 2-3 heures sans cesse.

**Tableau 3-7 Répétition moyenne des directions du vent
dans la région de Vientiane (1952-1966)**

Renseignements	Calme	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Répétition des directions (en pourcentes)	39.5	8.3	5.1	8.9	11.0	11.9	6.1	5.0	4.2

Tableau 3-8 Vitesses maxima du vent dans la région de Vientiane
(Période 1952-1966)

Renseignements	M O I S												ANNÉE
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Vitesse Maxima (M/S)	ENE 14	NNW 14	Variable 34	Variable 26	S 19	Variable 12	WNW 13	WNW 13	WSW 30	NE 13	NE 13	NE 13	Variable 34 (1959)

Tableau 3-9 Nombre de jours avec les brouillards de diverses intensités dans la région de Vientiane

Renseignements	M O I S												ANNÉE
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Nombre moyen de jours avec les brouillards	20.2	12.9	4.4	0.6	0.6	0.6	0.2	2.3	2.6	7.7	14.4	18.4	
Nombre maxima de jours avec les brouillards	27	19	13	4	4	2	1	7	7	11	18	28	121 (1957)

Tableau 3-7 Probabilité de la répartition des brouillards suivant les diverses parties de la journée

Station	de 00H00 à 06H00	de 06H00 à 12H00	de 12H00 à 18H00	de 18H00 à 24H00
Vientiane (Période 1959-1965)	36	49	4	11

Habituellement on observe les brouillards dans la région de Vientiane au courant des heures matinales (environ de 4-5 jusqu'à 9 - 10 heures). Pendant l'autre partie de la journée les brouillards ont lieu assez rarement (pas plus qu'en 20-25 % de tous les cas). La durée des brouillards ne dépasse pas 1-3 heures, mais, parfois, elle arrive à 4-6 heures et plus.

Chapitre 4 Projet d'amélioration de l'aéroport de Wattay conçu par le gouvernement laotien

4.1 Projet d'amélioration proposé par le gouvernement laotien

Le projet d'aménagement de piste et les installations annexes de l'aéroport de Wattay a été élaboré et présenté au cabinet par le directeur du plan, ministère laotien du plan. Le cabinet l'a approuvé le 1 Juillet 1966. Le projet a été transmis en document à la mission. Son résumé est comme suit.

1. Admission des quadriréacteurs intercontinentaux

Les quadriréacteurs sont admis sur les aéroports de classe A appelés également intercontinentaux et continentaux.

L'aéroport de Wattay possède les caractéristiques de la class A à l'exception de la longueur de sa piste d'envol que l'on peut classer à la catégorie C.

Charge admise ---- L'épaisseur courante de la piste d'envol 25,4 cm de béton sur une fondation rapporté de 55 cm d'épaisseur, dimensions portées aux zones d'atterrissage, aux taxiways et aux parkings respectivement à 28 cm et 58 cm, permet de recevoir des appareils du type Boeing 707 et Douglas DC-8 d'un poids ordinaire de 135 t fixé pour la catégorie A par les normes internationales.

Longueur de la piste ---- La class A type OACI exige une longueur de piste de 2.550m et plus -- Certains pays ont précisé suivant les caractéristiques des appareils utilisés, cette longueur de piste en;

Minimum absolu	=	2.100 m
Désirable	=	2.550 m
Et. Optimum	=	3.000 m

Ces longueurs ne sont valables que dans les conditions suivantes:

- pression atmosphérique 760 mm
- température 15°C
- degré hygrométrique nul
- piste horizontale

Les corrections cumulées nécessaires pour tenir compte des conditions locales de Vientiane sont de 20 % supplémentaires environs. Les longueurs de

piste à adopter se résumant ainsi;

Class A (OACI)	=	3.060 m
Minimum absolu	=	2.520 m
Désirable	=	3.000 m
Optimum	=	3.600 m

note: certaines compagnies aériennes peuvent se contenter de longueur de piste inférieure à ces normes en tenant compte de leur plan de vol : distance à parcourir, importance de la charge commerciale, carburant minimum; ceci ne serait pas forcément acceptable pour toutes les compagnies.

Il faut considérer également que l'aéroport de Wattay serait par la suite, considéré comme un aéroport de déroutement possible.

2. Infrastructure annexe

A - Taxiway : celui-ci devra être allongé pour permettre aux appareils à atterrissage court, de libérer la piste d'envol le plus rapidement possible.

B - Aire de point fixe : L'agrandissement de cette surface est rendu nécessaire pour permettre la passage des quadriréacteurs sans gêne pour les appareils classiques.

C - Aire de trafic et aire de stationnement : Il conviendrait de construire une aire de stationnement du côté prévu par le plan de masse.

L'aire actuelle sera réservée à l'usage exclusif du trafic. Celle-ci devra être légèrement aménagée pour tenir compte du cercle d'occupation du quadri-réacteurs (ϕ 65 m)

En d'autres mots le projet d'aménagement; allongement de piste et voie de circulation et amélioration d'aire d'attente, comme la demande du gouvernement laotien serait indispensable à promouvoir l'aéroport de Wattay à Catégorie A. La mission a reçu le renseignement suscité en juillet 1966.

[La note de la mission] : La classification telle que A, B, C, etc. de la norme de l'OACI n'est que la lettre d'identification par la longueur de base choisie pour la piste dans le but de spécifier la rédaction de certaines spécifications a installations d'aéroport. La classification elle même donc n'est pas ce qui donne à un aéroport le rang A, B, C, etc. Il semble à la mission que le

document suscité se confonde à cet égard.

4.2 Explication et désire du gouvernement laotien exprimé a la mission

Les suivants ont été expliqués et demandés à la réunion d'entente sur l'étude d'allongement de la piste de l'aéroport de Wattay qui avait lieu au commissariat au plan à Vientiane le 9 février 1967. A cette réunion, présidée par Mr. le commissaire Mr. Oukéo Souvannavong, Mr. le Directeur de l'aviation civile Mr. Tiao Sisonphanouvong a expliqué la situation de l'aéroport de Wattay comme suit.

- (1) L'aéroport se trouve trop près du centre urbain, ce qui résulte des bruits parfois inadmissible pour la population.
- (2) En outre, il se trouve près de la frontière et en cas de conflit quelconque avec l'état voisin, le terrain présente peu de sécurité. Cependant il a rappelé que le Laos et la Thaïlande a conclu ensemble un accord et que les difficultés envisagées en ce cas ne sont qu'hypothétique.
- (3) La tour de contrôle se trouve à un endroit qui ne permettrait pas de voir l'extrémité de la piste si celle-ci était allongée de 1.000 m.
- (4) On aurait également quelques difficultés pour poser des balisages radio et électrique car l'axe de la piste passe par le centre de la ville.

Les points susmentionnés ont été tellement soulignés que la mission a exécuté l'étude afin de ne pas perdre de vue de ces points.

A cette réunion en outre Mr. le Directeur de la météorologie Mr. Khantanh a expliqué le plan d'aménagement de la station nationale laotienne de météorologie comme suit et a demandé une assistance de la mission.

Parmi les résolutions qui ont été prises lors de la 4^{ème} Session de l'Association Régionale II (Asie) de l'OMM à Téhéran en octobre 1965; l'une d'elles la résolution 2 (IV-RA II) prévoyait la création à Vientiane d'une Station de mesure météorologique en altitude par Radiosondage/Radiovent 1966. Le Service national de la Météorologie du Laos doit donc remplir ses engagements, pris lors de son adhésion à l'OMM et à l'OACI et créer d'urgence cette Station d'observation météorologique en altitude.

Sur le Plan Aéronautique cette Station sera d'une grande utilité pour compléter le réseau synoptique de base dans cette partie de l'Indochine, elle

permettera en outre une meilleure connaissance des conditions météorologiques et un concours très efficace pour l'assistance météorologique à la navigation aérienne nationale et internationale.

Les installations à prévoir comportent :

Radiosondage

Radio-vent

Installation de télémètre du nuages et de radar météorologique Enfin le plan d'extension de l'aéroport conçu par le gouvernement laotien a été présenté à la mission. (la figure 3.2). La mission a exécuté soigneusement l'étude l'un par l'un comme mentionnée dans les chapitres suivants sur le plan du gouvernement laotien.

Chapitre 5 Projet et plan d'allongement de la piste de l'aéroport de Wattay

5.1 Projet et plan

5-1-1) Installations de base d'atterrissage et de décollage

a) Piste

(1) Longueur de piste

D'après le projet conçu par le gouvernement du royaume laotien, la longueur de la piste serait de 3000 metres. La mission l'a justifié comme les suivants.

Afin de déterminer la longueur de piste il faut tenir en compte les éléments telles que la température, le vent et l'altitude de l'aéroport, la pente de la piste, les types d'avion qui s'en servent et la distance volée. On a considéré l'efficacité dans le cas la piste s'allonge à 3000 mètres, en fixant les conditions de tous ces cas.

(i) Route aérienne considérée et distance volée

Les types d'avion de transport régulier civil et les routes aériennes doivent être déterminés généralement par les compagnies aériennes qui desservent les lignes compte tenu commercialement la recette et dépense probable qui se base sur la demande de transportation prévue des passagers et des frets. Le supposition purement technique pourrait donc être différente de la réalité.

Dans ce cas, on a supposé des types d'avion et des routes très hypothétiques en se basant sur les renseignements incomplets fournis par le gouvernement laotien afin de justifier rapidement les hypothèses.

Le réseau des routes aériennes par rapport à Vientiane pourra être supposé comme suit d'après la figure 5-1

Vientiane ---- Bangkok	500 Km
---- Hongkong (Via Bangkok)	2.400 Km

---- Karachi (Via Bangkok)	4.400 Km
---- Djakarta	3.000 Km
---- Calcutta	1.700 Km

Les distances ci-dessus ont été mesurées le long des routes existantes. Donc ces distances seront accourcies au fur et à mesure que les nouvelles aides à la navigation aérienne ou bien les nouvelles routes soient mises en service.

Parmi les routes supprimées ci-dessus, on ne devrait considérer que celles moins longues que la route de Vientiant à Karachi.

(ii) Types d'avion à considérer

Les grands quadriréacteurs actuels comme DC-8 ou Boeing 707 devraient être prévus aux routes susmentionnées. Bien que les aéronefs d'avenir soient de meilleure performance et grands, il serait suffisant de considérer pour le moment les types d'avion ci-dessus.

Le caractère de DC-8-55 est;

Poids vide	140.000 livres
Passagers et frets	34.000 "
Combustible	131.400 "
total	305.400 "
	(139 tonne)

Calcul du combustible à bord

o Décollage	Combustible consommé	15.400 livres
	Distance volée	600 Km
o Atterrissage	Combustible consommé	20.000 livres
	Distance volée	150 Km
o Croisière	Combustible consommé	66.700 livres
	Distance volée	3.650 Km
o Réserve	$66.700 \times 0,1 =$	6.700 livres
o Attente (Pour 45 minutes)		8.400 livres
o Combustible réservé pour aller à l'aéroport de dégagement (2 heures)		32.200 livres
		32.200 livres

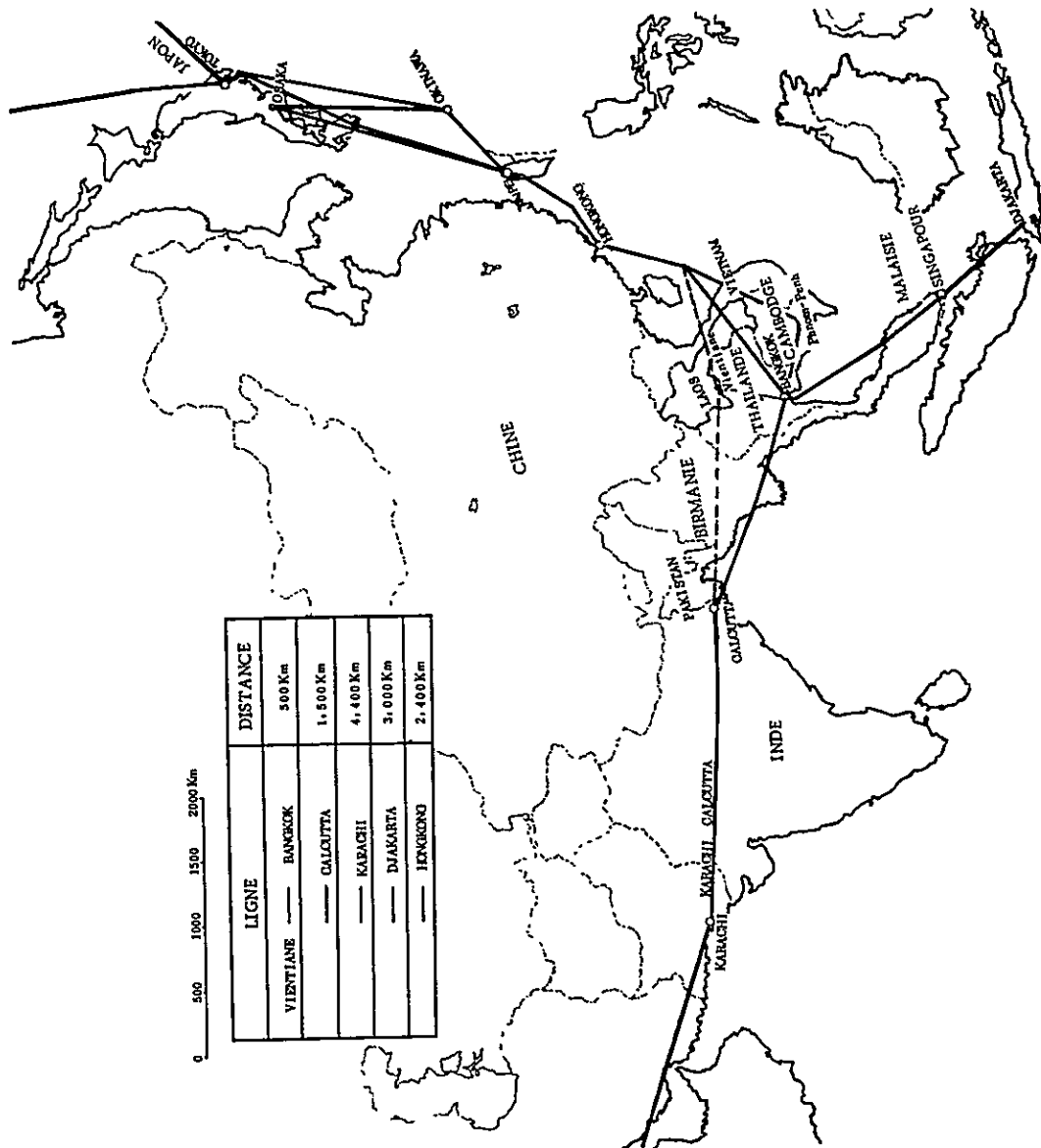


Fig. 5-1 Les lignes aériennes à l'Asie du Sud-est

note) Vitesse croisière de DC-8	880 Km/hr
Taux de Combustible consommé pendant la croisière	16.100 Livres/hr

S'il y a un aéroport de dégagement pas plus loin de 1.760 kilomètres de Karachi, le poids pourra s'abaisser. Puisqu'il est difficile à déterminer l'aéroport de dégagement, il vaut mieux prévoir le vol pour deux heures supplémentaires comme spécifié par la norme.

Il en résulte donc que le poids d'avion au décollage est 297.000 livres.

iii) Détermination de la longueur de piste

Température ambiante	31,4°C (d'après, AIP Saigon FIR)
Altitude d'aéroport	170 mètres
Volet	25°
Poids au décollage	306.000 livres
Pente de piste	0,1 % (moyen)
Vent	0

La longueur de piste requise au décollage de DC-8 sous la condition ci-dessus est 3000 mètres d'après le nomogramme de décollage (figure 5.2)

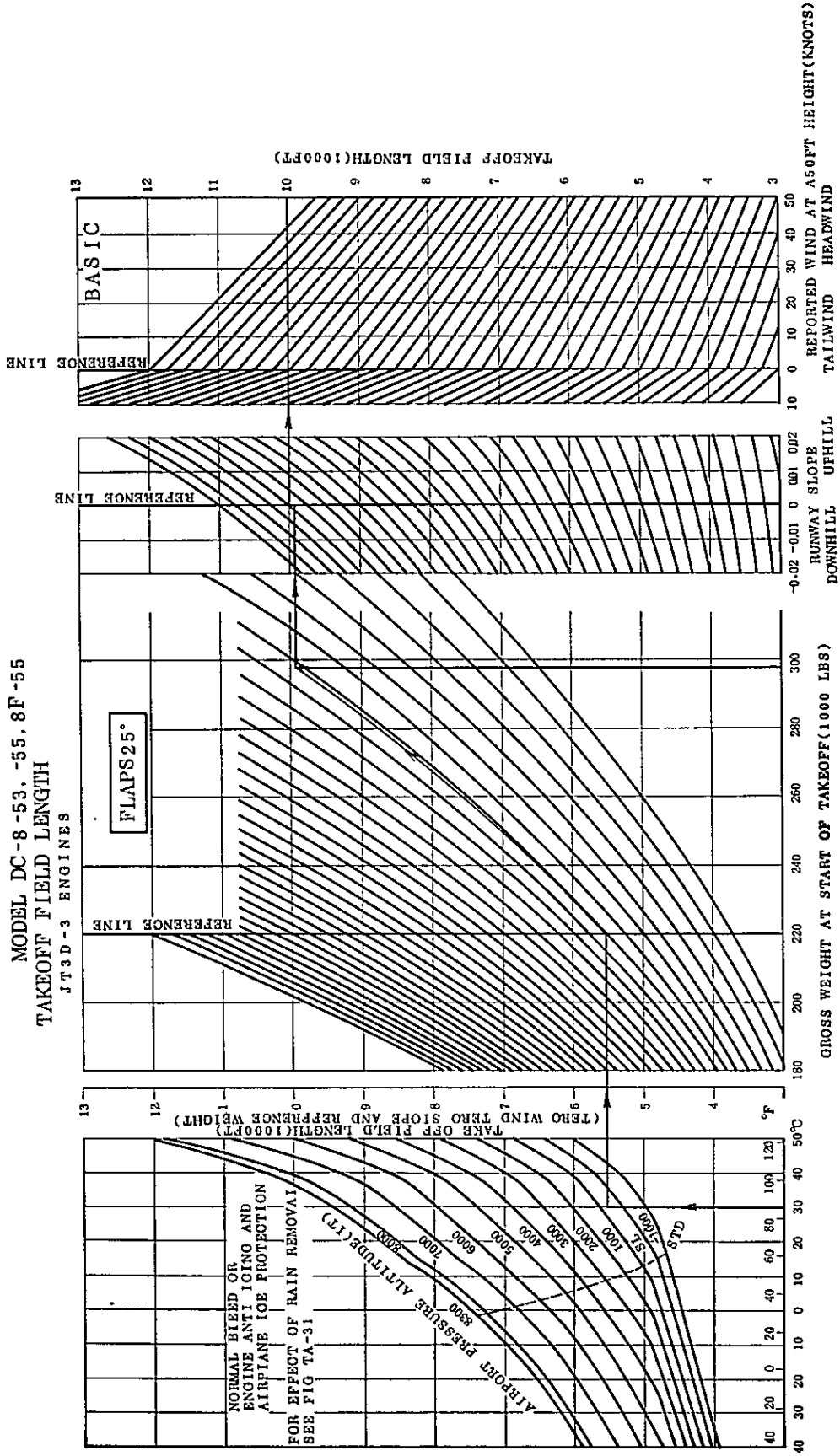
La longueur requise à l'atterrissage est 2,120 mètres d'après la nomogramme. La longueur de piste requise à l'atterrissage est en général plus courte que celle au décollage. Et le poids maximum à l'atterrissage de DC-8-55 est 21.000 livres (94 tonne) à cause de la structure aéronautique qui est beaucoup plus légère que celle au décollage.

iv) Prolongement de piste

À l'une et l'autre extrémité de la piste il devra y avoir le prolongement de piste pour que l'avion qui coule au delà de l'extrémité ne soit pas endommagé. Le prolongement de piste de cet aéroport est actuellement revêtu de latérite qui cause beaucoup de poussière lors de décollage.

Depuis la mise en service des jets cette phénomène est de plus en plus rigoureuse à cause de souffle de réaction. Il faut donc revêtir le

MODEL DC-8-53, -55, 8F-55
TAKEOFF FIELD LENGTH
JT3D-3 ENGINES



G1 Fig. 5-2 Longueur de piste requise au décollage (volet 25°) - Modele DC-8-53, -55, 8F-55

prolongement de piste pour la longueur de 60 mètres.

Les longueurs de piste aux aéroports voisinages sont comme suit.

Bangkok	3000 m
Hongkong	2550 m
Singapoure	2743 m
Phnom-Penh	3000 m
Djakarta	2480 m
Calcutta	2652 m

(2) Largeur de piste

La largeur de la piste existante est de 45 mètres. Selon la norme de l'OACI, cette largeur est toute suffisante pour les grands jets.

Il ne faut donc pas agrandir la largeur lors d'allongement de la piste.

De part et d'autre côté de la piste l'accotement de largeur de 7,5 metres est nécessaire.

(3) Pente de piste

(i) Pente transversale

Plus plate la pente transversale, meilleur au mouvement d'avion. La pente transversale cependant sera de 1 %; ce qui est la même que celle de la piste existante tenant en compte l'efficacité de drainage.

(ii) Pente longitudinale

La plus petite pente longitudinale possible est désirable. Il y a toutefois une petite colline de hauteur de 3 à 4 mètres à 600 mètres à l'axe étendue à partir de l'extrémité existante de la piste. Il vaudrait mieux étendre la piste pour 1.000 mètres vers le nord-ouest avec la petite pente de 0,25 % de façon à ce que la quantité de terrassement ne soit pas trop.

La norme de l'OACI spécifie que la pente maximum partielle de piste est 1,25 % et celle sur les premiers et derniers quarts de la longueur de la piste ne devrait pas dépasser 0,8 %. La pente de 0,25 %

proposée à cette piste est tellement faible qu'elle n'influe pas sur le décollage et l'atterrissage d'avion.

b) Voie de circulation

En général une voie de circulation parallèle à la piste est nécessaire afin d'augmenter l'efficacité de la piste.

Mais, à cet aéroport particulier, au désire du gouvernement leotien, il n'y aurait pas le cas en principe où l'avion décolle au sud-est dans la direction de la ville afin d'éviter le problème du bruit, ni y aurait-il pas d'avion qui atterrit du sud-est.

La voie de circulation ne sera donc pas nécessaire pour relier l'extrémité nord-ouest de la piste à l'aire de trafic.

Cependant, il sera utile d'installer l'aire de demi-tour à l'extrémité nord-ouest de la piste pour que l'avion qui exceptionnellement décolle au ou atterrit du sud-est puisse tourner aisément. (Voir le figure 3-2)

A l'aéroport où la trajectoire de décollage et d'atterrissage est limitée à une direction en vue de prévenir le problème de bruit, la capacité d'exploitation par heure de la piste est beaucoup plus faible que celle d'aéroport ordinaire.

Il arrivera beaucoup plus tôt qu'aux autres aérodromes le moment où l'exploitation résulte à la confusion aux heures d'affluance au fur et à mesure que le nombre de mouvements augmente.

Afin d'alléger ce tumulte, il sera nécessaire d'installer les sorties de piste à grande vitesse qui permettent l'avion atterrissant d'évacuer la piste pour que l'avion successif attendant en air ou bien à l'aire d'attente puisse l'utiliser aussi vite que possible. L'angle entre la sortie et la piste serait moins de 30° , de sorte qu'un avion atterrissant n'ait qu'à continuer le roulement sans s'arrêter dans la sortie à vitesse de 60 noeuds.

Parmi les deux sorties à grande vitesse recommandées par la mission, l'une la plus proche à l'extrémité nord-ouest de la piste serait pour les avions de type petit et moyen et l'autre pour les avions de type grand.

c) Aire de trafic

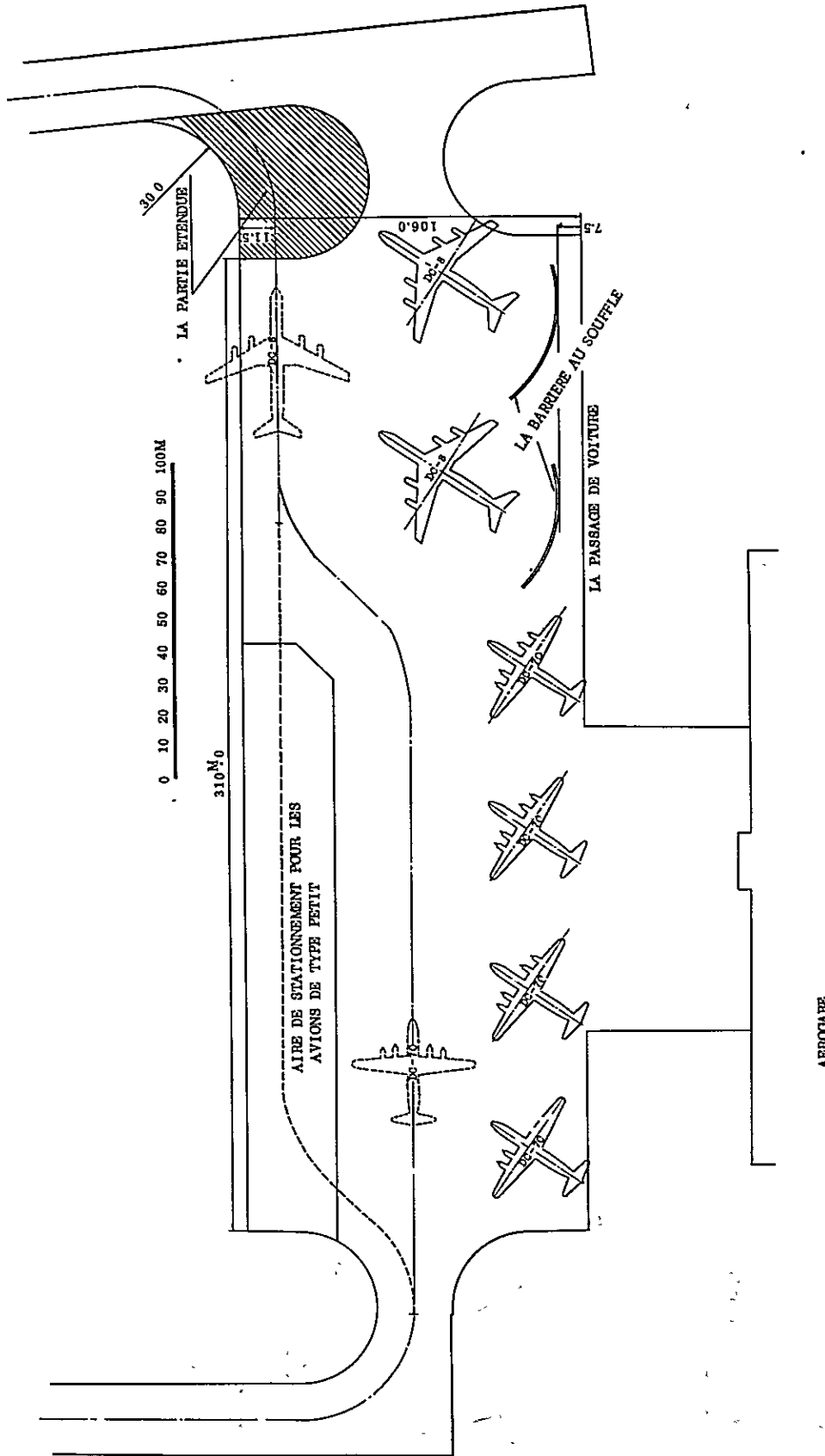


Fig. 5-3 Plan d'amélioration de l'aire de trafic

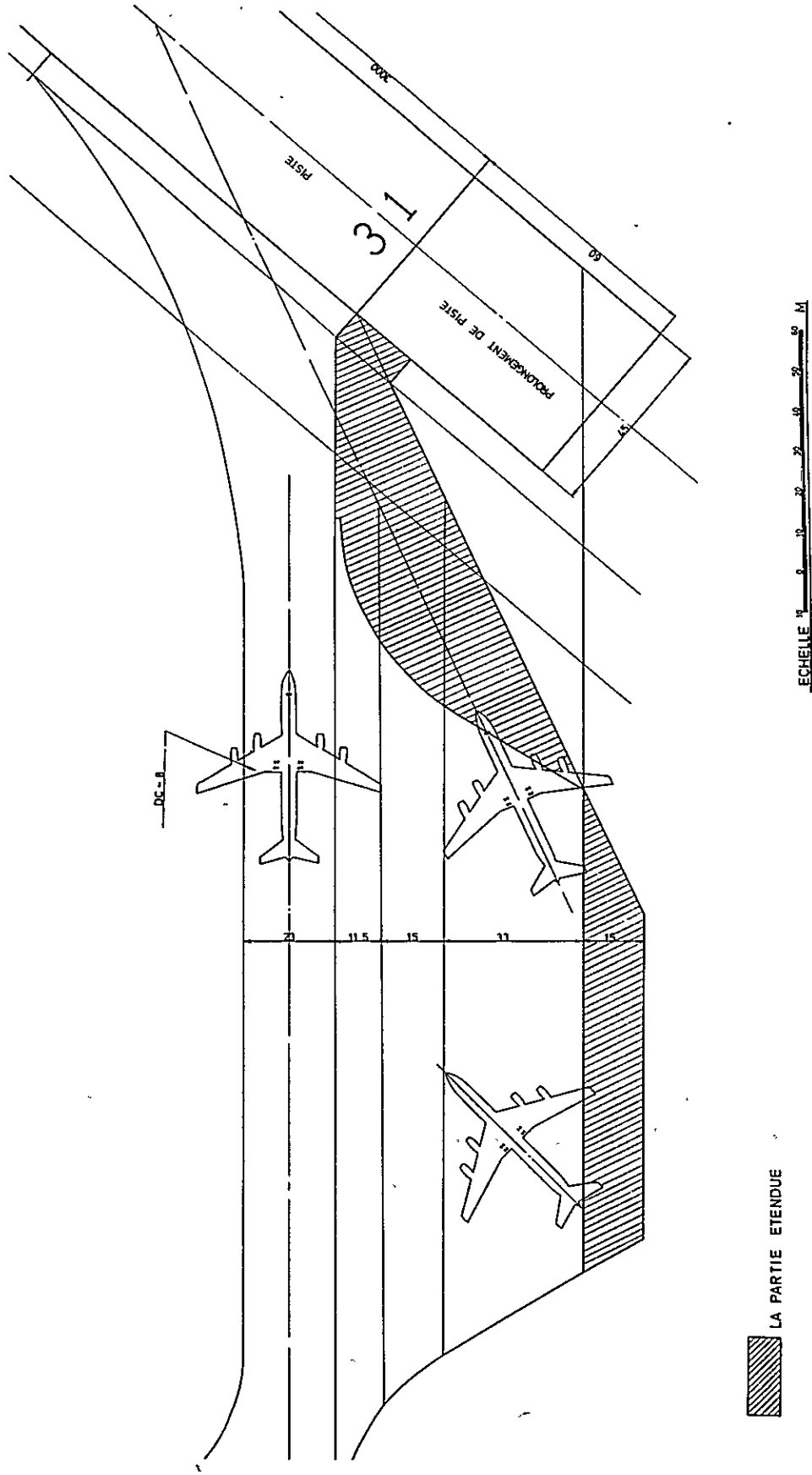


Fig. 5-4 Plan d'amélioration de l'aire d'attente

(i) Examen d'agrandissement de l'aire de trafic

L'aire de trafic existante n'est quère suffisamment grande, puisqu'elle stationne les avion de type mixte; petit et grand et elle est utilisée non seulement pour embarquement et débarquement des passagers et des frêt, mais encore pour entretien des avion ou pour stationnement ment des avions seulement.

Cependant, cette aire présenterait théoriquement 6 postes d'embarquement dont les denx pour des avions de type grand et les 4 autres pour des avions de type moyen, si la jonction avec la piste était améliorée comme la figure ci-jointe.

Cette aire serait suffisamment grande pour quelques temps d'après le présent nombre de mouvements d'avions civils. L'agrandissement de l'aire doit donc être considéré pour la deuxième phase.

Si la présente condition se continue d'ici quelques temps, cependant, que les avions autres que ceux qui embarquent n'ont plus qu'à y stationner, c'est-à-dire qu'il y a pas d'aire de stationnement pour entretien nulpert qu'ici et l'aire de ce but n'est pas installée ailleurs, l'agrandissement de l'aire actuelle devra se précipiter.

Le gouvernement laotien aussi désire fortement la réalisation de l'agrandissement de l'aire.

d) Aire d'attente

L'aire d'attente a pour but d'augmenter la capacité de piste en faisant atterrir ou décoller des avions successivement sans les faire attendre d'une part et de faire y faire des éssais de moteurs d'autre part.

La présente aire est de grandeur de 80 mètres sur 122 mètres. Si elle s'emploie comme la figure 5.4, l'aire devra s'agrandir de 15 mètres compte tenu de l'intervale de joints de revêtement, afin d'éviter la poussière soufflée en arrière lors de l'éssai des moteurs.

L'aire devra se relier à la piste avec la voie qui la croise à l'angle de moins de 30°, de sorte que l'avion attendant puisse démarrer vers la piste, aussitôt que la piste est libérée, et continuer à se rouler au décollage sans s'arrêter. La configuration de la voie indiquée dans le figure 5.4 est considérée comme la mieux.

e) Conception de la structure de revêtement

(i) Espèce de revêtement

La structure du revêtement des installations de base d'aéroport; la piste, la voie de circulation et l'aire de trafic, se divise grossièrement aux catégories suivantes suivant les matériaux et la qualité; le revêtement rigide, le revêtement souple et l'autre revêtement spécial.

Parmi ceux-ci on doit choisir le plus approprié en considérant les points énumérés comme suit.

- (a) le poids et la capacité de manoeuvre au sol de l'avion
- (b) la facilité à procurer les matériaux pour le revêtement et la fondation
- (c) la qualité du sol
- (d) la durée des travaux

Si le revêtement souple est employé à cet aéroport, les défauts tels qu'il est énuméré ci-dessous se préverront.

- (a) Il est difficile à procurer les cailloux cassés ou les matériaux analogues pour la fondation
- (b) Ça exige plus d'entretien que celui rigide
- (c) Le bétonnage bitumineux exige la surveillance complexe, mais il est difficile à l'employer sur place les ingénieurs et les techniciens qualifiés.
- (d) La température est trop haute tellement qu'il est difficile à maintenir la haute stabilité de la surface de revêtement.

Le revêtement rigide en revanche non seulement compense ces défauts mais encore est-il résistant au soufflé de jet. De plus, le revêtement actuel est aussi en béton de ciment; ce qu'il ne souffre d'aucun fuit depuis long temps. Il sera donc approprié d'employer le revêtement en béton de ciment.

(ii) Structure de revêtement

Le revêtement en béton de ciment sera employé comme susmentionné en (i). Son détail sera comme suit.

(a) fond de fouille

La moitié de la piste étendue sera sur le sol remblayé. La qualité du sol de fond de fouille sera homogène le long de la piste, puisque le sol remblayé proviendra de la partie élevée le long de l'axe.

(b) fondation La fondation de revêtement rigide est une couche compactée d'épaisseur prédéterminé au-dessous du revêtement et au-dessus du fond de fouille et elle a des fonctions qui se suivent.

(A) Elle donne la force portante homogène équilibre et perpétuelle au revêtement.

(B) Elle améliore le drainage. Lorsque le drainage est bon, elle tient au minimum l'accumulation d'eau au-dessous de revêtement.

(C) Elle empêche l'action pompière aux joints, à la fissure et au bord de revêtement

(D) Elle diminue la variation de volume du sol de fond de fouille, et tient au minimum l'influence nuisible sur le revêtement

Afin d'accomplir les fonctions susmentionnées, le matériel de la fondation sera du toubouvenant des environs de l'aéroport mixte avec 20 % de sable de rivière dont l'épaisseur sera de 30 cm. Elle sera roulée jusqu'à ce que le coefficient de réaction mesuré sur la fondation soit au moins $K75 \text{ cm} = 7 \text{ kg/cm}^3$.

(c) Revêtement

Comme la condition de conception, les valeurs suivantes sont supposées après avoir examiné les matériaux

Charge de conception DC-8-55

Poids total 135.000 kg (297.000 livres)

(Poids au décollage à la piste de 3000m)

Pression de gonflage de pneu 165 PSI

Contrainte de flexion de béton 650 PSI

Module d'élasticité $E = 4.000.000$ PSI

Coefficient de poisson $\mu = 0,15$

Le calcul de l'épaisseur de dalle se fera le mieux avec l'abaque d'influence de moment de flexion causé dans la dalle de béton qui a été élaborée par Dr. Gerard Pickett en basant sur la théorie Westergaard et aussi recommandée par la Portland Cement Association des États-Unis.

Il vaut mieux, ici tout d'abord, évaluer la force partante du revêtement actuel. Comme susmentionné, les parties extrêmes de la piste, la voie de circulation et l'aire de trafic sont de revêtement en béton de ciment d'épaisseur de 28cm, et la partie centrale de la piste est de 25cm. Calculons maintenant avec l'abaque de calcul de DC-8.(figure 5.5). Le poids au décollage à une piste de 3000 m de DC-8 est d'environ 300.000 livres qui résulte au coefficient de sécurité de 1,6 et 1,5 respectivement. Normalement le coefficient de sécurité doit être 1,25 - 1,5. Cette Valeur est cependant pour le cas où l'avion le plus lourd y opère 100.000 fois environ. Avec la situation de cet aéroport donc, la structure de revêtement existante durera d'ici long temps. L'épaisseur du revêtement de la piste étendue sera donc de 28 cm. même si l'avion susmentionné opère de temps à autre au poids maximum (325.000 livres), ce ne sera pas la raison que le revêtement soit endommagé.

S'il arrive dans l'avenir que le nombre d'exploitations par l'avion de type de DC-8 ou de plus grand augmente l'épaississement et l'amélioration du revêtement devra être réalisés si le cas y échoit sur les revêtement ensemble; vieu et nouveau.

En rassemblant les éléments ci-dessus, la coupe standard du revêtement devient comme celle indiquée dans la figure 3.3.

(i) Système de drainage

La piste étendue est à interrompre la partie qui fonctionne comme le canal de drainage du sud au nord. Un canal souterrain doit donc être installé à travers la piste à 200 mètres nord-ouest de l'extrémité existante. De plus, un caniveau ouvert devra être installé le

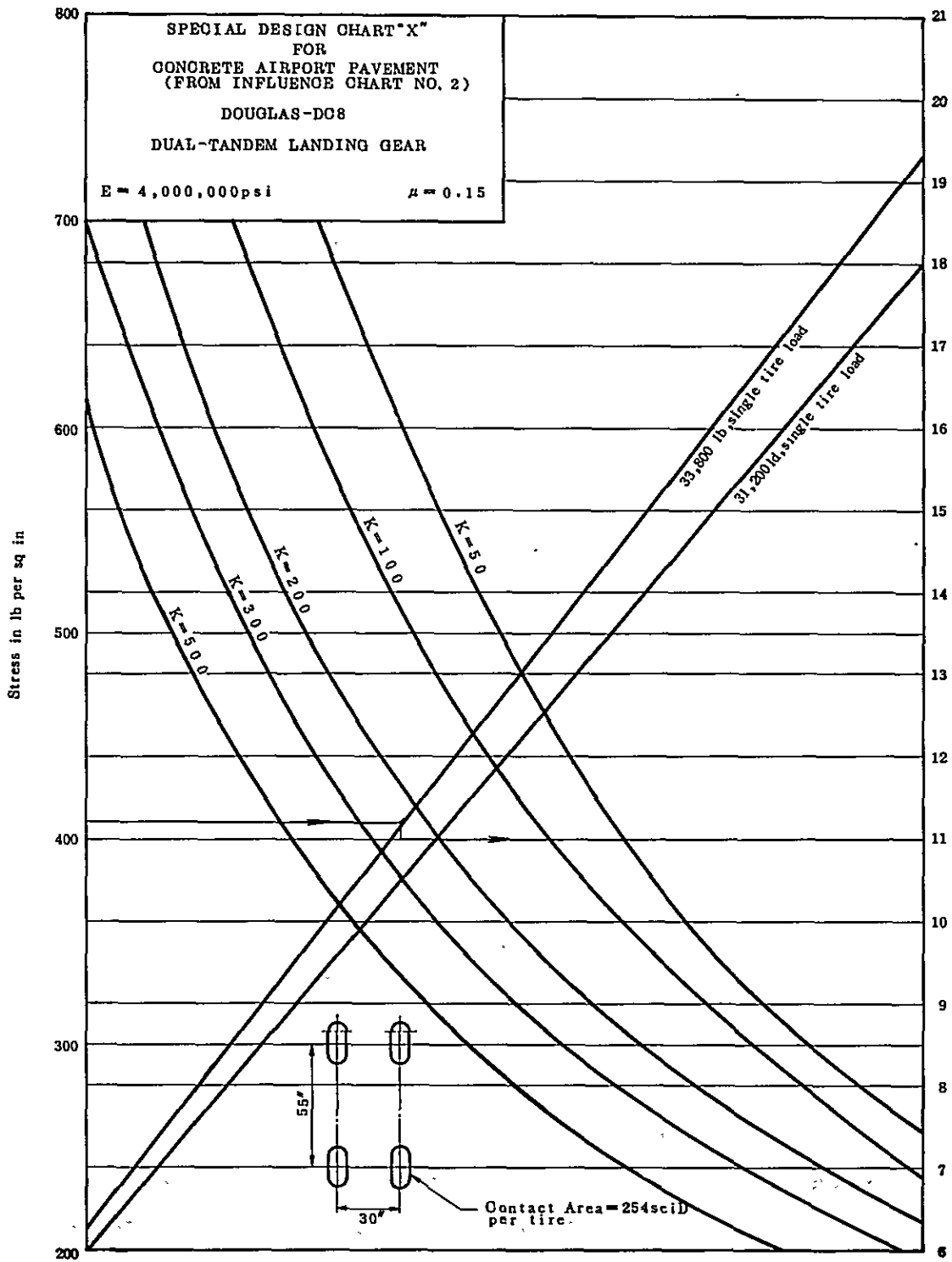


Fig. 5-5 Abaque de calcul d'une chaussée en béton de ciment

long du bord sud de la bande d'envol pour le longueur de 600 à 1100 mètres pour que le déluge soit évité même en cas où il pleut beaucoup plus fort que prévu.

Quant au drainage de l'aire humide au nord de l'aéroport, ce n'est pas le problème propre de l'aéroport, mais doit-il être résolu comme une partie intégrale de l'urbanisme ensemble de cette région.

La mesure vis-à-vis de l'inondation de Mekong (comme celui en 1966) serait non seulement l'aménagement susmentionné mais encore lehaussement du talus ou l'abaissement de niveau d'eau à l'aide d'installation d'un barrage en amont.

5-1-2) Autres installations

Le résumé des installations actuelles est déjà mentionné sous le titre de 3-2. On doit considérer des installations suivantes lors d'exploitation régulière de quadriréacteurs après avoir terminé l'extension de la piste et l'amélioration de l'aire de trafic.

i) Balisage lumineux

a) Amélioration des feux de bord de piste et des feux de seuil de piste

Les feux de bord de piste tels qu'ils sont installés à la piste actuelle doivent être mis à la partie étendue de la piste. En même temps les feux de seuil de piste doivent être transmis au nouveau seuil.

b) Indicateur de direction du vent illuminé

Les feux doivent être mis qui illuminent l'indicateur de direction du vent pour qu'il s'aperçoive de loin d'un avion qui s'approche de l'aéroport

c) Dispositif lumineux d'approche et VASIS

d) Amélioration du poste transformateur

Puisque l'équipement de transformation actuel est à alimenter les installations existantes, le renfort serait nécessaire lorsque les nouvelles installations de a) - c) sont mises au point.

e) Amélioration des équipements de génération électrique au secours

Il doit y avoir l'équipement qui peut fournir toujours une certaine quantité d'énergie électrique aux installations à l'aéroport même au secours.

ii) Dispositif d'approche de précision, etc.

Cet aéroport est béni de bonne condition météorologique comme déjà mentionné d'après le taux de vols manqués, etc.. La nécessité d'installer les aides pour l'approche de précision comme l'ILS et la ligne d'approche de précision devra être déterminée par l'examen plus approfondi dans l'avenir.

5.2 Examen des obstacles aéronautiques sujets à l'allongement de la piste

Généralité

Afin d'assurer la sécurité d'exploitation des avions à l'atterrir, une certaine espace à voisinage de l'aéroport doit être dégagée des obstacles.

Pour déterminer la limite minimum d'espace dans l'air qui doit être libre des obstacles, les surfaces hypothétiques ont été élaborées comme suit par l'OACI (l'Organisation de l'aviation civile internationale) (Voir la figure 5.6)

a) Surface d'approche

La surface d'approche est la surface trapézoïdale inclinée en haut et à l'extérieur à partir de l'extrémité de bande d'envol qui est à assurer la sécurité du vol droit descendant final de l'avion qui atterri

b) Surface horizontale intérieure

La surface horizontale intérieure est le disque horizontal situé à 45 mètres au-dessus du point de référence d'aérodrome qui garantit l'espace où l'avion circule en sécurité. Le point de référence d'aéroport est le point déterminant géographiquement l'emplacement d'un aéroport, et il est choisi généralement au point centre géométrique d'ensemble du système des bandes d'envol.

c), Surface de transition

La surface de transition est la surface inclinée en haut et à l'extérieur à partir du bord de bande d'envol qui garantit l'espace libre lorsque l'avion se trompe d'approche propre et se dégage à côté. Le pente de la surface est de 1 : 7 mesurée dans un plan vertical perpendiculaire au prolongement de l'axe de piste.

d) Prolongement de surface d'approche

Le prolongement de surface d'approche est la surface d'approche

prolongée jusqu'à 15.000 mètre à partir de l'extrémité de bande d'envol qui garantit l'espace dégagée pour l'avion qui s'approche de la piste.

e) Surface conique

La surface conique qui s'appuie sur le contour de la surface horizontale intérieure en s'évasant vers le haut qui garantit l'espace dégagée pour l'avion qui circule autour de l'aéroport.

f) Surface horizontale extérieure.

La portion spécifiée d'un plan horizontal située au-dessus des abords de l'aéroport et au delà des limites horizontales de la surface conique qui assure la circulation aérienne à la proximité de l'aéroport

Les obstacles sujets à l'extension de la piste sont les suivants.

(Voir la figure 5.8)

i) Surface de montée au décollage

De part et d'autre de la piste au sud-est et au nord-ouest, se trouvent des fermes plates pour 300 mètres environ à l'exception d'une petite colline de 2 à 4 mètres de hauteur au nord-ouest le long de l'axe étendue de la piste

Cette colline ne constituera aucun obstacle si la piste est prolongée avec la pente montante vers le nord de 1,25% à partir de l'extrémité existante de la piste. (Voir la figure 5.1)

Il y a la route nationale N° 13 avec quelques maisons et quelque arbres de 10 à 30 mètres de hauteur le long de la quelle à un kilomètre au nord-ouest de la nouvelle extrémité de la piste (13).

La route nationale ne constitue aucun obstacle comme on voit à la figure 3.8 et à la photo.

Les maisons sont suffisamment basses et ne présenteront aucun problème non plus. Mais, quelque mesure devrait être prise en matière de bruit.

Comme on remarque sur la figure 5.8 et sur la photo, une partie des arbres font saillie au-dessus de la surface de montée au décollage; ceux qui doivent être supprimés.

De plus, les arbres doivent être supprimés ou bien abaissés autant que possible pour que dans l'avenir la conception de prolongement dégagé puisse être employée.

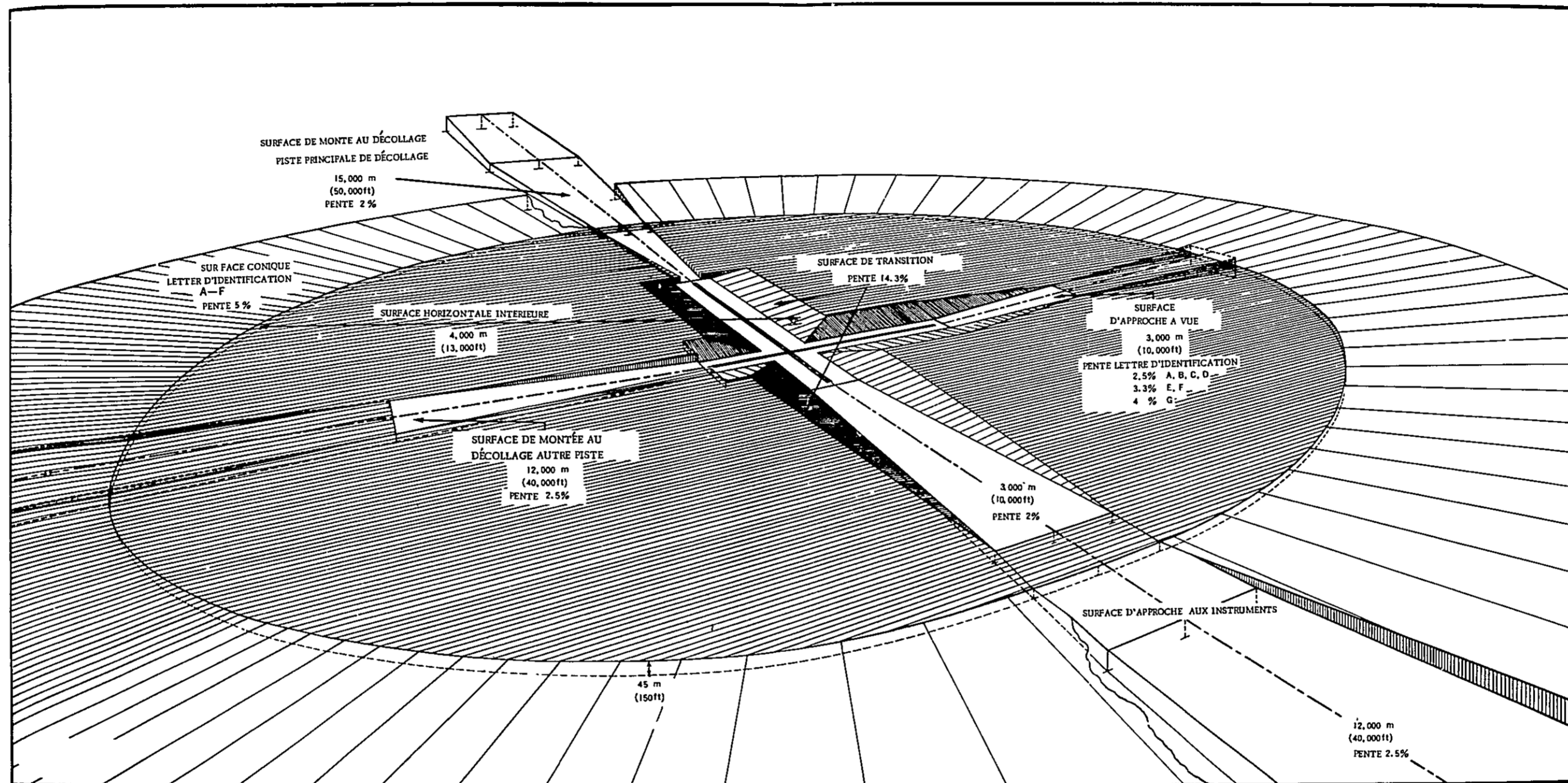
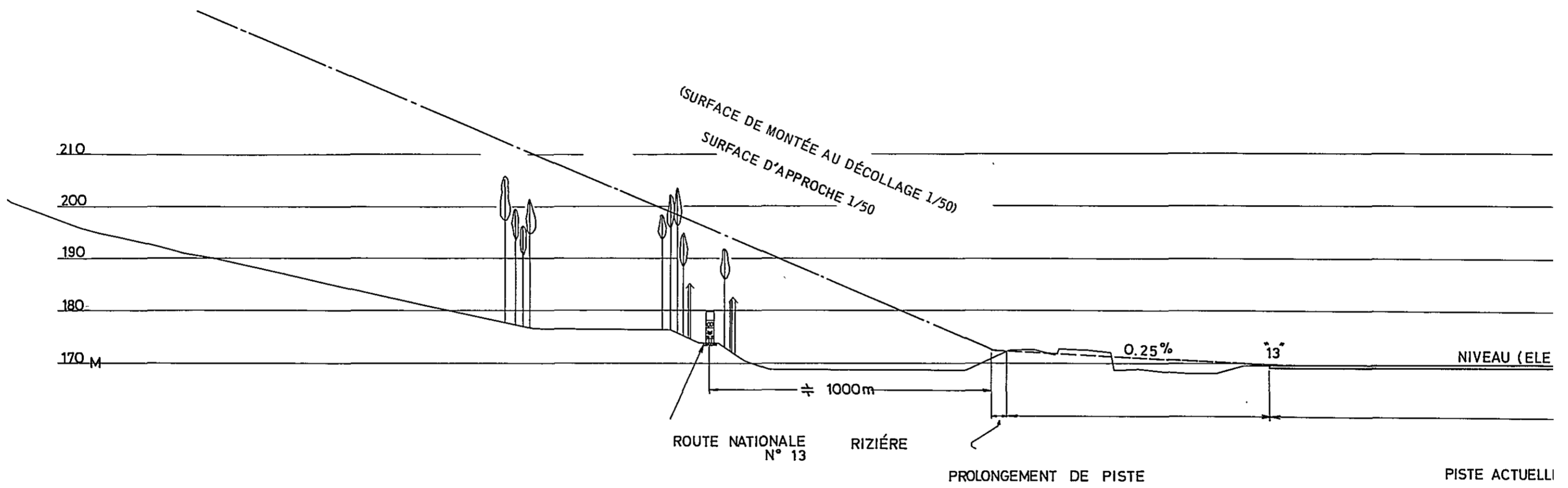


Fig. 5-6 Suppression des obstacles



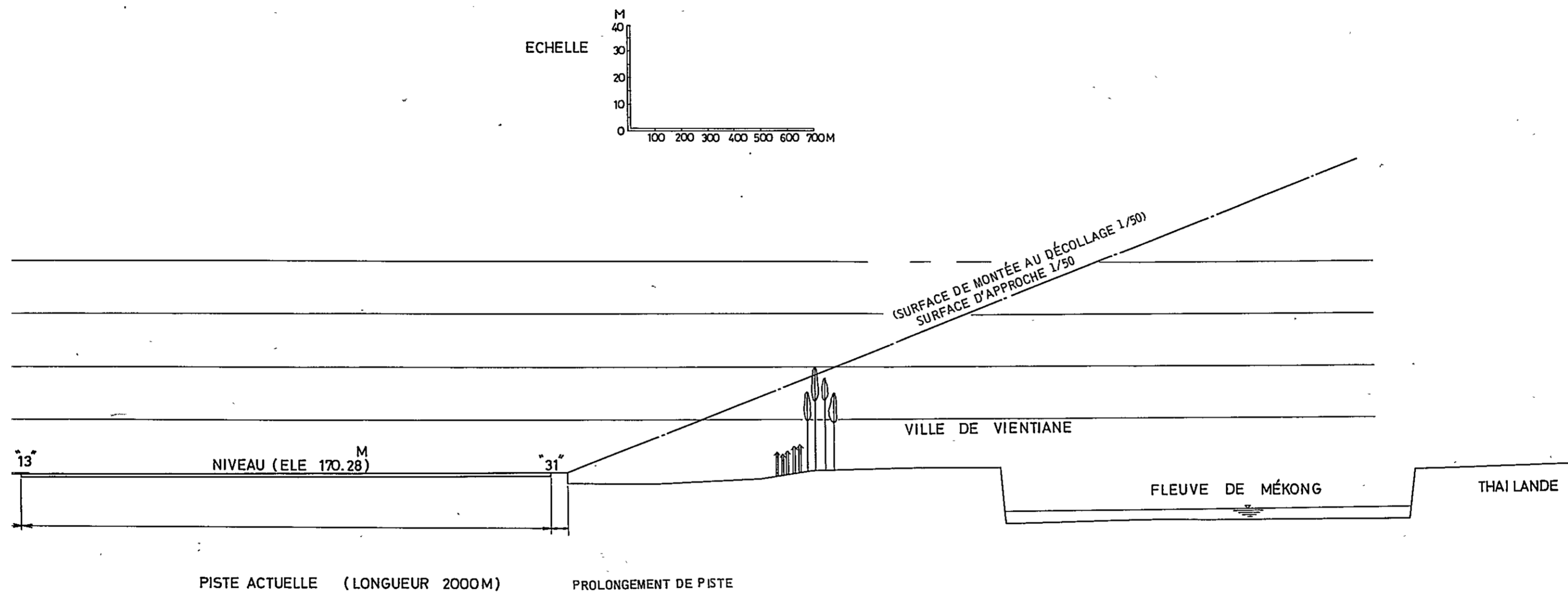
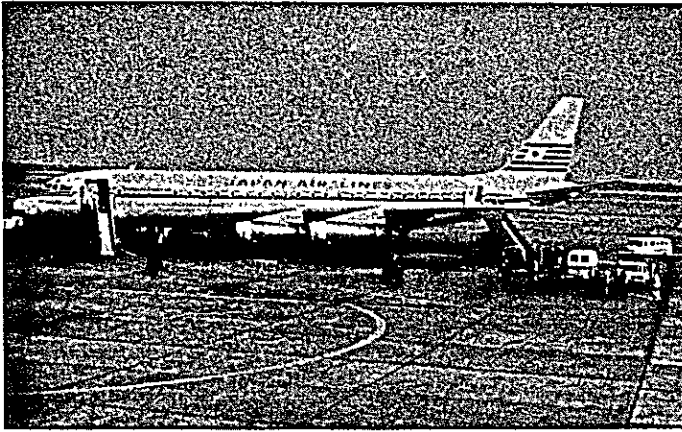
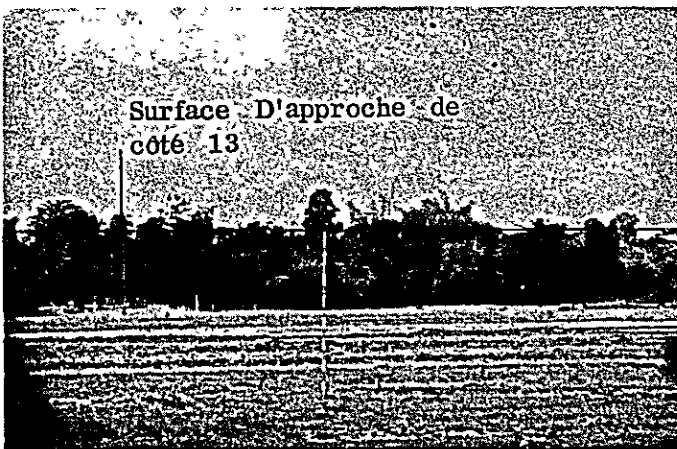
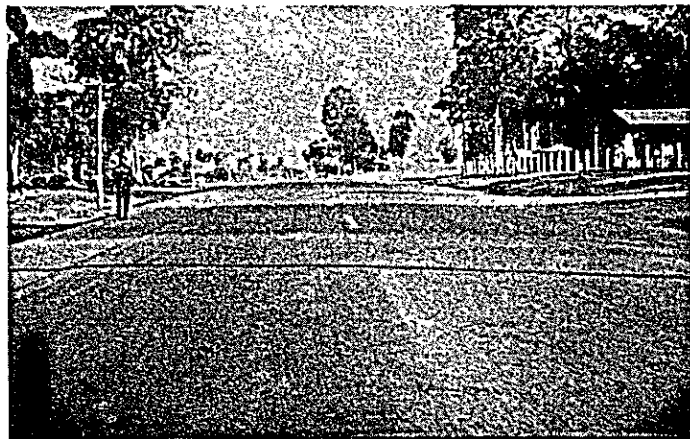


FIG. 5-8 OBSTACLES AERONAUTIQUES (SURFACE D'APPROCHE)
 À L'AÉROPORT DE WATTAY VIENTIANE LAOS



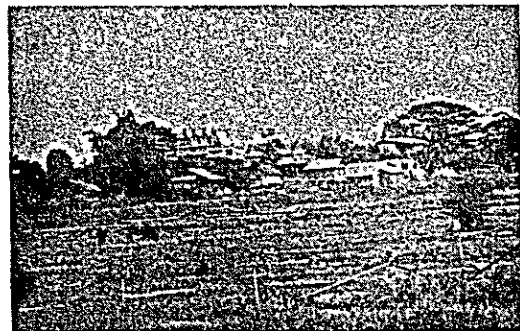
P-11 DC-8

P - 1 2
Route nationale N° 13



P - 1 3
Obstacles qui font saillie
au-dessus de la surface
d'approche de côté 13

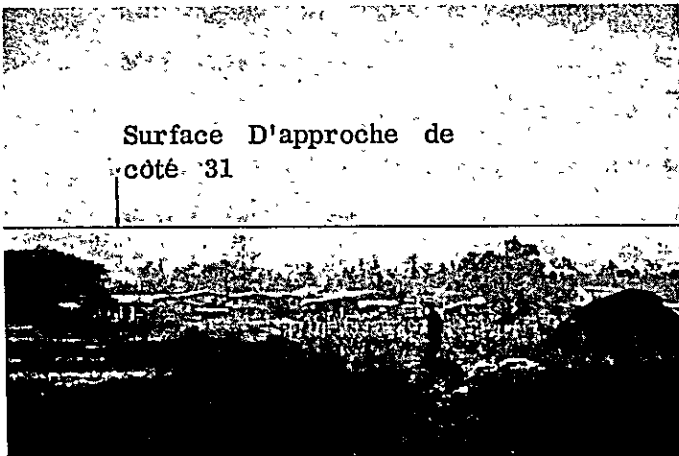
P - 1 4
Obstacles qui peut-être font
saillie au-dessus de la surface
de transition





P - 1 5
Surface D'approche de
côté 31

P - 1 6
Surface D'approche de
côté 31



P - 1 7
Surface D'approche de
côté 31

À côté «31» comme on remarque sur la figure 5.8 et la photo, il y a aussi un village et un bois, et une partie du bois constitue des obstacles et doivent être supprimés.

Comme mentionné ci-dessus, ni la topographie ni les maisons ne constituent aucun obstacle. On n'a qu'à supprimer quelques arbres, le problème de bruit étant considéré séparément. Cependant, la mesure serait prise à défendre de bâtir des nouveaux obstacles qui feront saillie au-dessus de la surface limitée, étant donné qu'il y a beaucoup de possibilité de construire des gratte-ciel dans la ville de Vientiane.

ii) Surface horizontale intérieure et surface conique

Il semble qu'il n'y ait aucun obstacle par rapport à ces surfaces.

iii) Surface de transition

Il y a un village à 700 mètres environ au nord de la piste. Son détail est inconnu puisque la photo aérienne détaillée n'est pas disponible. Le village doit être examiné parcequ'il se peut qu'il fasse saillie au-dessus de la surface de transition, et devrait se déplacer s'il y a lieu.

Il y a en outre une route de largeur de 3 mètres et un cimetière à 800 mètres dans la même direction. La route sera interrompue par le prolongement de la piste et devrait être détournée s'il y a lieu.

5.3 Examen de mécanique du sol au-dessous de la piste allongée

5-3-1) Résumé de topographie

L'Indo-chine toute ensemble se situe à l'extrémité est de la chaîne des himalayans. La région de Vientiane est la plaine alluvienne du fleuve de Mékong qui s'en écoule, et la plaine a de largeur de quelques milles.

La partie prolongée de la piste comprend de la terrasse plate de la même altitude que la rive de Mékong et le plateau plat de quelques mètres plus élevé. (Voir la figure 5.9)

La terrasse basse est la ferme (rizière) et le plateau est brissoné. Les arbrisseaux n'y sont pas grands et il n'y a presque pas d'arbres plus grand que de 30 cm de diamètre.

La terracement de la partie de la piste étendue serait le déblai du plateau et le remblai de la plaine basse comme indiqué dans la figure 5-9.

5.3.2) Nature et mécanique du sol

L'évaluation et l'échantillonnage du sol se sont effectués par le sondage d'auger à l'intervalle moyen de 200 mètres le long de l'axe à partir de l'extrémité actuelle de la piste. Et les essais physiques se sont faits avec les échantillons typiques.

Le sondage a été fait au moyen d'auger à main de diamètre de 15 cm (6") jusqu'à la profondeur de l'ordre de 5 mètres où jusqu'à ce que le percement n'avance plus et la présence de la couche de gravier argileux soit confirmée.

Le résultat de l'examen est que le sol de fondement de la portion de remblai aussi que la portion de déblai n'aurait pas de problème à supporter la piste; la portion de remblai étant jusqu'à 600 m à partir de l'extrémité de la piste existante et la portion de déblai étant le reste.

Le résultat de l'examen est indiqué aux figures 5.9 et 5.10 et aux tableaux 5.1 et 5.2.

On a remarqué sur le chantier de prise de sol au centre du plateau à 800 mètres environ nord-ouest de la piste que le sol de gravier argileux se trouvent dans l'aire considérablement étendue. On a donc fait les essais avec ce sol en considérant à l'employer comme le matériaux du foud de fouille. (Voir le tableau 5.1)

Le gravier dans le sol est ce qui à été entassé au lit du fleuve et les même matériaux que ceux qui se trouvent aux surface effacées du fleuve de de Mékong. Cettes couches d'entassement sont assez épaisses et sont jugées comme s'étendre sur l'aire où la piste sera allongée.

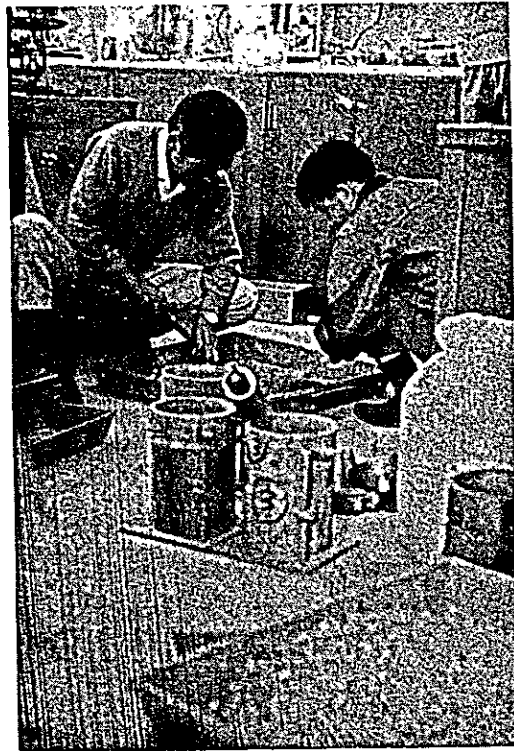
3) Niveau d'eau souterraine

Le niveau d'eau souterraine dans la portion basse est de 167,5 mètres d'altitude (1,3 - 1,5 mètres au-dessous de la surface du sol) vers la fin de la saison sèche (février) où le niveau est considéré comme le plus bas.

Il est considéré que le niveau d'eau souterraine de la région de Vientiane se hausse en saison pluvieuse. Au fur et à mesure du haussement du niveau d'eau au fleuve de Mékong, le niveau d'eau souterraine dans les environs de l'aéroport monte. Mais, il n'est pas considéré qu'il abaisse la force portante de la fondation au-dessous de la valeur prévue.



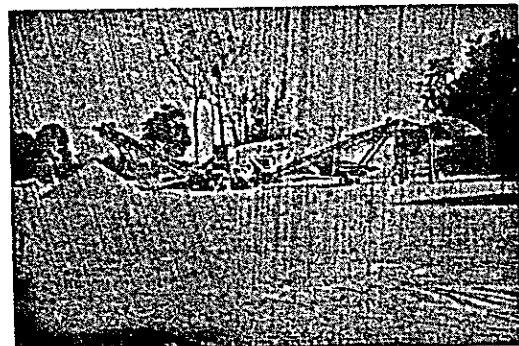
P - 1 8
Arpentage à L'axe de la Piste Étendue



P - 1 9
Essai de Sol



P - 2 0
Agréats à Béton



P - 2 1
Price des Agrégats
(35km En Aval du Fleuve de
Mékong de Vientiane)

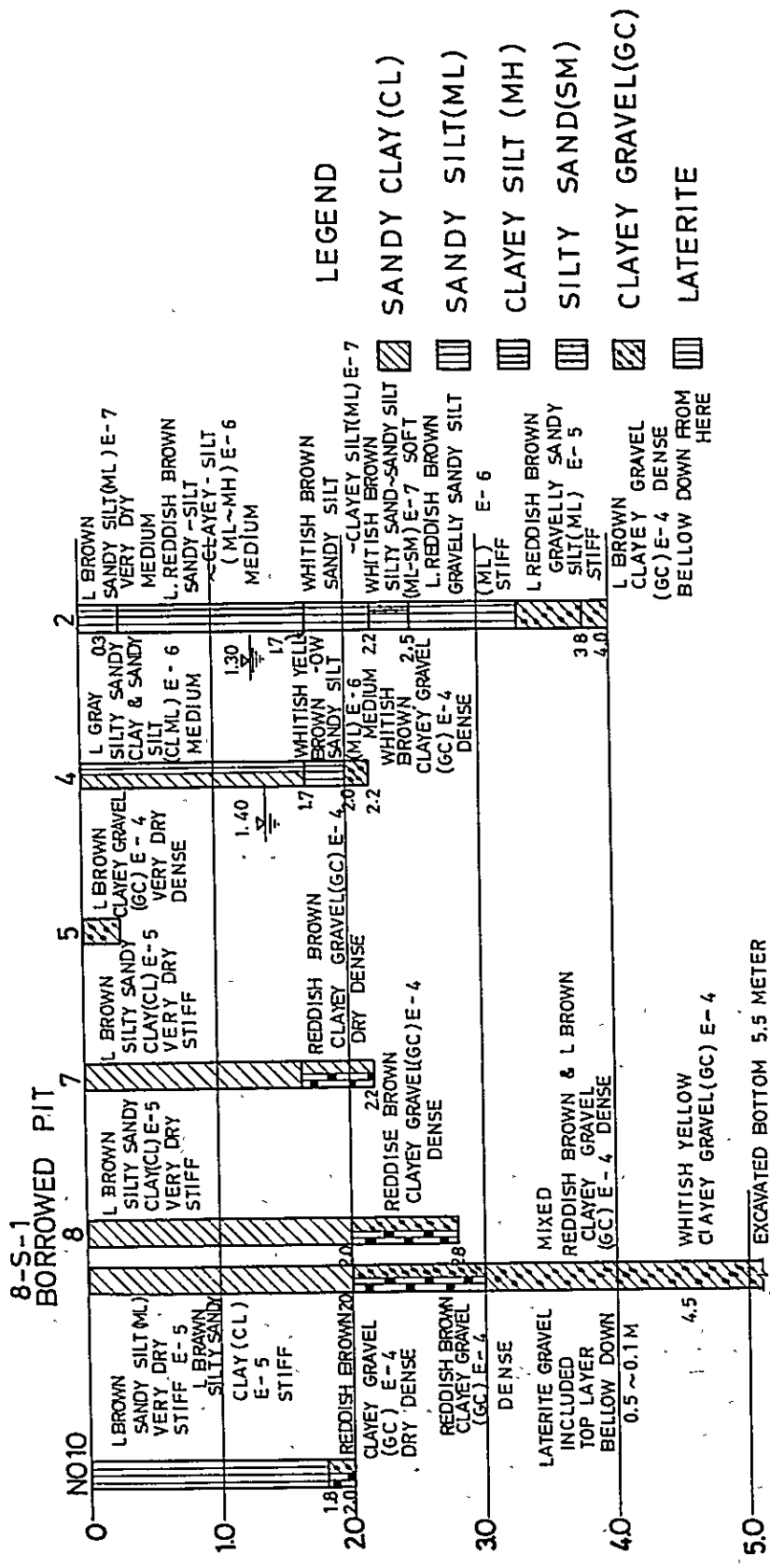


Fig. 5-9 Carte de topographie et de sol

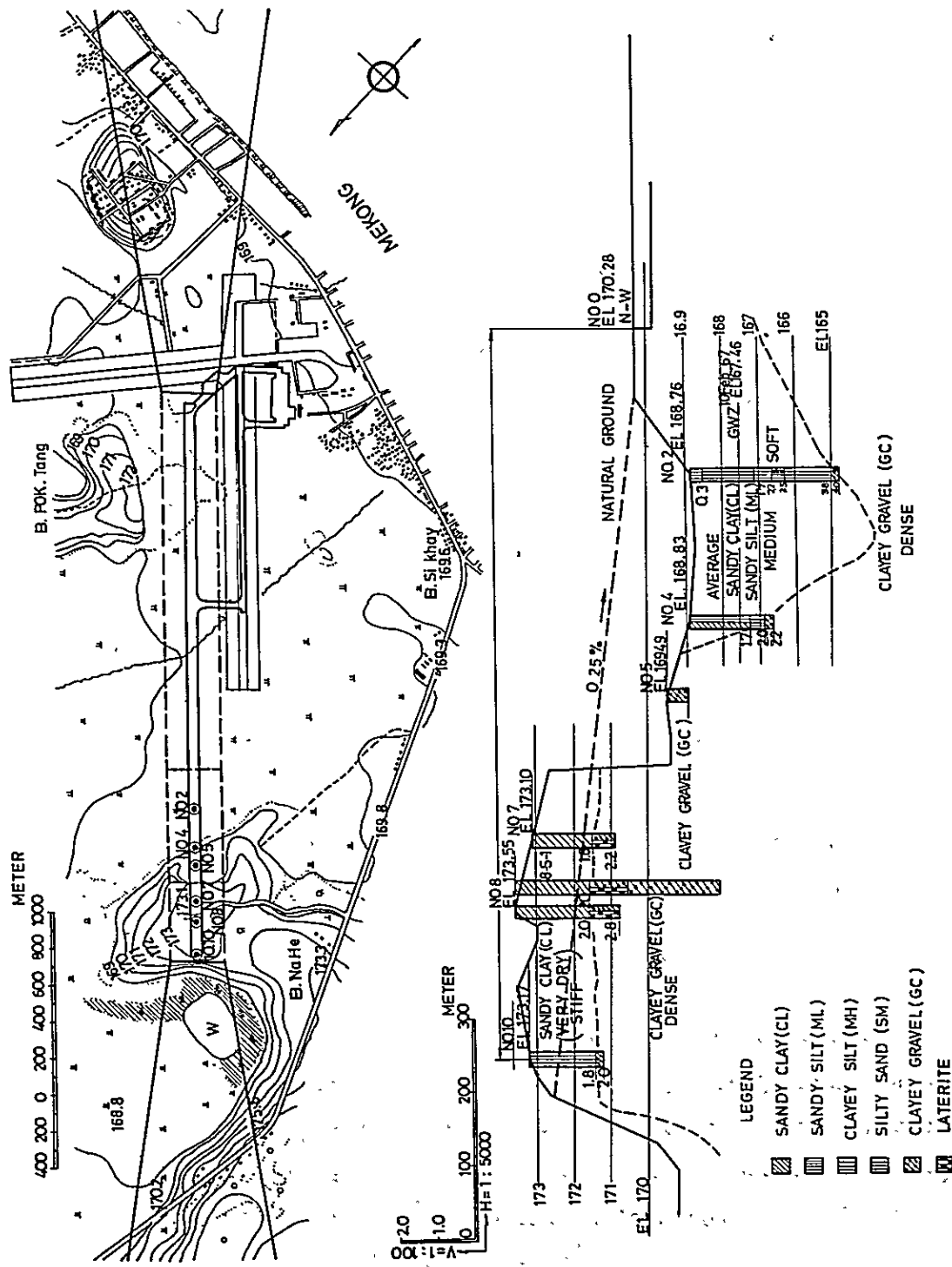


Fig. 5-10 Colonnes de sol

5.4 Examen des matériaux de construction

5.4.1) Matériaux de remblai

L'argile limoneuse sableuse (CL) E-5 déblayée de la surface (jusqu'à la profondeur de 2 mètres environ) du plateau de 500 à 1000 mètres de l'extrémité nord-ouest de la piste pourra être employée comme le matériel de remblai de la bande d'envol. La distance de transport est 0,5 Km en moyenne.

5.4.2) Matériaux du fond de fouille

Le gravier argileux (GC) E-4 qui se trouve plus bas que deux mètres au-dessous de la surface du plateau est approprié pour le matériel du fond de fouille de revêtement. On pourra déterrer jusqu'à l'épaisseur de 4 mètres en moyenne au plateau, s'il s'agit de déblayer jusqu'au niveau d'eau souterraine. La distance de transport est 0,6 Km environ.

La valeur de conception à adopter de CBR de ce matériel est de 8 % (densité 90 % AASHO) La CBR de conception à adopter pour la couche supérieure de 30 cm sera de 17 % (densité 95 % AASHO)

5.4.3) Matériaux de la fondation

Les matériaux de la fondation seront les suivants

(1) Gravier argileux mixte avec sable de rivière

Le tout-venant des environs de l'aéroport (endroit et résultat d'essai se trouvent au tableau 5.1) mixte avec le sable de rivière du fleuve de Mékong (le taux de sable de rivière 20 %). La CBR conçue sera de 30 % (densité 95 % AASHO).

(2) Sable de rivière mixte avec gravier

Le sable et gravier de rivière de granulométrie arrangée.

La CBR conçue sera 50 % (densité 95 % AASHO) La quantité du gravier de rivière est peu abondant dans la partie proche de Vientiane du fleuve de Mékong et donc très coûteux. Il vaut mieux donc employer le gravier argileux mixte avec le sable de rivière comme mentionné en (1).

Le résultat des essais exécutés par la mission et le renseignement fourni du gouvernement laotien se trouvent aux tableaux 5.1 et 5.2.

5.4.4) Béton de ciment

a) Agrégat

Les agrégats du béton de ciment seront mieux du sable et du gravier du fleuve de Mékong; ceux qui ont été employés pour la piste existante. Considérant la qualité et la quantité des matériaux pour la partie étendue, le gravier devra être pris au voisinage de l'aire de prise de gravier du gouvernement à 44 Km de l'aéroport (35 Km en aval du fleuve du centre de la ville de Vientiane). Nulpart produit les matériaux meilleurs. Ce matériel contient, lors de la prise, ce dont le diamètre est plus de 40mm. Il faut donc le supprimer par tamisage ou bien le casser.

Le sable devra être pris de l'aire de prise à 24 km en amont du fleuve du centre de la ville de Vientiane.

b) Ciment

Le ciment fabriqué au Thaïlande sera être employé, ce qui a été utilisé à la piste existante. Le dosage sera 350 kg/m^3 . On peut espérer la contrainte de compression par flexion de 46 kg/cm^2 (650 PSI) à 28 jours.

Tableau 5-1 Le résultat sommaire des essais physiques

N° d'echantillon	Profondeur (m)	Endroit	Classification (AC) FAA	Analyse granulométrique per tamisage %								Poids spécifique	Limites d'atterberg	
				3"	1½"	¾"	⅜"	No 4	No 40	No 200	No 270		L.L.	I.P.
2-2	1.0	200m, 2,0m à droite de l'axe (terrain bas)	limon sableux (ML) E-7					100	97	72	65	2.75	41	11
4-3	1.5	400m, à l'axe (terrain bas)	argile sableuse (CL) E-6					100	97	51	46	2.71	27	6
7-2	1.0	700m, à l'axe (terrain élevé)	argile sableuse (CL) E-5					100	91	46	40	2.67	33	15
8-3	1.5	800m, 8m à gauche de l'axe (terrain élevé)	argile sableuse (CL) E-5					100	88	47	43	2.69	34	12
8-5-1	5.0	800m, 20m à droite (dépression détournée) 0.5m an-dessous du lit	gravier argileux (GC) E-4		100	92	91	58	42	25	24	2.67	33	13
		Latérite typique au Laos	gravier de laterite									3.44		

Tableau 5-2 Teneur en eau d'état naturel et le pourcentage de gravier compris

N° d'echantillon	Profondeur (m)	Endroit	type de matériel	teneur en eau d'état naturel %	gravier compris %	Remarques
4-1	0.3	400m, à l'axe	argile limoneuse sableuse gris-clair (CL)	9,3	0	
4-3	1,5	"	limon sableux gris-clair (ML)	17,9	0	
4-4	2,1	"	gravier argileux, branchâtre jaune-brun (GC)	-	54	
7-1	0,3	700m, à l'axe	argile limoneuse sableuse brun-clair (CL)	9,4	0	
7-2	1,0	"	" (CL)	10,0	0	
8-1	0,3	800m, à l'axe	argile sableuse brun-clair (CL)	7,0	0	
8-2	1,0	"	argile limoneuse sableuse brun-clair (CL)	7,4	0	
8-4	1,9	"	gravier argileux (laterite) rougeâtre brun (GC)	10,2	46	
10-1	0,3	1000m, à l'axe	limon sableux brun-chair (ML)	3,6	0	
10-3	1,9	"	gravier argileux (laterite) rougeâtre brun (GC)	-	33	

Tableau 5-3 Résultat sommaire de compacité et CBR
(indice portant californien du sol)

N° d'échantillon	endroit	type de matériel	limites d'atterberg		analyse par tamis, % passant					γt*	W**	CBR %	enf-lure %	Remarque
			LL	IP	3/4"	3/8"	No	No	No					
							4	40	200					
359/66	11 km au nord de Vientiane	gravier argileux	31	14	99	78	57	34	25	129	10,5	8,3	0,16	renseignement de l'USOM au Laos
356/66	8 km de l'extrémité nord de l'aéroport de Wattay	gravier argileux	25	9	99	76	51	34	22	127	9,0	8,0	0,04	"
329/66	chemin Kaoleo Vientiane	gravier argileux	54	29	85	56	39	22	17	121	14,0	10,3	0,36	"
332/66	Tonotin, Troue choisi, chemin à route de Noutha Vientiane	gravier argileux et latérite	55	28	98	71	47	32	27	115	11,1	11,0	0,28	"
229/66	6 km au sud, derrière la cité américaine, Vientiane	latérite	38	16	95	75	62	48	37	123,5	13,0	-	-	"
8-5-1	800m de la piste allongée, dépression détournée, 0,5m au-dessous du lit	gravier argileux	33	13	92	71	58	42	25	130	9,8	17,7	0,07	essayé par JSVAE

*γt : densité max. en livres par le pied cube

** W : teneur en eau optimum

Tableau 5-4 Résultat sommaire d'essais d'agrégats

N° d'échantillon	endroit	type de matériel	Analyse par tamis, % passant										wear %	absorption %		poids spéc.	im-purité organique %	Remarque
			1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 100	No 200	sable		gravier				
405/66	35 km Vientiane	gravier et sable	81	70	56	49	30	24	6	2	1	24,7	1,62	2,01	-	-	bon pour le revêtement d'aéroport	
346/66	24 km Ban Hat Thin Thom Vientiane	gravier de rivière	100	99	58	42	11	5	2	1	1	32,4	-	1,35	2,60	1		
347/66	34 km Ban Khoi Deng	gravier - sable de Mekong	96	91	76	71	49	37	16	4	3	26,2	1,40	1,42	sable 2,60 gravier 2,66	1		
269/66	22 km Hat Thadoa Vientiane	sable de Mekong			100	99	94	86	33	2	1	-	1,42	-	2,63	1	bon pour le revêtement d'aéroport	
348/66	24 km Ban Hat Thin Thom Vientiane	sable de rivière de Mekong				100	96	84	18	1	0	1,42	-	2,60	1			
348/66	24 km Ban Hat Thin Thom Vientiane	sable de rivière de Mekong				100	96	84	18	1	0	-	1,42	-	2,60	1		
406/66	Hat Dorn Chanh devant l'Hôtel Lan Xang, Vientiane	sable de rivière de Mekong							100	4	1	-	1,82	-	2,57	1	bon pour la fondation si mixte avec gravier argileux	

Chaptire 6 Plan des travaux et dépense approximative du projet

6.1 Plan des travaux

Généralité

Il pleut tellement en saison de pluie que des travaux ne peuvent se faire qu'en saison sèche, 6 mois de novembre à avril pendant l'année. Cet effet empêche des travaux de prolonger à l'année suivante puisque des engins ne peuvent pas marcher en saison de pluie; ce qui ferait des travaux beaucoup coûteux.

Afin de terminer les travaux dans une saison sèche, on doit déclancher le terracement aussi tôt que la mise au chantier des travaux et le terminer dans 4 mois. La fondation doit se commencer un mois après le commencement du terracement et se terminer dans 100 jours. Le bétonnage doit se commencer un mois après la mise au chantier des travaux et se terminer dans 90 jours. Le drainage doit se commencer 20 jours après la mise au chantier et se terminer dans 40 jours. Les divers travaux peuvent s'effectuer graduellement pendant la durée en employant les engins utilisés pour les travaux principaux. (Voir le tablean 6.2) Les suivants sont le résumé du plan des travaux.

Terracement

Le terracement qui formule la partie étendue de la bande est le déblai à la partie de 600 à 1000 mètres de la colline, et le remblai à la partie de zéro à 600 mètres de la terrasse basse mesurés à partir de l'extrémité de la piste actuelle. Après avoir déterré et abandonné la couche supérieure d'épaisseur de 30 cm en moyenne qui contient des matériaux végétaux comme des racines, du sol de bonne qualité au-dessous sera excavé, transporté et employé comme les matériaux remblai à la bande et au fond de fouille de revêtement. Dans ce cas, on doit projeter le terracement de façon à ce que du sol de meilleure qualité qui se trouve plus profond que 2 mètres au-dessous de la surface soit utilisé au fond de fouille pour augmenter la force portante et prévenir le tassement. Dans la portion remblayée, du sol sera mis en place par des bulldozers et roulé par des rouleaux de sorte que la chaque couche est complétée à l'épaisseur de moins de 15 cm. La compacité du sol remblayé doit être plus de 90 % de l'essai AASHO de densité, et celle du fond de fouille

d'épaisseur de 30 cm en doit être plus de 95%.

Fondation

Les matériaux mentionnés à 5.4 doivent se mélanger et s'étendre au chantier à l'aide des motorgraders et se rouler à aide des rouleaux de sorte que la chaque couche est complété a l'épaisseur de moins de 15 cm. La compacité de la fondation doit être plus de 95 % de l'essai AASHO de densité. Le coefficient de réaction de la fondation K 75 cm doit être plus de 7 kg/cm³. La finition de surface de la fondation doit être telle qu'elle permet de maintenir l'épaisseur spécifié de la dalle de béton au-dessus.

Bétonnage

Le béton doit être des matériaux cités dans 5.4 mélangés de sorte qu'il ait la force portante et la bétonabilité prévues et que son slump soit moins de 2,5 cm. Afin de compléter les travaux dans la durée envisagée, le centre de dosage doit être muni au moins de 3 bétonnières de 21 pieds cubes ou bien ceux avec plus de rendement. Le béton sera transporté par des camions à benne basculante à 6 tonnes. La mise en place et le compactage devront se faire avec des spreaders et des finisseurs. La surface de la dalle doit être plate et homogène et en même temps être appropriéement rude pour prévenir le glissement de la roue et pour adoucier le rayon réfléchi. La surface de la dalle doit être tellement plate que quand on met une règle droite de 3 mètres longitudinalement ou transversalement, le décalage en est moins de 3 mm. La finition de la surface sera au balai ou bien à la bande. Immédiatement après la finition de la dalle, elle doit être couverte du paillason ou du voile movillé afin de la tenir mouilleuse pendant une semaine.

Accotement

Le terracement est le même que celui des autres travaux. La fondation est aussi la même que celle de revêtement sauf son épaisseur est de 20 cm dont la couche supérieure de 10 cm est des matériaux de fondation, 5% de ciment ajouté, mixtes sur place avec des motorgraders.

Bande d'envol

Après le mouvement du sol, la surface sera finie par des motorgraders et des rouleaux.

Drainage

Un canal rectangulaire sera installé à travers la bande d'envol du sud-ouest au nord-est. Le béton de fondation d'épaisseur de 10 cm sera mis au-dessus de la fondation sablière compacte de 20 cm. Après le durcissement du béton de fondation, des coffrages et des armatures de fil d'acier seront mis en place et puis le bétonnage. Le béton doit être suffisamment compacté, à l'aide des vibratrices. La force de compression du béton doit être plus de 240 kg/cm² et le slump doit être de 7,5 à 15 cm.

Clôture métallique

L'ossature de forme (L) L-50x50x6mm sera mise en place après avoir été fabriqué à l'usine. Le réseau de fil de fer y sera mis horizontal et biais.

Engins

Afin de compléter les travaux dans une saison sèche, les types et le nombre des engins comme les suivants sont nécessaires.

- 6 bulldozers de 11 tonnes (dont l'un est pour ramasser des agrégats au centre de dosage)
- 5 pelles de 0,6 m³
- 6 rouleaux à pneus de 15 tonnes ou à cylindre de 10 tonnes
- 3 arroseuses de 5,500 litres
- 2 motorgraders à lame de 3 m de largeur
- 1 centre de dosage avec 3 bétonnières de 21 pieds cubes
- 1 spreader
- 1 finisseur
- 20 camion à benne de 6 tonnes

6.2 Dépense approximative du projet

La dépense approximative a été calculée dans le but de compléter les travaux dans une saison sèche (6 mois) comme déjà mentionné.

Travaux d'infrastructure: 850.000 dollars US

allongement de piste: 800.000 dollars US
amélioration d'aire d'attente, etc.: 50.000 dollars US

Balisages lumineux: 150.000 dollars US

Soutolal 1,000.000 dollars US

Ingénieurs conseillers: 94.700 dollars US

Total: 1,094.700 dollars US

(Voir le tableau 6.2)

La somme se diviserait de devise étrangères et de devises nationales

Devises étrangères: Travaux d'infrastructures: 530.000 dollars US

Balisages lumineux : 110.000 "

Ingénieurs conseillers : 82.500 "

total 722.500 "

Devises nationales: Travaux d'infrastructure: 320.00 dollars US

Balisages lumineux : 40.000 "

Ingénieurs conseillers : 12.200 "

total 372,200 "

(Voir le tableau 6.4)

Les devises étrangères pour les travaux d'infrastructure couvrent les frais de ciment, d'armature métallique, d'ossature métallique, de matériaux divers, de location d'engins tels que bulldozers, de séjours de personnels d'entrepreneur et de transportation d'engins (50% environ). Les devises étrangères pour les balisages lumineux couvrent les frais de câbles, de lampes, de transformateurs, de groupes électrogène au secours et de séjours de personnels d'entrepreneur. En ce qui concerne le frais des ingénieurs conseillers, les devises étrangères couvrent aussi le salaire, le frais divers, la rémunération de génie, le transportation, la gratification de subsistance et le frais des engins.

Tableau 6-1 Le fractionnement des travaux. Quantité et durée d'exécution

Description	Quantité	Durée (mois)						engins utilisés
		1er	2ème	3ème	4ème	5ème	6ème	
Allongement de piste								5 bulldozers, 5 pelles, 4 rouleaux, 2 arroseuses, 15 camions 2 rouleaux, 2 motor- graders, 1 arroseuse 3 unités de centres de dosage de 21 pied cube, 1 bulldozer, 5 camions
terracement	200,000 m ³							
fondation	51,100 m ²							
bétonnage	50,100 m ²							
prolongement de piste	5,400 m ²							
accotement	16,800 m ²							
bande d'envol	120,000 m ²							
drainage	150 m							
clôture périphéri- que etc.	ensemble							
Amélioration d'aire d'attente, etc.								
terracement	3,800 m ³							
fondation	6,500 m ²							
bétonnage	6,500 m ²							
Balisage lumineux	ensemble							

Tableau 6-2 Coût approximatif de la construction

Description	quantité	frais des travaux (1,000 kips)	frais des engins (1,000 kips)	trans- porta- tion des engins (1,000 kips)	frais de séjours (1000 kips)	total	
						1,000 kips	dollar US
Travaux civils							
Allongement de piste							
terracement	200,000 m ³	22,550	61,500	17,820	(3 personnes) 6,000	107,900	216,000
fondation	51,100 m ²	20,270	5,470	2,980	(2 personnes) 4,000	32,720	65,000
bétonnage	50,100 m ²	148,680	11,730	8,450	(4 personnes) 8,000	176,850	353,000
accotement	16,800 m ²	7,630	1,700			9,330	19,000
prolongement de piste	5,400 m ²	10,310	990			11,300	23,000
bande d'envol	120,000 m ²	1,570	2,180			3,750	7,000
drainage	150 m	37,500	260		(1 personne) 2,000	39,760	79,000
clôture périmétrique, etc.	ensemble	18,750				18,750	38,000
total		267,250	83,860	29,250	20,000	402,360	800,000
Amélioration d'aire d'attente, etc.							
terracement	3,800 m ³	320	1,230			1,550	3,000
fondation	6,500 m ²	2,540	680			3,220	6,000
bétonnage	6,500 m ²	19,070	1,580			20,660	41,000
total		21,930	3,500	0	0	25,430	50,000
Grand total		289,180	87,360	29,250	20,000	425,780	850,000
Balisage lumineux							
feux de bord de piste, etc.		41,700	650		(2 personnes) 2,500	44,850	90,000
indicateur de direction du vent illuminé		6,390	100			6,490	13,000
poste transformateur		6,390	100			6,490	13,000
équipement d'électrogénération (30 KVA, bâtiment compris)		14,070	360		(2 personnes) 5,000	16,930	34,000
total		68,550	1,210		5,000	74,760	150,000
Grand total		357,730	88,570	29,250	25,000	500,540	1,000,000

- Notes: 1) Le frais des travaux est le total des frais des matériaux, des mains-d'oeuvres, des essais, de préparation et divers.
- 2) Le frais des engins est calculée en basant sur les prix des engins à Bangkok. Y compris la dépréciation, la réparation, l'entretien régulier et la gestion.
- 3) La transportation des engins est le frais de transportation des engins entre Vientiane et Bangkok
- 4) Le frais de séjours pour les travaux civils: 10 ingénieurs, durée de séjour 7 mois, salaire 500 dollars US par mois per personne, transportation aller et retour 500 dollars US, donc gratification totale par personne est 4,000 dollars US. Le frais de séjours pour les travaux de balisage lumineux: 4 ingénieurs, durée de séjours 4 mois, donc gratification totale par personne est 2,500 dollars US.
- 5) La nécessité de renfort du poste transformateur et de l'équipement de génération électrique doit être déterminée après avoir examiné l'existence et la quantité du surplus actuel.

Tableau 6-3 Frais approximatif des ingénieurs conseillés

Description	frais		Remarques
	kip	dollar US	
Plan de réalisation			
arpentage	5,650,000	11,300	
étude & essai	5,750,000	11,500	
dessin	9,600,000	19,200	
total	21,000,000	42,000	
Surveillance au chantier	26,350,000	52,700	
Grand total	47,350,000	94,700	

- Notes: 1) La dépense de l'arpentage, de l'étude et essai et du dessin comprennent le frais des personnels, le frais divers, la rémunération de génie, la transportation, la gratification de subsistance, les mains d'oeuvres sur place et le frais des équipements.
- 2) Le frais de transportation et la gratification de subsistance se basent sur le déplacement entre Tokyo et Vientiane.
- 3) La dépense de la gestion des travaux comprend le fais de personnels, le frais divers, la rémunération de génie, la transporation, la gratification de subsistance, les mains-d'oeuvres sur place.
- 4) La gestion des travaux exige la durée de 10 mois, alors que la durée des travaux est 6 mois, et 3 ingénieurs. Le frais de transportation et la gratification de subsistance se basent sur le déplacement entre Tokyo et Vientiane.
- 5) Le frais de la surveillance au chantier augmentera, si la durée des trevaux prolonge.

Tableau 6-4 Détail des coûts de matériaux, de main-d'oeuvres et d'engins

Description	quantité	unité	prix unitaire (kip)	coût en kip	coût en \$ US	Remarque
Matériaux						
sol de fondation	23,200	m ³	600	13,920,000	28,000	
sable de fondation	5,800	"	1,000	5,800,000	12,000	
ciment	6,400	T	14,200	90,880,000	182,000	
sable	7,900	m ³	1,000	7,900,000	16,000	
fil d'acier	16,200	"	1,900	30,780,000	61,000	
ossature d'aciers	100	T	100,000	10,000,000	20,000	
matériaux divers	33	T	100,000	3,300,000	7,000	
				27,691,000	55,000	pétrole brut, bois de coffrage, électricité, eau, etc.
total				198,271,000	381,000	
Main-d'oeuvre						
Coolie	25,000	personne jour	1,000	25,000,000	50,000	prix unitaire est celui en moyenne
total				25,000,000	50,000	
Engens						
bulldozer	768	jour	26,830	20,605,000	41,000	combustible, chauffeurs et assistant y compris
pelle mécanique	621	"	38,720	24,045,000	48,000	"
camion	2,358	"	11,830	27,895,000	56,000	"
rouleau	133	"	14,880	12,395,000	25,000	"
arroseuse	375	"	12,300	4,613,000	9,000	"
motorgrader	149	"	28,070	4,182,000	8,000	"
centrale de dosage	130	"	32,300	4,199,000	8,000	frais des engins seulement
bétonnière	122	"	25,860	3,155,000	6,000	combustible, chauffeurs et résistants y compris
total				101,089,000	202,000	
Préparation				12,100,000	24,000	
Essais				4,560,000	9,000	
frais divers				43,520,000	87,000	
Grand total				376,540,000	753,000	

Note: Le grand total ici est égale à la somme total du frais des travaux civils et du frais des engins du tableau 6.2.

Tableau 6-5 Détail des devises étrangères requises

Description	quantité	unité	prix unitaire (kip)	coût en kip	coût en \$ US	Remarque
Travaux civils						
ciment	6,400	tonne	14,200	90,880,000	530,000	
fils d'acier	100	"	100,000	10,000,000		
ossatures métalliques	33	"	100,000	3,300,000		
matériaux divers				5,000,000		
Engins						
bulldozer	768	jour	23,280	17,879,000		
pelle mécanique	621	"	34,980	21,722,000		
camion	2,358	"	8,222	19,387,000		
rouleau	833	"	11,760	9,796,000		
arroseuse	375	"	9,732	3,649,000		
motorgrader	149	"	24,800	3,695,000		
centrale de dosage	130	"	30,480	3,962,000		
bétonnière	122	"	23,200	2,830,000		
frais de séjours				20,000,000		
transportation des engins				29,250,000		
frais divers				21,760,000		
soutotal				263,110,000	530,000	
Travaux de balisage lumineux						
matériaux		ensemble		45,000,000		cables, lampes, transformateurs groupe électrogène.
frais de séjours				5,000,000		
frais divers				5,400,000		
soutotal				55,400,000	110,000	
total				318,510,000	640,000	
Ingénieurs conseillers						
plan de réalisation				5,250,000		
arpentage				9,600,000		
étude et essai						
soutotal				19,850,000	39,700	
surveillance au chantier				21,250,000	42,800	
total				41,250,000	82,500	
Grand total					722,500	

Chaptire 7 Conclusion

Cette étude a pour objet d'examiner la possibilité au point de vue technique civile, l'existence des obstacles aéronautiques, et la durée et la dépense des travaux du projet d'allongement de la piste actuelle de 2000 à 3000 mètres et du projet de développement ci-annexé de la voie de circulation et de l'aire de trafic de l'aéroport de Wattay Vientiane, la capitale du royaume laotien.

Pendant que les chapitres précédents précisent chaque article d'étude, le présent chapitre mentionne grossièrement ses conclusions.

Le résultat de l'étude de l'efficacité sur la circulation aérienne civile de l'allongement de la piste à 3000 mètres d'abord est qu'on peut juger qu'elle permette les avions de type le plus grand comme DC-8 ou B-707 qui desservent les lignes internationales de décoller ou d'atterrir sans difficulté autant qu'ils volent la portée d'aujourd'hui la plus longue (Vientiane-Karachi). Et grand il arrive que des nouvelles lignes s'établissent à l'est ou à l'ouest à partir de Vientiane, la portée de vol pourra être prolongée.

Quant à la voie de circulation, la voie parallèle ne devra nécessairement pas être prolongée tout le long de la piste, mais peut-être sera suffisamment allongée jusqu'à la longueur telle qu'elle est indiquée à la figure, car le gouvernement interdit de survoler la ville de Vientiane, et le décollage et l'atterrissage ne s'effectuent en principe que dans la région nord-ouest de l'aéroport afin d'éviter la gêne causé par le bruit.

Pour le bien de l'efficacité de l'exploitation dans la direction unique même lorsque le nombre de mouvements augmente, la configuration des bretelles au centre et à l'extrémité sud-est de la piste doit être telle qu'ils réunissent la piste à l'angle de moins de 30°; ce qui permet un avion de sortir de la piste à grande vitesse.

La configuration de l'aire de trafic qui sert à l'embarquement et débarquement des passagers et des frets doit être aménagée comme la figure afin d'y améliorer le mouvement des avions. Le présent projet d'agrandissement de l'aire conçu par le gouvernement laotien permettra l'embarquement et débarquement simultanés des passagers et des frets de 2 avions de transport de type grand et de 4 avions de type

moyen. L'extension au plus doit être déterminée plus tard tenant en compte le nombre de mouvements aux heures d'affluence après avoir étudié la possibilité de la transmission d'ailleurs de la présente aire d'entretien et de stationnement simple.

La réalisation de l'extension de ces installations sera efficace et pratique, si on la commence peu avant que des avions de type le plus grand prévues à cet aéroport (DC-8) se mettent à service, la divise en trois phases, et la met au point phase à phase successivement suivant l'augmentation de trafic aérien comme indiqué à la figure 3.2.

L'arpentage s'est conduit pour savoir si l'espace sans obstacle était maintenue afin d'assurer la sécurité à la circulation lors de décollage et d'atterrissage. Quelques arbres font saillie au-dessus de la surface d'approche et quelques maisons au-dessus de la surface de transition; ceux qui doivent être supprimés. Le terrain naturel ne constitue aucun obstacle aéronautique.

La structure de la partie étendue du revêtement de la piste, de la voie de circulation et de l'aire de trafic sera la même que celle du revêtement existant qui dura bien pour quelques temps. Il serait plus pratique de projeter de réaliser l'épaissement du revêtement dans l'avenir lorsque le poids d'avion au décollage ou à l'atterrissage accroit ou le nombre de mouvements augmente considérablement.

Dans la première phase donc, l'extension de la piste et la voie de circulation et l'amélioration de configuration de l'aire de trafic doivent être mises au point.

En ce qui concerne le drainage de l'aéroport, la prévention de la flaque d'eau en saison de pluie doit être soigneusement conçue puisque le terrain y est plat et bas. Il est désirable d'installer un canal rectangulaire au-dessous de la partie étendue de la piste et un caniveau ouvert vers le nord-ouest puisque l'extension de la piste peut-être empêche le course d'eau vers le nord-est. Afin de prévenir l'aéroport de se noyer lors de l'inondation de Mékong comme celle qu'on a subi en 1966, on n'aura plus qu'à prendre la mesure de protéger l'ensemble de la région de Vientiane en haussant les talus le long du fleuve, etc. Il est donc difficile à protéger l'aéroport seulement lui-même.

Le balisage lumineux de piste et de voie de circulation doit être mis en place à la partie étendue et ça exigera par conséquent le renfort du poste de transformateur et de la groupe électrogène. La nécessité des aides à navigation comme

l'ILS et le PAR et des installations météorologie, doit être déterminée par l'examen détaillé de la météorologie, du taux de vol manqué, etc.

Le sol dans la partie où la piste s'étendra a été examiné par le sondage simple et le tamisage. La géologie dans les environs a été aussi étudiée. Le resultat est que le sol dans les environs peut être utilisé comme le matériel de fond de fouille.

Des matériaux en provenance des environs sont utilisables d'après l'examen sur la distance de transportaion et la nature.

La dépense approximative des travaux de la premier phase est 1.000.000 dollars US et le frais des ingénieurs conseillers 94.700 dollars US dont le détail se trouve au tableau-6.2. Des mains-d'oeuvres, des matériaux de la fondation et le gravier et le sable pour le béton pourront se procurer sur place et coûteront environ 372.200 dollar US. La devise étrangère de 722.500 dollars US sera requise pour le ciment, des fils d'acier, des équipements de balisages lumineux et le frais des engins comme bulldozers. Y non compris la dépense d'achat des terrains privés et l'indemnité de déplacement des immeubles.

Le frais de transportation et la dépréciation des engins de 194.000 dollars US sont compté au dehors de la somme de la devise étrangère ci-dessus, qui pourra être diminuée si les engins sont procurés sur place.

34.000 dollars US pour les groupes électrogènes ne sera plus nécessaire, si les équipes existents ont la capacité suffisante.

Comme susmentionné, s'il arrive qu'un poste de plus de l'aire de trafic s'exige, la dépense sera augmenté de 110.000 dollars US.

