

AGENCE JAPONAISE DE COOPERATION INTERNATIONALE  
MINISTRE DES TRAVAUX PUBLICS  
REPUBLIQUE DE MADAGASCAR

NO. 1

RAPPORT DE  
L'ETUDE DE CONCEPTION DE BASE  
POUR LE PROJET D'AMENAGEMENT  
DES 3 PONTS  
SUR LA ROUTE NATIONALE 2  
EN LA REPUBLIQUE DE MADAGASCAR

Décembre 1994

JICA LIBRARY



J 1129391 (7)

CHODAI CO., LTD.  
CONSTRUCTION PROJECT CONSULTANTS INC.  
TOKYO, JAPON

GRS

94-195

JICA RAPPORT DE L'ETUDE DE CONCEPTION DE BASE  
POUR LE PROJET D'AMENAGEMENT DES 3 PONTS  
SUR LA ROUTE NATIONALE 2 EN LA REPUBLIQUE DE MADAGASCAR

Décembre 1994

100  
S.I.C.  
GRS

100



AGENCE JAPONAISE DE COOPÉRATION INTERNATIONALE  
MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS  
REPUBLIQUE DE MADAGASCAR

RAPPORT DE  
L'ÉTUDE DE CONCEPTION DE BASE  
POUR LE PROJET D'AMÉNAGEMENT  
DES 3 PONTS  
SUR LA ROUTE NATIONALE 2  
EN LA REPUBLIQUE DE MADAGASCAR

Décembre 1994

CHODAI CO., LTD.  
CONSTRUCTION PROJECT CONSULTANTS INC.  
TOKYO, JAPON



1129391 [7]

## AVANT-PROPOS

En réponse à la requête du Gouvernement de la République de Madagascar, le Gouvernement du Japon a décidé d'exécuter par l'entremise de son Agence japonaise de coopération internationale (JICA) une étude du concept de base pour projet d'aménagement des 3 ponts sur la Route Nationale 2.

Du 29 mai au 26 juin 1994, JICA a envoyé au Madagascar une mission dirigée par M. Daini Tsukahara, Directeur Suppléant du Service de l'Aide Titre de Don du Ministère des Affaires Etrangères et composée des membres de Chodai Co., Ltd. et Construction Planning Consultants Inc.

Après un échange de vues avec les autorités concernées du Gouvernement, la mission a effectué des étude sur le site du projet. Au retour de la mission au Japon, l'étude a été approfondie et rapport provisoire a été préparé. Afin de discuter du contenu du rapport provisoire, une autre mission a été envoyée au Madagascar. Par la suite, le rapport ci-joint a été complété.

Je suis heureux de remettre ce rapport et je souhaite qu'il contribue à la promotion du projet et au renforcement des relations amicales entre nos deux pays.

En terminant, je tiens à exprimer mes remerciements sincères aux autorités concernées du Gouvernement du République de Madagascar pour leur coopération avec les membres de la mission.

Décembre 1994



---

Kimio Fujita  
Président  
Agence japonaise de  
coopération  
internationale



Le décembre 1994

M. Kimio Fujita,  
Président,  
Agence japonaise de coopération internationale  
Tokyo, Japon

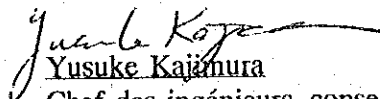
Objet:Lettre de présentation

Nous avons le plaisir de vous soumettre le rapport de l'étude du concept de base pour le projet d'aménagement des 3 ponts sur la Route Nationale 2 en la République de Madagascar.

Cette étude a été réalisée par Chodai Co., Ltd. avec Construction Planning Consultants Inc., du 23 mai 1994 au 26 décembre 1994, sur la base du contrat signé avec votre agence. Lors de cette étude nous avons tenu pleinement compte de la situation actuelle au Madagascar pour étudier la pertinence du projet susmentionné et établir le concept de projet le mieux adapté au cadre de la coopération financière sous forme de don du Japon.

Nous souhaitons exprimer nos remerciements pour la compréhension et l'assistance que nous ont fournis durant cette étude les personnes concernées de la JICA, du Ministère des affaires étrangères, et le Ministère de Construction. Nous aimerions également remercier le Ministère de Travaux Publics et l'Ambassade du Japon au Madagascar pour l'aide précieuse et la collaboration qu'ils nous ont apportées à cette occasion.

En espérant que ce rapport vous sera utile pour promotion de ce projet, je vous prie d'agréer Monsieur le Président, l'expression de mes sentiments respectueux.

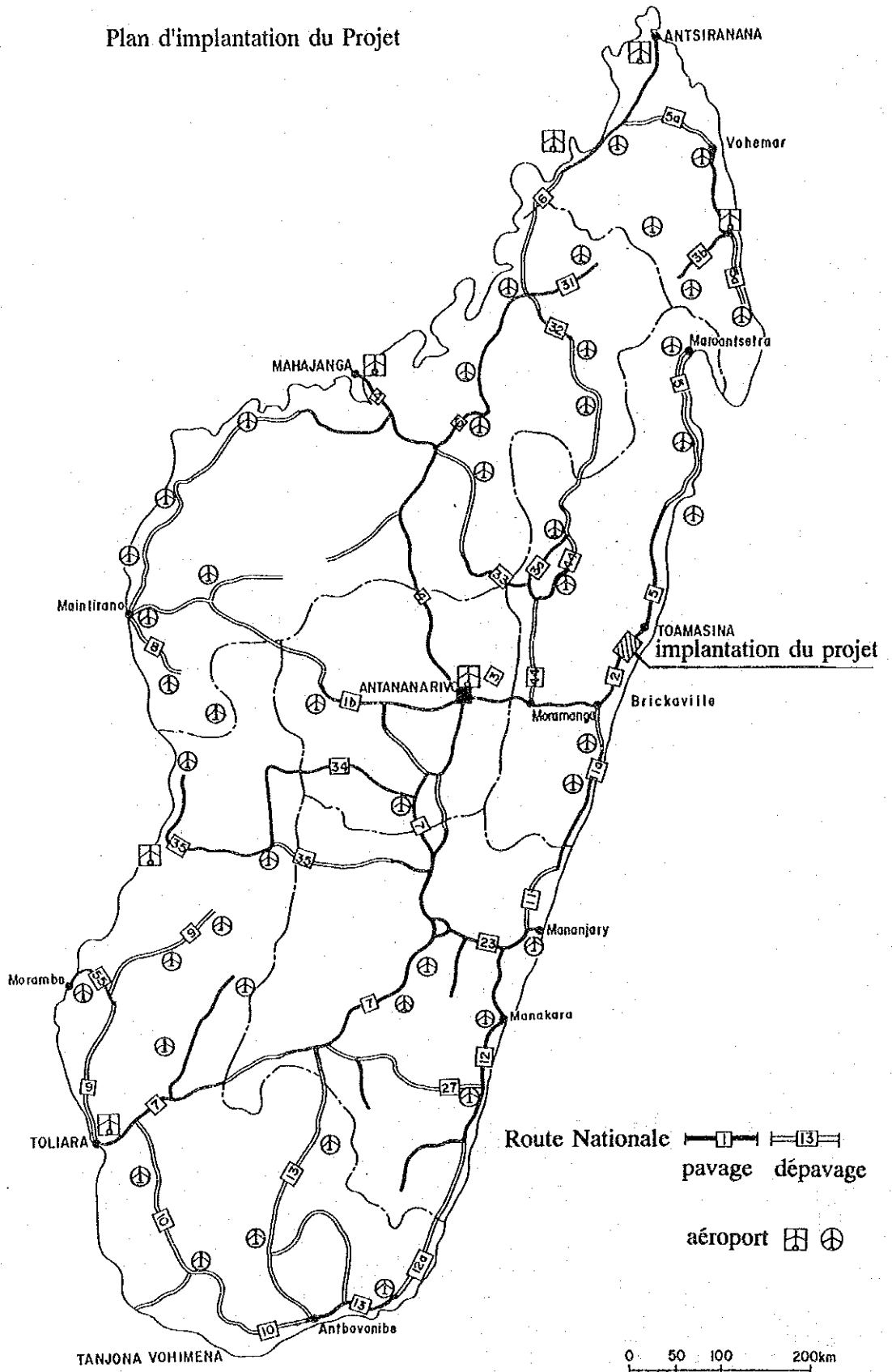


Yusuke Kajimura

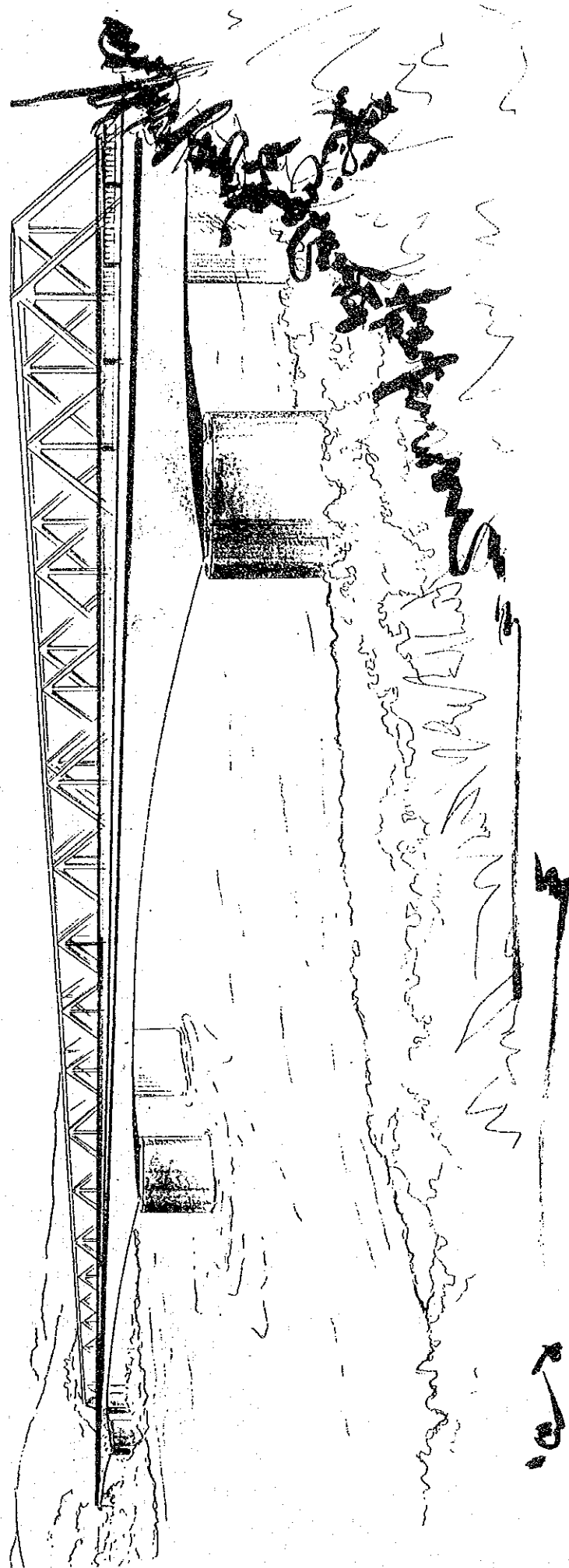
Chef des ingénieurs-conseils,  
Equipe de l'étude du concept de  
base pour le projet d'aménagement  
des 3 ponts sur la Route Nationale 2

Chodai Co., Ltd.  
Construction Planning Consultants Inc.

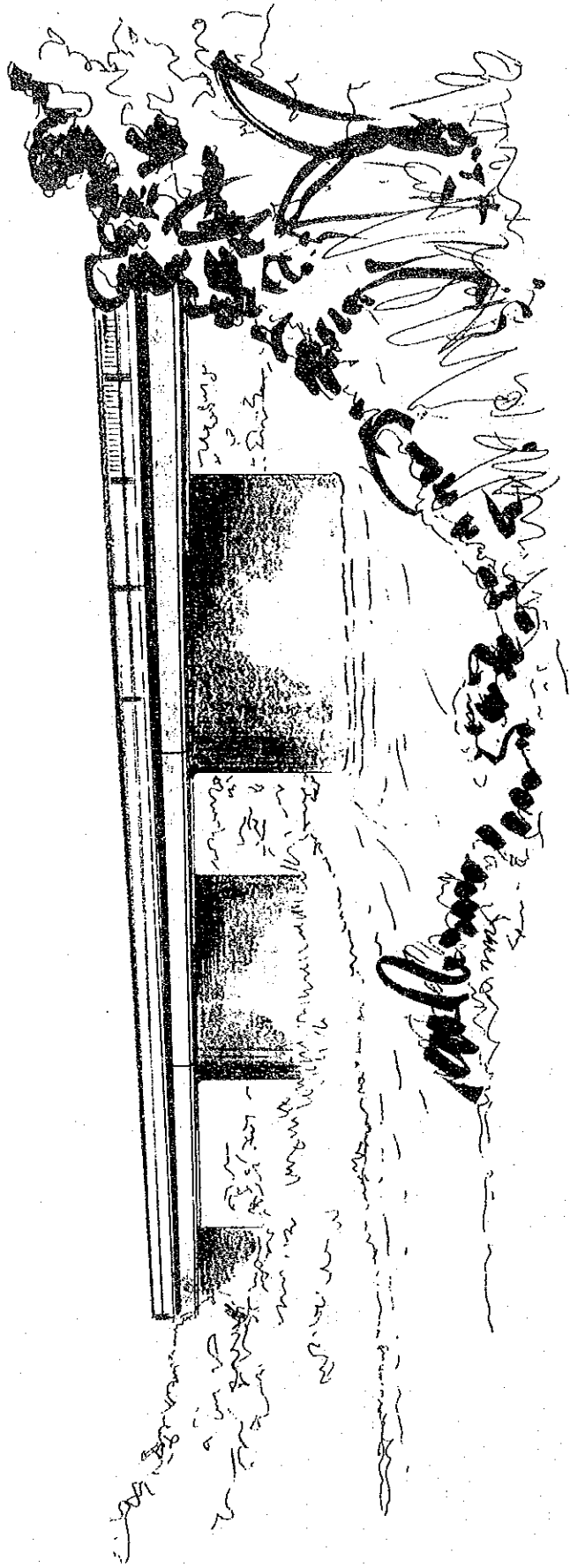
# Plan d'implantation du Projet



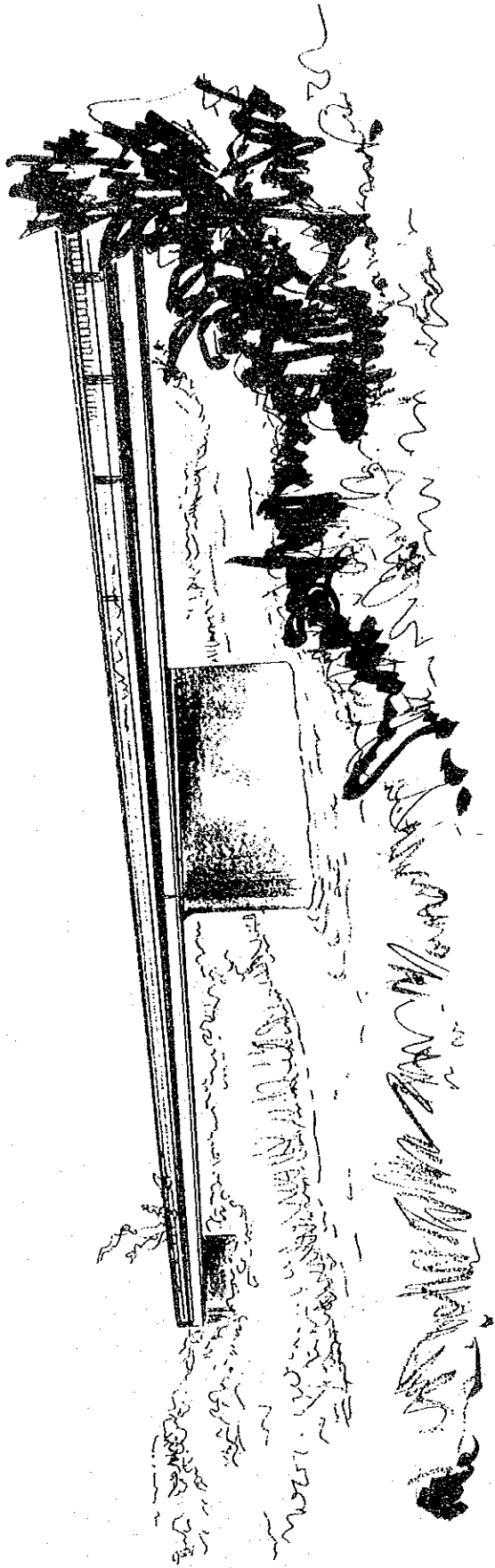




Pont de FANANDRAHANA (PK328)



Port d'ANTANANAMBO (PK335)



Pont d'AMPASIMBOLA (PK340)



## Généralités

Madagascar est un pays insulaire, consistant en une seule grande île-continent, doté d'une vaste superficie de 587 000 kilomètres carrés. Le gouvernement malgache effectue et maintient des projets d'aménagement des réseaux routiers principaux, d'une part pour unifier toute l'étendue de ce vaste territoire par ces réseaux et, d'autre part, afin de soutenir les activités économiques du pays. Dans le 7<sup>e</sup> plan d'aménagement du réseau routier principal entre 1989 et 1993, l'aménagement des routes nationales principales est effectué à l'aide des pays donateurs et des organismes monétaires internationaux. Pourtant, l'état d'aménagement des routes n'est pas encore suffisant.

La Route Nationale 2 est l'artère économique de première importance à Madagascar, reliant la Capitale Antananarivo au port de Toamasina, premier port commercial situé sur la côte est de Madagascar. Du fait que la Capitale Antananarivo fonctionne comme centre des activités économiques et de la distribution matérielle du pays, 90 % des marchandises importées au port de Toamasina sont transportées à la Capitale par la Route Nationale 2 pour qu'elles soient distribuées vers d'autres destinations dans tout le pays.

La Route Nationale 2 a été gravement endommagée par les cyclones survenant entre fin 1993 et début 1994. Comme les installations ferroviaires ont été aussi endommagées par des dégâts cycloniques similaires, le transport des marchandises par train de Toamasina vers la capitale a été interrompue. Cette interruption constitue un grand obstacle pour les activités socio-économiques malgaches. Le gouvernement malgache, en considération de l'importance de la Route Nationale 2, s'est décidé à réparer ces dégâts cycloniques et à réhabiliter les routes de la section restant encore non aménagée à l'aide de la coopération financière fournie par la Banque Mondiale.

Pourtant, dans la section des environs de Toamasina, il reste 3 ponts à une voie, considérablement vétustes, et dont la réparation n'est pas prévue dans les projets de coopération financière de la Banque Mondiale.

Dans de pareilles circonstances, le gouvernement malgache a envisagé de réparer ces trois ponts pour qu'ils soient à deux voies, car ce sont des goulots d'étranglement du trafic normal de la Route Nationale 2, et a soumis au gouvernement japonais une requête de coopération financière non-remboursable.

En réponse à cette requête, le gouvernement japonais a décidé d'effectuer une étude de conception de base du Projet d'amélioration des 3 ponts sur la Route Nationale 2. L'Agence Japonaise de Coopération Internationale a formé et envoyé à Madagascar une mission d'étude de conception de base du 29 mai au 26 juin 1994 et une mission d'explication du projet de rapport du 4 au 16 septembre.

La mission japonaise a effectué une série de discussions avec les responsables du gouvernement malgache au sujet du contenu de la requête, et a recueilli les documents et les informations relatifs pour les analyser. De retour au Japon, la mission a procédé à l'analyse et l'évaluation du contenu du Projet et l'étude des installations à concevoir pour établir finalement un projet de la conception de base portant sur:

La requête porte sur:

- PK 328 km : Construction d'un nouveau pont (de 250 m de longueur environ, à une voie de largeur déterminée, avec la possibilité d'extension) sur une nouvelle route à construire
- PK 335 km : Construction d'un nouveau pont (de 56 m de longueur environ, à deux voies) sur une nouvelle route à construire
- PK 340 km : Construction d'un nouveau pont (de 34 m de longueur environ, à deux voies) sur une nouvelle route à construire.

En conséquence de l'étude sur le lieu et des discussions entre les responsables concernés, la requête a été modifiée comme ci-après dans l'intention d'utiliser les ponts actuels dans la mesure du possible:

- PK 328 km : Construction d'un nouveau pont (de 250 m de longueur environ d'une largeur équivalente à une voie) avec réparation du pont actuel ou réparation seule du pont actuel
- PK 335 km : Construction d'un nouveau pont (de 56 m de longueur environ à deux voies)
- PK 340 km : Construction d'un nouveau pont (de 34 m de longueur environ à deux voies)

Les installations suivantes sont prévues pour chaque site concerné en fonction des conditions économiques, de l'exécution des travaux, des travaux à faire par le pays bénéficiaire, etc.:

- PK 328 (Pont de FANANDRAMANA)

Nouveau pont : Poutres-caissons précontraintes à 4 travées continues à une voie (30,0 + 94,75 + 94,75 + 35,0 m)

Route d'accès au pont : 200 m environ à une voie

Réparation du pont actuel : Nouvelle peinture des poutres d'acier, remplacement du tablier en béton, mesures contre l'eau de pluie

- PK 335 (Pont d'ANTANANAMBO)

Nouveau pont : Poutres précontraintes à 3 travées à deux voies (22,0 + 22,0 + 22,0 m)

Route d'accès au pont : 180 m environ à deux voies

- PK 340 (Pont d'AMPASIMBOLA)

Nouveau pont : Poutres précontraintes à 2 travées à deux voies (22,0 + 22,0 m)

Route d'accès au pont : 190 m environ à deux voies

Pour le présent Projet, il s'effectue une conception détaillée après la signature de l'Echange de Notes entre le Gouvernement du Japon et le Gouvernement de Madagascar. Il faut prévoir 2 ans approximatifs pour exécuter les ponts aux PK335 et 340 et 3 ans pour les ponts au PK

328, soit 5 ans en total selon l'ordre d'exécution suivant.

L'exécution du Projet peut apporter les effets contributifs suivants vis-à-vis des points problématiques relevés sur la Route Nationale 2.

- 1) Les travaux sur la Route Nationale 2 financés par la Banque Mondiale peuvent être mieux complétés et la fonction de l'ensemble de cette route enrichie.
- 2) La capacité de transport entre Toamasina et Antananarivo sera renforcée. Le transport des matériaux indispensables à l'économie malgache tels que le pétrole, les matériaux de construction de base, le matériel industriel, etc. sera plus stable.
- 3) Le trafic ne sera plus limité ou interrompu à cause d'éventuels accidents provoqués par la vétusté considérable des ponts concernés. Des poids lourds à charge des essieux de 10 tonnes peuvent y circuler. Le volume de trafic à deux voies augmente jusqu'à ce que 6 à 10 mille véhicules peuvent y circuler par jour.
- 4) Tout cela contribuera à stabiliser le coût de vie à Antananarivo.

Le présent Projet fait partie du plan d'aménagement des réseaux routiers principaux. Comme l'indique la description précitée, l'ensemble de la population du pays peut être bénéficiaire du développement économique et de la stabilisation des coûts de vie. De plus, comme la Banque Mondiale prévoit que les travaux de la Route Nationale 2 commenceront fin 1994, si les travaux du présent Projet commencent à la même période, l'efficacité de cet investissement sera plus importante.

Les travaux à faire par le gouvernement malgache lors de l'exécution du Projet portent sur l'acquisition des terrains requis et le délogement des logements y compris le déménagement des habitants (2 ménages environ). Cela peut être jugé acceptable par rapport à ses capacités financières. On peut citer aussi que presque aucune dépense ou personnel pour l'entretien ne sont nécessaires après l'achèvement des travaux.

En outre, quant à l'environnement, la plupart des terrains autour des sites prévus sont des terres cultivées. Aucune trace de faune ni de flore spécifique à protéger n'y est observée. Tout cela explique qu'il est convenable de réaliser le présent Projet à l'aide de la coopération financière non-remboursable du Gouvernement du Japon.

Cependant, il appartient au gouvernement malgache de résoudre les problèmes tels que le délogement des logements situés dans l'emplacement de la route prévue au PK 328 y compris le déménagement des habitants et d'emprunter les terrains privés aux PK 335 et 340 pour construire les routes provisoires. Pour mener à bien l'exécution du Projet, le gouvernement malgache est souhaité d'agir promptement sur tout le concernant.





## Table des matières

Avant-propos		
Lettre de présentation		
Plan d'implantation du Projet		
Perspective		
Généralités		
Chapitre 1	Arrière-plan de la requête	
1-1	Historique de la requête	1
1-2	Généralités de la requête et ses composants principaux	2
1-3	Autres projets fournis par d'autres pays donateurs	3
Chapitre 2	Situation du Projet	
2-1	Objectif du Projet	5
2-2	Etude et analyse concernant la requête	5
2-2-1	Trafic sur la Route Nationale 2	5
2-2-2	Structures des ponts actuels	6
2-2-3	Effets sur l'environnement	17
2-2-4	Effets du Projet	17
2-2-5	Evaluation générale	18
2-3	Contenu du Projet	19
2-3-1	Organisme exécutant et personnel	19
2-3-2	Situation des sites du Projet	19
2-3-3	Généralités des ouvrages	22
2-3-4	Plan de gestion et d'entretien	23
Chapitre 3	Conception de base du Projet	
3-1	Orientation de conception	25
3-2	Examens des conditions conceptuelles	26
3-3	Plan de base	29

3-3-1	Acquisition de terrains – dégagement des logements	29
3-3-2	Plan des ouvrages	29
(1)	Plan de ponts	29
(2)	Plan de routes	30
(3)	Plan de réparation des ponts actuels	30
(4)	Plan des installations provisoires	31
3-3-3	Plan de conception de base	31
3-4	Plan d'exécution	31
3-4-1	Conditions d'exécution	31
3-4-2	Méthodes d'exécution	41
3-4-3	Plan de gestion d'exécution	41
3-4-4	Plan d'approvisionnement des matériaux	42
3-4-5	Contenu des travaux d'exécution	42
3-4-6	Période d'exécution	43
Chapitre 4	Evaluation du Projet et conclusion	
4-1	Evaluation	47
4-2	Conclusion	48
(Annexes)		
1.	Composition de la mission d'étude	49
2.	Calendrier de l'étude	51
3.	Personnes rencontrées à Madagascar	56
4.	Procès-verbal	58
5.	Conditions socio-économiques de Madagascar	64
6.	Travaux à faire par Madagascar	69

## Chapitre 1 Arrière-plan de la requête

### 1-1 Historique de la requête

Il y a comme moyens de transport à Madagascar le transport routier, les transports ferroviaires, les transports maritimes et les transports terrestres et fluviaux. Quant au transport terrestre, du fait que le réseau de chemin de fer national n'est pas suffisamment aménagé, l'utilisation des routes est très importante comme moyen de transport des passagers et des marchandises. Dans le 5e plan quinquennal (1986-90), le renforcement du secteur de transport est qualifié comme une des rubriques importantes et le 7e plan d'aménagement du réseau routier principal national (1989-1993) a été mis en oeuvre à l'aide des pays donateurs et des organismes internationaux. L'aménagement des routes nationales principales progresse ainsi assez suffisamment.

La Route Nationale 2 est la route la plus importante du pays reliant la capitale malgache Antananarivo au port de Toamasina, premier port commercial de Madagascar. La capitale Antananarivo fonctionne comme noyau des activités économiques du pays et centre de distribution des biens matériels. De ce fait, 90 % des marchandises importées au port de Toamasina sont transportées à Antananarivo par la Route Nationale 2 pour être distribuées ensuite à chaque destination du pays. Le réseau de routes principales est en cours d'aménagement sous forme divergente à partir d'Antananarivo. Pourtant, cet aménagement n'est encore que dans sa première phase de sorte que la communication entre les villes régionales n'est pas encore mise en oeuvre.

La Route Nationale 2 a été et est en cours d'aménagement pour qu'elle soit à deux voies à l'aide des coopérations financières fournies par la Suisse et la Chine. Cependant, à cause des cyclones qui ont touché Madagascar entre la fin 93 et le début 94, elle est considérablement endommagée par l'effondrement des chaussées et des digues. Du fait que le chemin de fer a subi des dégâts similaires, le transport des biens matériels du port de Toamasina a été interrompu de telle sorte que les activités socio-économiques de Madagascar sont considérablement entravées. La réparation provisoire de la route endommagée par ces cyclones est en cours et une circulation normale reprend.

L'interruption du chemin de fer oblige à utiliser la route aussi pour des biens matériels qui sont normalement transportés par train. Par conséquent, le nombre de poids lourds qui l'empruntent augmente. Malgré cela, la route reste encore non aménagée au niveau de 38 km environ de Toamasina vers la capitale. Aujourd'hui, la circulation intense des poids lourds surcharge les ouvrages routiers et des ponts de la région.

La Banque Mondiale a décidé de fournir le financement et la coopération financière à titre de don en réponse à la requête soumise par le gouvernement malgache en matière de réhabilitation de la Route Nationale 2 endommagée par les récents cyclones. Il est prévu que les travaux seront commencés avant la fin 1994. La réparation de la section précitée de 38 km de Toamasina est aussi comprise dans le financement de la Banque Mondiale.

Excepté les ponts endommagés par les cyclones de la Route Nationale 2, il y a 5 ponts qui ne sont pas encore réparés (ponts à une voie ou ponts provisoires à une voie) dont 3 sont situés dans ladite section de 38 km et les 2 autres sont à double usage, c'est-à-dire route et chemin de fer combinés. Ces 3 ponts ne sont pas compris dans le programme de réhabilitation de la Banque Mondiale.

Par ailleurs, pour la réparation du chemin de fer, le gouvernement malgache effectue des réparations jusqu'à un certain niveau de ce qui existait auparavant à l'aide de la Caisse Française de Développement. Pourtant, sa capacité actuelle ne peut assurer qu'un seul parcours par jour entre Antananarivo et Toamasina. Le gouvernement malgache ne peut pas encore redresser son orientation politique en matière de renforcement du transport ferroviaire.

Dans de pareilles circonstances, on peut supposer que la demande de transport sur la Route Nationale 2 ne cesse d'augmenter à l'avenir et qu'au moment où la réparation des dégâts cycloniques aura été terminée, les ponts non réparés constituent un goulot d'étranglement pour l'augmentation des capacités de transport de la Route Nationale 2.

#### 1-2 Généralités de la requête et ses éléments principaux

La Route Nationale 2 est une route allant d'Antananarivo à Toamasina d'une longueur de 365 km, aménagée à deux voies et constituant une grande artère de la distribution des marchandises dans le pays. Presque toute sa longueur est aménagée sauf la section entre Toamasina et le PK327. Cette section fait l'objet du plan de réparation des dégâts cycloniques dans lequel lesdits 3 ponts à une voie ne sont pas compris, restant sans aménagement.

Ces 3 ponts faisant l'objet de la requête sont assez vétustes et leur résistance à la charge ainsi que leur stabilité ne présentent plus la condition de sécurité requise. Le gouvernement malgache, en considération de l'importance de la Route Nationale 2 pour les activités socio-économiques du pays, a adressé au gouvernement japonais une requête pour l'aménagement de ces 3 ponts restant à aménager.

Les ponts en question et le contenu de l'aménagement sont comme suit:

##### PK340 km (Pont de FANANDRAMANA)

Pont actuel : Longueur ; 34 m, Type ; 1 voie, poutres en béton, 3 travées  
Plan : Longueur ; 34 m, Type ; 2 voies, béton

##### PK335 km (Pont d'ANTANANAMOB)

Pont actuel : Longueur ; 56 m, Type ; 1 voie, 2 travées, treillis en acier à assembler  
Plan : Longueur ; 56 m, Type ; 2 voies, béton

PK328 km (Pont d'AMPASIMBOLA)

Pont actuel : Longueur : 250 m, Type ; 1 voie, 2 travées, treillis en acier et poutres précontraintes à 2 travées

Plan : Réparation du pont actuel et construction d'un nouveau pont (Longueur ; 250 m, Type ; 1 voie en béton ) ou réparation du pont actuel.

1-3 Autres plans fournis par d'autres pays donateurs

Comme l'indique le paragraphe 1-2, il est prévu que la réparation des dégâts cycloniques de la Route Nationale 2 est assurée par les aides fournies par la Suisse et la Banque Mondiale, et dont les travaux seront terminés en 1995. Le gouvernement suisse se charge du financement pour la section du PK64 km jusqu'à Moramanga, et la Banque Mondiale pour la section de Moramanga à Toamasina. Le financement de la Banque Mondiale comprend aussi les sections non aménagées même si elles ne sont pas endommagées par les cyclones. C'est ainsi que toute la longueur de la Route Nationale 2 sera aménagée.



## Chapitre 2 Situation du Projet

### 2-1 Objectif du projet

La Route Nationale 2 est aménagée à l'aide des coopérations financières fournies par les pays étrangers et les organismes monétaires internationaux comme la plus importante route principale de Madagascar. Probablement à cause des difficultés financières du pays, les chaussées et les ponts de certaines sections de la route restent encore à une voie et sans revêtement.

Cependant, à l'aide des coopérations financières de la Banque Mondiale et du gouvernement suisse portant sur les des dégâts cycloniques en 1993/1994, les sections non aménagées de la route peuvent être également bénéficiaires de ce financement. Les problèmes routiers seront ainsi résolus et enlevés.

Pour enlever aussi le goulot d'étranglement de la circulation sur la Route Nationale 2 et afin de maintenir et promouvoir les activités socio-économiques de Madagascar, le gouvernement malgache planifie la modification des 5 ponts sur la Route Nationale 2 restant encore sans réparation. Le présent projet a pour objectif d'aménager d'urgence 3 des 5 ponts pour améliorer la fluidité de la circulation.

### 2-2 Etude et analyse concernant la requête

#### 2-2-1 Trafic sur la Route Nationale 2

On a effectué une étude pour saisir le volume du trafic de la Route Nationale 2 sur la base des résultats du comptage effectué sur la même route par le Ministère des Travaux Publics en 1992-1993 et du comptage effectué par la mission japonaise en juin 1994.

Les tableaux 2-1 et 2-2 montrent les résultats desdits comptages. Une augmentation de volume au trafic a été observée en 1994 dans les environs des sites concernés, et cette augmentation est encore plus importante lorsqu'il s'agit de la circulation des véhicules de transport de marchandises. On peut supposer que cette augmentation est imputable au fait que la route doit remplacer le transport ferroviaire interrompu par les dégâts cycloniques.

Les véhicules de transport de marchandises dépassent 60 % du volume total du trafic observé en 1994. De même, la proportion des poids lourds devient plus importante. L'augmentation en nombre des poids lourds sur la route risquent de réduire la résistance à l'usure de ses ouvrages, et surtout de détruire la structure du tablier des ponts existants.

Tableau 2-1 Résultats du comptage du volume de trafic (MTP 1992/93)

Points d'observation	1992			1993		
	voitures particulières et autres	Camions et autres	Total	voitures particulières et autres	Camions et autres	Total
Pk 6km	1 624	1 094	2 718	2 059	1 079	3 138
Pk343km	222	239	461	241	231	472

Note: Volume de circulation journalière. Celui de 1992 est la moyenne des 3 comptages, celui de 1993 est celle de 2 comptages. Autobus compris dans les voitures particulières.

Le volume de trafic observé sur les sites concernés tel que 580 véhicules par jour n'est pas tellement élevé. Pourtant, on peut estimer que le trafic empruntant les 3 ponts concernés sera de l'ordre de 1000 véhicules par jour dans 10 ans dans l'hypothèse où le taux d'augmentation actuel des véhicules immatriculés (environ 6,7 % en 1990-1993) serait maintenu.

La capacité des routes régionales à deux voies peut admettre de 6 à 10 000 véhicules par jour (convertis en nombre de voitures particulières). Vu que le volume de trafic actuel est de 1140 véhicules par jours (convertis en nombre de voitures particulières), le volume futur (dans 10 ans) sera de l'ordre de 2000 véhicules par jour. La capacité actuelle de la route est assez suffisante par rapport au volume de trafic.

Tableau 2-2 Résultats de comptage du volume de trafic (Mission japonaise en juin 1994)

Points d'observation	Voitures particulières et autres	Poids lourds	Camionnette	Motocyclettes	Total
Pk 10km	1 434	567	333	51	2 385
Pk 341km	217	256	107	0	580

Note: Volume du trafic journalier, moyenne de 2 comptages. Les poids lourds comprennent camions de transport de marchandises. Les autobus sont compris dans les voitures particulières.

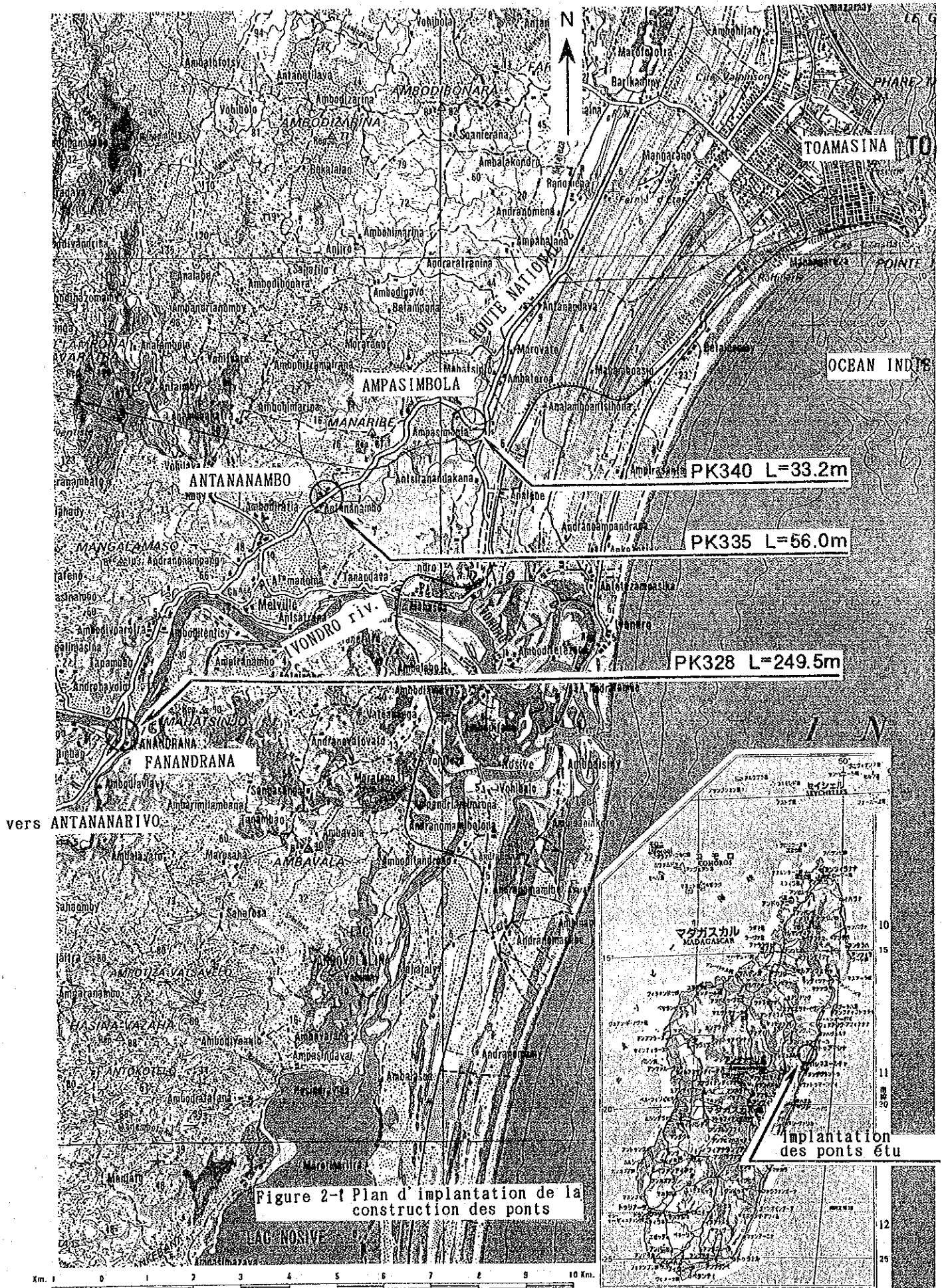
### 2-2-2 Structures des ponts actuels

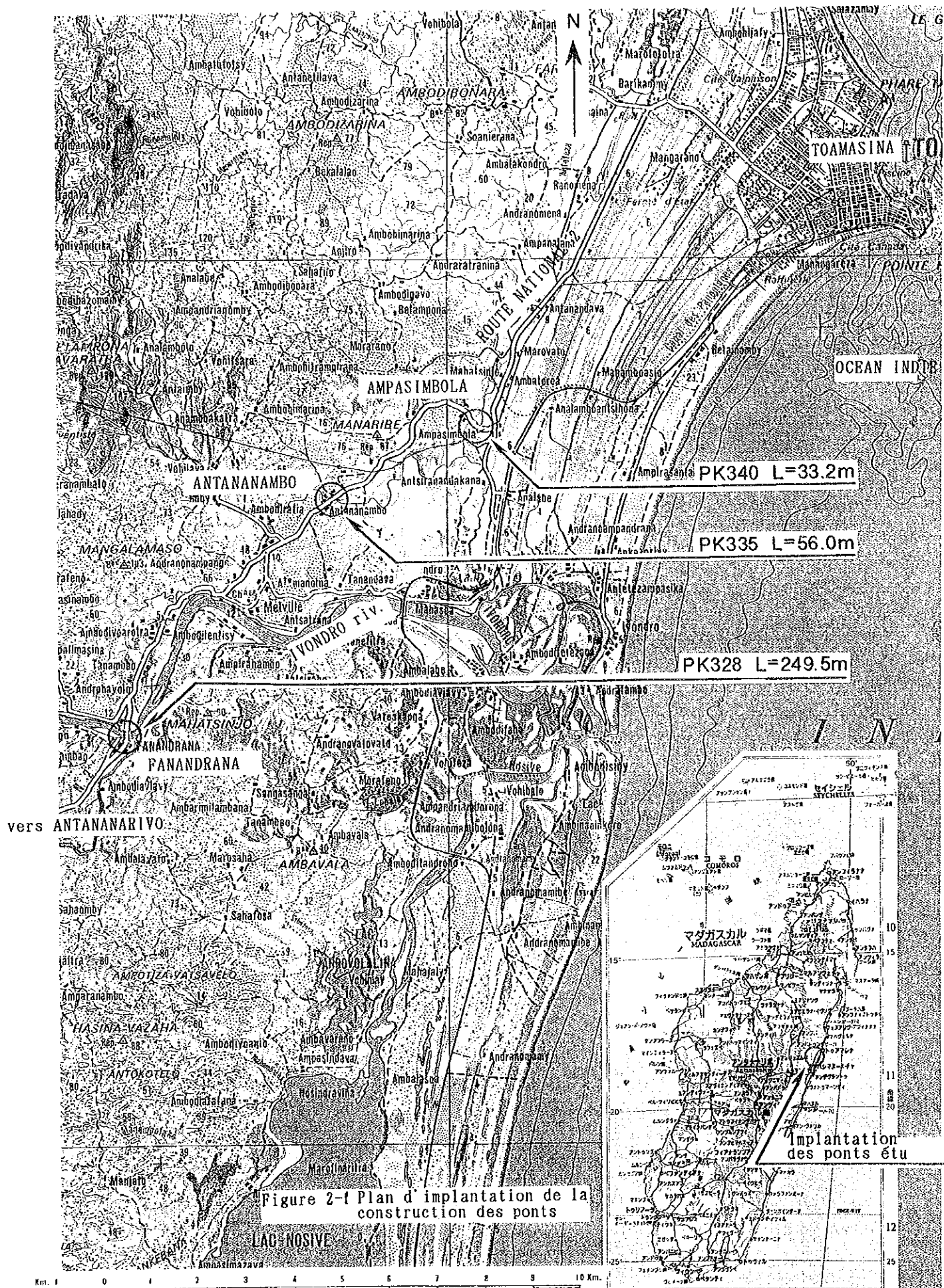
Les structures des ponts actuels sont différentes en fonction du type d'ouvrage et de la vétusté de chaque pont. Les détails de l'étude sont montrés ci-dessous pour décrire les points problématiques structurels et la possibilité d'utilisation des ponts actuels.

#### (1) PK328 (Figure 2-1 et Photo 2-1)

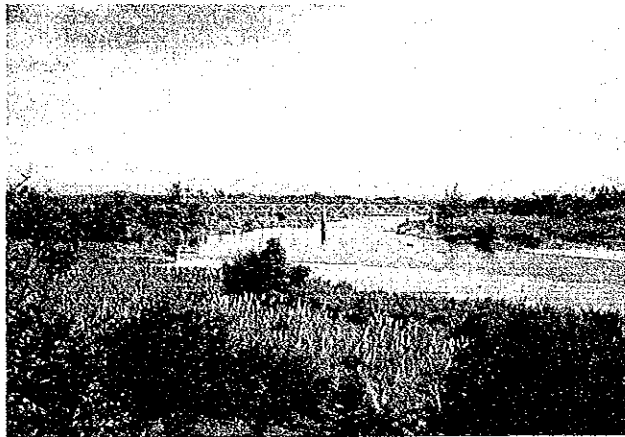
Le pont actuel consiste en deux travées de pont en treillis d'acier ainsi que deux travées de pont précontraint ayant une longueur totale de 256 m. La largeur de la chaussée est de 3,55 m et celle du trottoir est de 0,6 m. La route d'accès au pont est



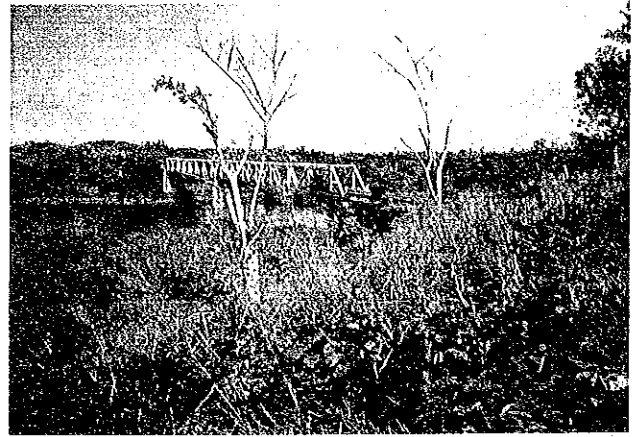








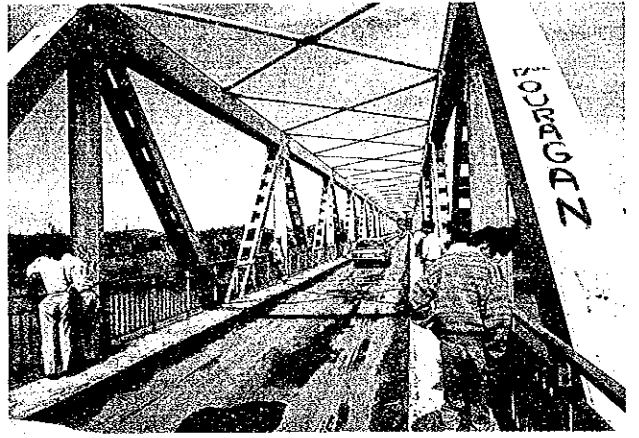
Lointain (Venant de l'aval)



Lointain (Venant de TOAMASINA)



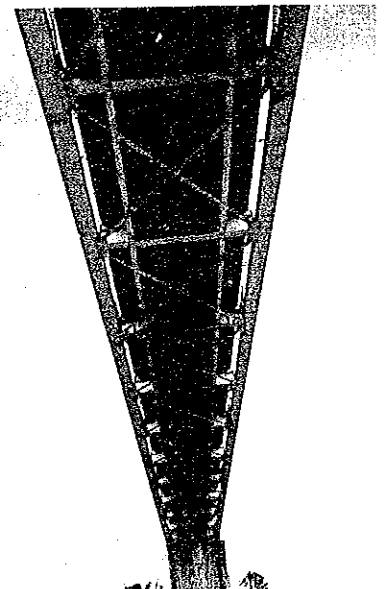
Côté aval



Superstructure du pont



Culée, Pilier (Côté TOAMASINA)



Tablier du pont

Photo 2-1 Situation actuelle du PK328

## CONCLUSION

The authors

are grateful to

the referees for

their valuable

comments and

suggestions.

The work was

supported by

the National

Science

Foundation of

China (Grant

No. 11071200).

Correspondence

should be

addressed to

Prof. J. H. Qiu,

Department of

Mathematics,

Southwest

University of

Science and

Technology,

Chengde, 625010,

Sichuan, P.R.

China. E-mail:

qiu@scut.edu.cn

or qiu@scut.edu.cn

or qiu@scut.edu.cn

or qiu@scut.edu.cn

or qiu@scut.edu.cn

or qiu@scut.edu.cn

or qiu@scut.edu.cn

or qiu@scut.edu.cn

or qiu@scut.edu.cn

or qiu@scut.edu.cn

or qiu@scut.edu.cn

or qiu@scut.edu.cn

à deux voies et revêtue, donc aménagée. Il a été construit en 1970.

Son pavage est manifestement abimé par des sillons d'ornières, des nids-de-poule et des craquelures. Les joints de dilatation entre les piliers sont tombés. Tout cela constitue un gros obstacle à la circulation normale des véhicules. Le tablier est fait en béton, mais son épaisseur n'est pas suffisante (environ 16 cm). La résistance du pont aux charges n'est pas suffisante par rapport à la charge actuelle des poids lourds (La charge des essieux est limitée par la loi jusqu'à 10 tonnes, mais beaucoup de véhicules surchargés roulent en réalité). On observe en réalité qu'une partie du tablier est tombée. La réparation générale du tablier est nécessaire.

La structure principale de l'ouvrage en treillis est dans un état relativement bon. Sauf les membrures inférieures, les matériaux structurels ne sont presque pas déformés ni érodés. Ils sont donc en bon état. Par contre, les membrures inférieures sont érodées assez excessivement à cause de leur forme retenant l'eau de pluie sur leur surface. L'avancement de cette érosion risquerait dans l'avenir d'affecter la stabilité structurelle de l'ensemble du pont. Il faut prendre des mesures pour éviter la stagnation de l'eau de pluie.

Les éléments principaux des poutres précontraintes sont en bon état, sauf les joints de dilatation qui sont tous détruits. Il faut les réparer. L'infrastructure du pont ne montre aucune déformation, ni inclinaison, ni anomalie de béton. Elle est donc en bon état. On observe non plus aucune trace de corrosion au niveau des piliers dans l'eau.

(2) PK 335 (Figure 2-1 et Photo 2-2)

La superstructure du pont actuel est en treillis à assembler. Ce type de pont est à l'origine conçu comme pont provisoire alors qu'il est utilisé comme pont définitif à Madagascar. L'état des éléments principaux de l'ouvrage en treillis est relativement bon sauf les membrure inférieures partiellement érodées au point de provoquer la déformation de son profil. Le tablier est couvert de plaques en acier récemment remplacées. Les poutres transversales inférieures ainsi que les éléments transversaux inférieurs sur lesquels s'appuie le tablier sont excessivement érodés au point que les poutres transversales inférieures sont presque entièrement détruites. De ce fait, quand un véhicule passe dessus, cette partie du tablier se déforme considérablement et les éléments transversaux inférieurs sont maintenus dans un état de flambage (La mission d'étude les a trouvées réparées lors de sa dernière visite en septembre 1994).

Le tablier en acier pour le trottoir est entièrement tombé et le piéton marche sur la chaussée. L'infrastructure du pont ne montre aucune déformation, ni inclinaison, ni anomalie du béton. Elle est donc en bon état.

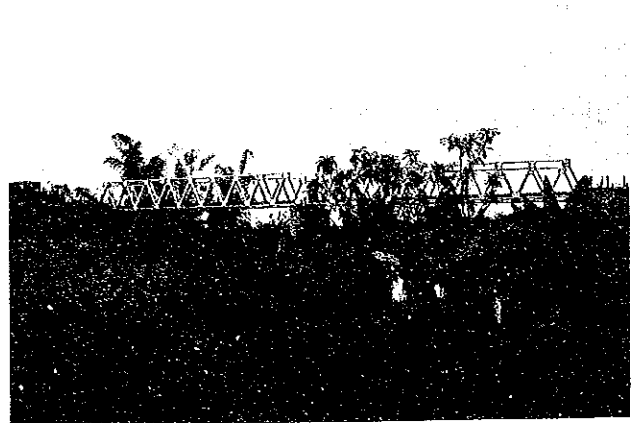
(3) PK 340 (Figure 2-1, Photo 2-3)

La superstructure du pont actuel est composée de poutres en béton. L'ouvrage consiste en deux piliers à trois travées continues avec les appuis articulés tendus vers les culées à partir des points d'appui de ces deux piliers. A cause de l'affaissement et de la déformation des piliers affectant la stabilité de l'ensemble du pont, deux piliers

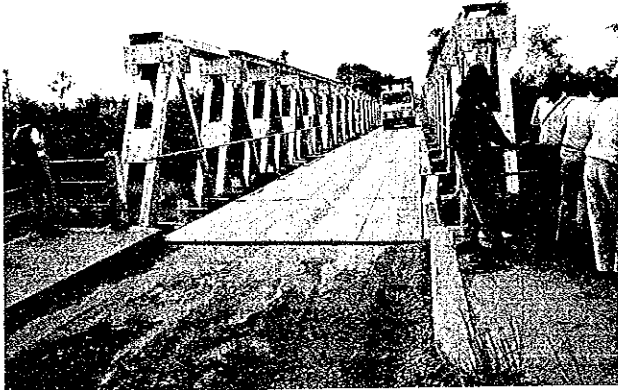




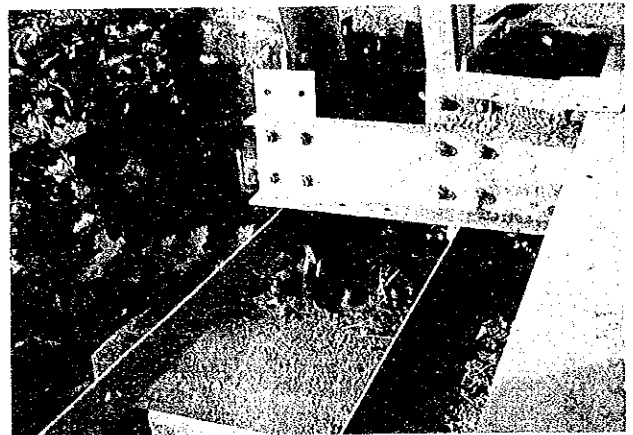
Lointain (Venant de l'amont)



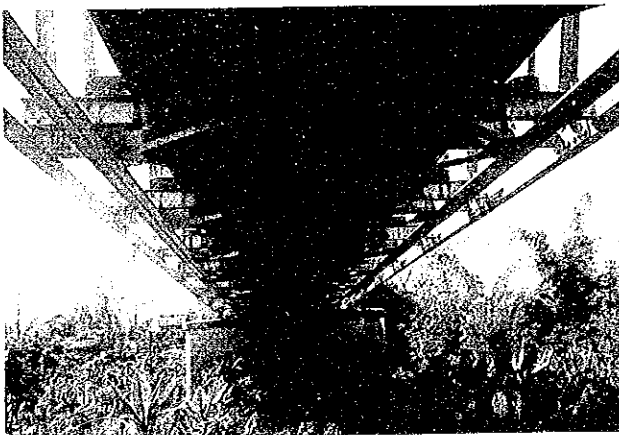
Lointain (Venant de l'amont)



Superstructure du pont



Support



Tablier du pont



Poutre transversal endommagée

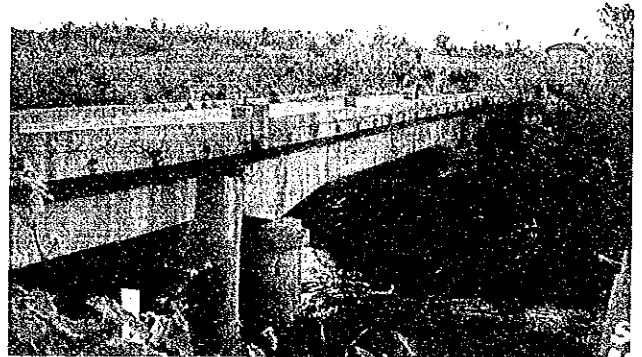
Photo 2-2 Situation actuelle du PK335



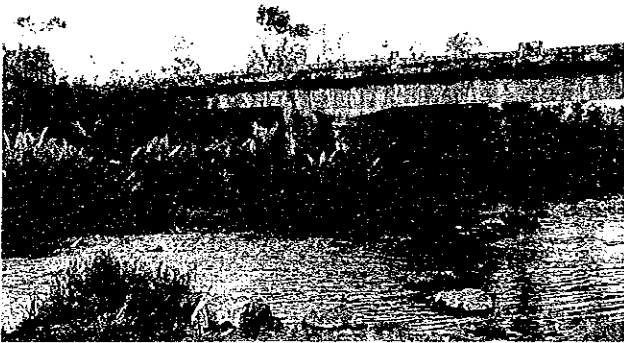




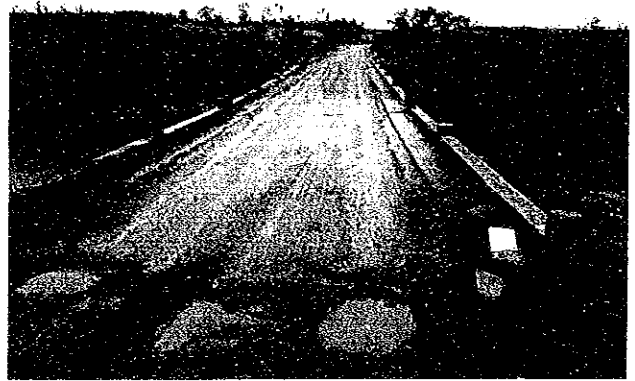
Lointain (Venant de l'aval)



Côté amont



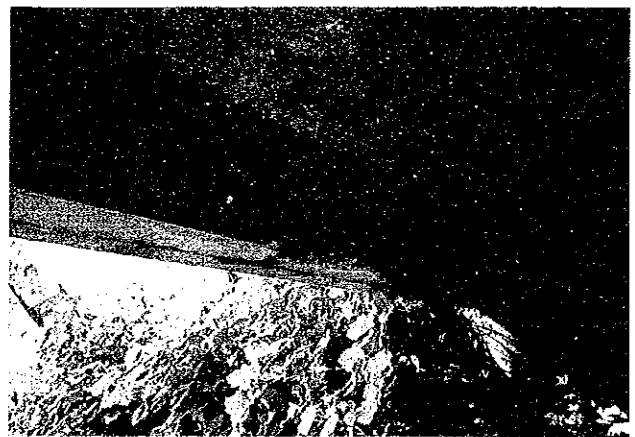
Côté aval



Superstructure du pont



Côté amont



Tablier du pont

Photo 2-3 Situation actuelle du PK340



supplémentaires ont été provisoirement ajoutés au niveau des appuis articulés pour assurer la stabilité. La déformation des piliers a provoqué aussi la torsion de la superstructure. La masse de béton est vétuste au point que sa surface s'écaille partiellement. Le pavage est creusé par des sillons d'ornières. Le pont n'est pas équipé de joints de dilatation et les véhicules roulent très mal dessus. Le garde-corps pour le piéton est entièrement perdu.

Les deux piliers centraux de l'infrastructure s'inclinent et s'affaissent. La cause en est incertaine étant donnée l'absence de plans, mais peut être imputée à la résistance insuffisante de la structure du soubassement, du fait qu'on n'observe aucun affouillement au fond du fleuve aux alentours des piliers. Bien que le pont maintienne son équilibre actuellement, sa stabilité est douteuse. La construction urgente d'un pont de substitution est fort nécessaire.

### 2-2-3 Effets sur l'environnement

L'exécution du Projet rencontre certains problèmes en matière d'environnement tels que l'expropriation de terrains, le dégagement des logements et le déménagement des habitants.

Dans le présent Projet, un plan est retenu pour PK 335 et PK 340 de manière à ce que le pont actuel soit entièrement remplacé par un autre pont construit au même endroit sur la route actuelle. La durée d'occupation provisoire de terrains sera d'environ 18 mois pour chaque pont. Du fait que les agriculteurs renouvellent chaque année leur droit d'emprunt de terrains agricoles, cette durée ne constitue pas un obstacle en matière de formalités au niveau du Service des domaines.

Le dégagement des logements y compris le déménagement des habitants doit être mis en examen parallèlement avec la construction d'un pont au PK 328. Il est nécessaire de faire dégager un logement sur la rive droite et un autre sur la rive gauche lors de la construction des routes d'accès au pont. A cet endroit, il n'y a pas de problèmes liés au droit de propriété de terrains agricoles puisqu'ils appartiennent tous à l'Etat. Il convient toutefois que le gouvernement malgache prenne des mesures nécessaires et appropriées telles que la fourniture de terrains de remplacement, etc. Le délai de construction des culées peut être retardé pour que la gouvernement malgache ait suffisamment de temps pour l'exécution des travaux.

### 2-2-4 Effets du Projet

Le présent Projet apportera les effets suivants:

- 1) Le transport sur la Route Nationale 2 pourra être plus assuré.
- 2) Les marchandises seront distribuées plus facilement vers la capitale et les activités socio-économiques de Madagascar pourront être ainsi plus stables.
- 3) La modification et la réparation des ponts réduiront des dépenses dues à l'entretien des ouvrages.

- 4) La technologie japonaise dans le domaine de construction de ponts contribuera à élever le niveau de la technologie de Madagascar dans le même domaine.
- 5) Le séjour des ingénieurs japonais à Madagascar contribuera à attirer l'attention du peuple malgache sur l'existence du Japon.

Quant à la région des sites concernés, les effets sur les transports restent peu remarquables puisque, pour l'instant, le transport routier est convenablement assuré dans cette région. Pourtant, on peut attendre les effets portant sur:

- 6) l'opportunité de travail augmentée par la demande de main-d'oeuvre du chantier
- 7) l'opportunité de commerce augmentée par la demande de produits de consommation nécessaires à la main-d'oeuvre du chantier
- 8) le développement des industries locales (Fournisseurs des matériaux locaux, pierrailles, par exemple) par la demande de matériaux de construction.

#### 2-2-5 Evaluation générale

On ne peut pas préciser les effets du Projet généralisés dans tout le pays, mais on peut dire que beaucoup de peuple malgache pourra être bénéficiaire de ces effets. On peut dire aussi que l'économie régionale sera mieux soutenue dans les environs des sites concernés grâce à l'opportunité de travail augmentée par les travaux de construction de ponts.

La modification des ponts concernés pour qu'ils soient à deux voies contribue également à compléter les travaux financés par le gouvernement suisse et la Banque Mondiale pour les dégâts cycloniques. Cela apportera en temps opportun de meilleurs résultats de l'investissement.

De même, quant aux problèmes liés à l'occupation temporaire des terrains et au dégagement des logements y compris le déménagement des habitants, qui pourraient éventuellement constituer un obstacle pour l'exécution des travaux de construction, il est possible de prévoir suffisamment de temps pour résoudre ces problèmes en agissant sur le calendrier d'exécution des travaux. Ainsi peut-on juger que le présent Projet est fort réalisable.

En ce qui concerne l'exécution du Projet, il est jugé convenable de l'exécuter dans le cadre de la coopération financière non-remboursable japonaise en raison d'une part, que la description citée dessus constate les effets contribuables et la possibilité de réalisation du Projet ainsi que la compétence du pays bénéficiaire pour le réaliser et, d'autre part, parce que l'efficacité du Projet conforme au principe du système de la coopération financière non-remboursable japonaise. Il convient donc d'établir une conception de base comme suit au travers l'étude de conception de base sur les grandes lignes du présent Projet.

## 2-3 Contenu du Projet

### 2-3-1 Organisme exécutant et personnel

L'organisme chargé de l'exécution du Projet est la Direction Centrale Technique de l'Infrastructure et la Direction Régionale des Travaux Publics de Toamasina du Ministère des Travaux Publics. La Figure 2-2 montre l'organigramme du Ministère des Travaux Publics. La Direction Centrale Technique de l'Infrastructure est composée du personnel suivant:

Direction Centrale Technique de l'Infrastructure: 97 personnes d'administration, 20 ingénieurs

Direction Régionale des Travaux Publics de Toamasina: 310 personnes, 9 ingénieurs

A l'occasion de l'exécution du Projet, la Direction Centrale Tehnique de l'Infrastructure s'occupera de tous les travaux d'administration et le Service des Normes et Techniques ainsi que le Service des Ouvrages d'Art s'engageront sur le plan technique. Après l'achèvement du Projet, la Direction Régionale des Travaux Publics de Toamasina sera chargée de la direction de la gestion et de l'entretien des ouvrages.

### 2-3-2 Situation des sites du Projet

#### (1) Conditions naturelles

##### 1) Conditions climatologiques

Les sites du Projet se situent dans la zone tropicale pluviale. Il y a deux saisons, la saison sèche et la saison des pluies. La saison sèche commence en avril pour se terminer en novembre. Durant cette saison, il y a quand même de nombreux jours où il pleut au point que la hauteur des précipitations de 24 heures dépasse 100 mm, quand un cyclone survient. Le Tableau 2-3 montre les valeurs moyennes de la température, des précipitations et de la vélocité du vent mesurées à l'observatoire de Toamasina entre 1981 et 1990.

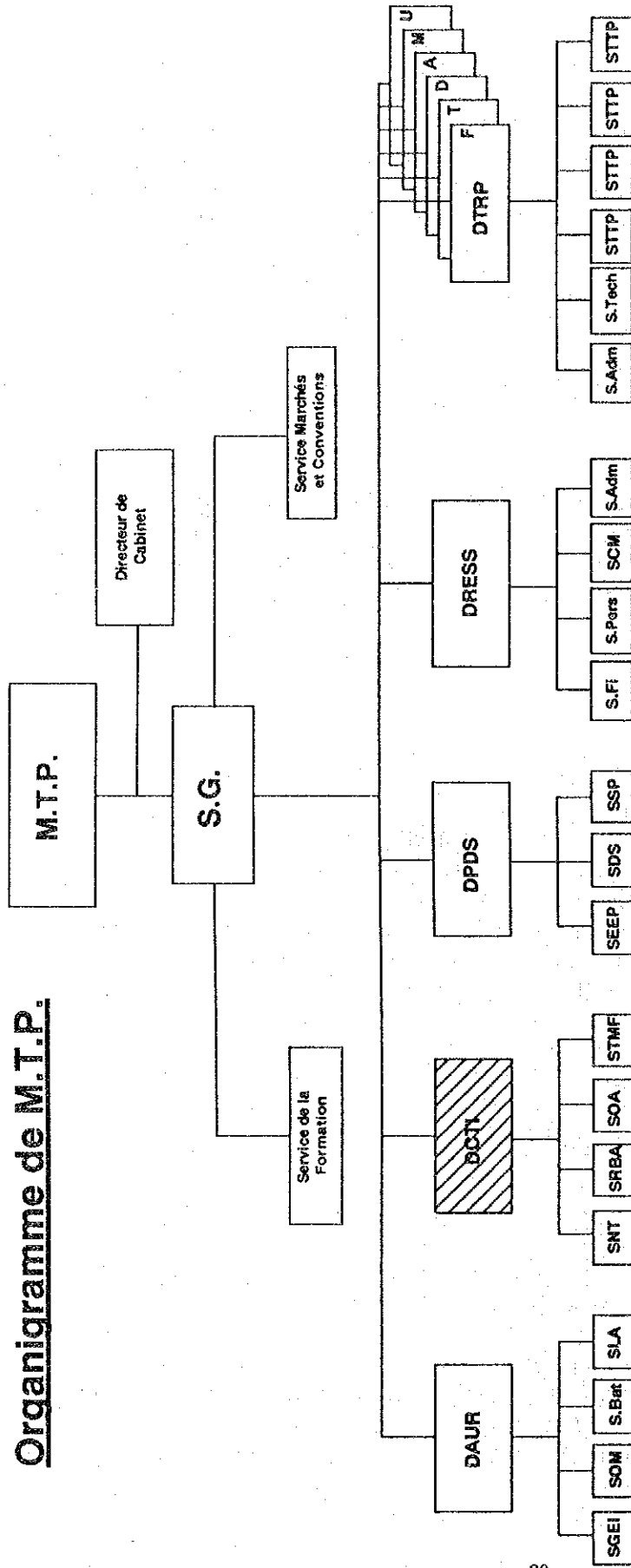
##### 2) Hydrologie et hydraulique

Les conditions fluviales dans les environs des sites prévus sont comme suit:

- PK 328 : Le fleuve IVONDRO est un grand fleuve situé dans la région du site prévu. Les données enregistrées à l'observatoire situé à 10 km en amont du site prévu montre que le débit maximal des précipitations pendant la saison des pluies est de 3 000 m<sup>3</sup>/s et 430 m<sup>3</sup>/s pendant la saison sèche.

- PK 335 : La route est construite sur un remblai posé sur le sol d'une zone qui devient marécageuse pendant la saison des pluies et le site se trouve juste à un endroit formant une sortie du courant d'eau de la zone. Par conséquent, en saison des pluies, même si la hauteur des précipitations s'élève, le fleuve ne devient pas un torrent, mais

# Organigramme de M.T.P.



## LEGENDE

DAUR: Direction de l'Appui aux Unités Régionales

SGEI: Service de Gestion de l'Entretien des Infrastructures  
 SCM: Service d'Organisation et Méthodes  
 S.Bat: Service de Batiments  
 SLA: Service de la Logistique et de L'Approvisionnement

DPDS: Direction de la Programmation et du Développement

SEEP: Service de Etudes Economiques et de la Programmation  
 SDS: Service du Développement Sectoriel  
 SSP: Service de Suivi des Projets

DCCTI: Direction Centrale Technique de l'Infrastructure

S.N.T: Service des Nomes et Techniques  
 S.B.A: Service des Routes et Bases Aériennes  
 S.O.A: Service de Ouvrages d'Art  
 S.I.M.E: Service de Travaux Maritimes et Fluviaux

DRESS: Direction de Ressources

S.Ei: Service Financier  
 S.Plac: Service du Personnel  
 S.C.M: Service de la Comptabilité des Matières  
 S.Adm: Service Administratif

DRTP: Direction Régionale des Travaux Publics

S.Adm: Service Administratif  
 S.Tech: Service Technique  
 S.I.T: Service Territorial des Travaux Publics  
 F: Fianarantsoa : 4 S-STP: Fianarantsoa, Ambositra, Ihosy, Manakara  
 T: Antananarivo : 3 STTP: Antananarivo, Miarinarivo, Antsirabe  
 D: Antsiranana : 3 STTP: Antsiranana, Ambanja, Sambava  
 A: Toamasina : 4 STTP: Toamasina, Moramanga, Ambatonivorazaka, Marparisera  
 M: Mahajanga : 4 STTP: Mahajanga, Antsohy, Mainirano, Maevatanana  
 U: Toliary : 4 STTP: Toliary, Morondava, Tadagnano, Betroka

Figure 2-2 Organisation de M. T. P.

retient l'eau.

- PK 340 : La route est construite sur un remblai posé sur le sol d'une zone qui devient marécageuse pendant la saison des pluies et le site se trouve juste à un endroit formant la sortie du courant d'eau de la zone. Par conséquent, en saison des pluies, même si la hauteur des précipitations s'élève, le fleuve ne devient pas un torrent, mais retient l'eau.

Tableau 2-3 Données climatologiques enregistrées (1981-90)(Unité : km/h ,mm, °C)

Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Vélocité moyenne	7	8	7	9	8	8	8	9	7	7	7	7
Vélocité instantanée	144	83	155	68	58	76	61	65	58	90	58	162
Hauteur mensuelle des précipitations	319	366	525	382	270	257	245	227	133	179	158	383
Jours pluvieux	22	22	25	22	23	21	24	24	18	19	17	21
Hauteur journalière des précipitations	83	76	91	119	57	54	43	40	30	57	60	95
Température mini.	22,1	22,2	22,0	20,9	19,3	16,3	15,9	15,6	16,5	18,2	19,5	21,0
Température maxi.	31,2	31,6	30,8	30,1	28,2	26,8	26,2	26,0	27,1	27,8	29,3	30,9
Température moyenne	26,6	26,8	26,2	25,3	23,6	21,9	21,1	21,2	21,8	23,2	24,4	25,7

### 3) Topographie et géologie

La configuration générale de la région où sont situés les ponts concernés se caractérise par des collines douces d'environ 10 à 100 m d'altitude. La Route Nationale 2 serpente au pied de ces collines. Les ponts situés aux PK 335 et PK 340 se trouvent dans la zone où la route est construite sur un remblai posé sur un sol marécageux et le pont du PK 328 est construit dans une vallée formée par le fleuve qui érode le plateau.

Aux PK 335 et PK 340, on peut observer une distribution de la couche superficielle de sol sableux ou de sédiment argileux fluvial d'une profondeur de 5 à 6 m environ, excepté la partie de remblai. Au-dessous de cette couche, on peut observer aussi une autre distribution de grès désagrégé et de gneiss. Au PK 328, on observe une distribution de sédiment sableux fluvial au-dessus d'une roche en place composée d'amphibolite. La profondeur du fond du fleuve jusqu'au sol de base d'appui est d'environ 10 m.

### (2) Environnement

#### 1) Environnement naturel

La plupart des terrains de la région concernée sont parfois utilisés pour l'agriculture. Même les terrains qui deviennent marécageux pendant la saison des pluies ou les lits de crue sont utilisés comme rizière ou champ de culture quand l'eau se retire en saison sèche. Par conséquent, les forêts qu'on y trouve ne sont pas sauvages ni primaires. Les terrains qui ne sont pas utilisés sont couverts d'arbustes, de cocotiers ou d'herbes.



Il n'existe aucun animal ni plante protégés.

## 2) Environnement social

Vu qu'il y a des agglomérations éparpillées le long de la Route Nationale 2, l'exécution du Projet obligerait les habitants à déménager. Dans le cadre du présent Projet, ce déménagement concerne seulement les terrains situés dans l'emplacement de la route dont le droit de propriété appartient à l'Etat. Le nombre de logements faisant l'objet de dégagement est comme suit:

- PK 328 : 2 logements
- PK 335 : néant
- PK 340 : néant

L'exécution du Projet, y compris les routes d'accès aux ponts, nécessite l'expropriation des terrains. Le présent Projet nécessite les terrains situés dans l'emplacement de la route sur une largeur de 15 m de chaque côté à partir de l'axe de la route. La situation des droits de propriété de ces terrains est décrite ci-dessous. L'expropriation de terrains s'impose aux PK 335 et PK 340 sauf si on construit un pont sur la route existante.

- PK 328 : les terrains le long de la route actuelle appartiennent à l'Etat
- PK 335 : les terrains situés en amont du fleuve appartiennent à l'Etat, mais les terrains en aval sont privés.
- PK 340 : les terrains en amont et en aval appartiennent à l'Etat.

La procédure du déménagement des habitants et de l'expropriation des terrains est décrite au Chapitre 3, paragraphe 3-3, Conception de base du Projet.

### 2-3-3 Généralités des ouvrages

Sur la base de la situation actuelle décrite au paragraphe 2-2-2 a été établi un plan de réparation des ponts suivant:

#### (1) PK 328

Comme la structure du pont est suffisamment utilisable, le pont sera réparé en restant à une voie, alors qu'un autre pont à une voie sera construit en aval du pont existant. Ces deux ponts formeront un pont à deux voies.

- Nouveau pont : 1 voie, poutre-caisson continue précontrainte à 4 travées, 255 m de longueur, largeur de chaussée 4 m, largeur de trottoir 1 m

- Pont réparé : Tablier remplacé, membrures inférieures réparées, poutre en acier repeinte

- Route d'accès au pont : Une voie

(2) PK 335

Comme la poutre principale actuelle consiste en une simple structure à assembler dont l'entretien sera coûteux après la réparation, il convient de la remplacer complètement. Après avoir comparé les deux itinéraires, soit sur la route actuelle, soit sur une autre route à concevoir nouvellement, il a été jugé convenable de construire un nouveau pont sur la route existante.

- Nouveau pont : 2 voies, simple poutre préfabriquée et précontrainte à 3 travées, 66 m de longueur, largeur de chaussée 7m, largeur de trottoir 2 x 1 m

- Route d'accès au pont : 2 voies, la route actuelle à réparer

- Itinéraire : Sur la route existante avec le pont actuel

(3) PK 340

Comme la poutre principale actuelle n'a pas une résistance structurelle normale, il convient de la remplacer complètement. En comparant les deux itinéraires, soit sur la route actuelle soit sur une autre route à concevoir, il a été jugé convenable de construire un nouveau pont sur la route existante.

- Nouveau pont : 2 voies, simple poutre préfabriquée et précontrainte à 2 travées, 44 m de longueur, largeur de chaussée 7 m, largeur de trottoir 2 x 1 m

- Itinéraire : Sur la route existante avec le pont actuel

(4) Ordre de priorité

Pour la modification des 3 ponts inclus dans le présent Projet, un ordre de priorité peut être envisagé comme suit en tenant compte de la sécurité et de l'importance des ouvrages existants:

1 : PK 340

2 : PK 328

3 : PK 335

2-3-4 Plan de gestion et d'entretien

L'élément principal des nouveaux ponts à construire dans le cadre du Projet porte sur une structure en béton qui sera entretenue principalement par des inspections périodiques. Cependant, comme les éléments tels que le pavage de la chaussée, les joints de dilatation, le garde-corps, l'installation de drainage, etc. sont susceptibles d'être endommagés facilement, le gouvernement malgache est souhaité d'agir promptement sur tout concernant la gestion et l'entretien périodique de ceux-ci.



## Chapitre 3 Conception de base du Projet

### 3-1 Orientation de conception

Compte tenu des différentes conditions des sites, l'orientation de conception porte sur les éléments suivants.

#### (1) Conditions naturelles

Quand on envisage de construire un pont à Madagascar, il faut tenir compte comme au Japon des effets cycloniques et sismiques au moment de la conception. Pour les effets cycloniques, une des données acquises montre que la vitesse maximale du vent atteint 45 m/s. Il convient donc de concevoir l'effet du vent à partir des données japonaises considérées à titre indicatif. Quant à l'effet sismique, du fait que les données sismiques enregistrées à Madagascar ne concernent que ces 15 dernières années environ, la résistance anti-sismique semble extrêmement difficile à concevoir. Il est donc convenable de concevoir la résistance en tenant compte des effets envisageables dans l'hypothèse où il se produit un tremblement de terre d'une importance de M6 dans les environs de 500 à 600 km de Toamasina d'ici 100 ans environ.

Quant aux précipitations, il y a la saison des pluies et la saison sèche avec un nombre de jours où il pleut. L'expérience indique que l'exécution des fondations en béton n'est possible que pendant la saison sèche, soit d'avril en novembre. Il est toutefois nécessaire de prévoir des mesures spécifiques pour éviter toute pénétration de l'eau de pluie dans le béton non durci lorsqu'il s'agit d'un ouvrage avec des poutres exigeant une résistance importante.

#### (2) Mise en valeur des constructeurs, matériaux et matériels locaux

Les constructeurs locaux ont acquis de l'expérience dans le domaine des travaux routiers au travers des projets qu'ils ont réalisés à l'aide des financements fournis par des pays étrangers et des organismes internationaux. Pourtant, leurs expériences ainsi accumulées ne sont pas tellement exploitées quand il s'agit d'un grand pont. Dans ce cas, ils ont recours à leur siège social ou à leurs sous-traitants pour se pourvoir en personnel d'exécution nécessaire. Par conséquent, il convient d'utiliser positivement les constructeurs locaux et de leur confier l'exécution des travaux notamment quand il s'agit des travaux de construction routière. Quant à la construction d'un pont, la supervision technique appartient au côté japonais. Dans ce cas, la main-d'œuvre locale sera procurée soit directement soit par l'intermédiaire d'un constructeur sous-traitant.

L'utilisation des matériaux et matériels locaux sera limitée à cause de leur qualité et leur disponibilité. Ceux qui seront approvisionnés sur le lieu sont:

- Bois équarris, troncs
- Agrégats (pierrailles, sable)

(3) Gestion et entretien des ouvrages concernés

Le budget du Ministère des Travaux Publics n'est pas tellement important. Par conséquent, les dépenses pour la gestion et l'entretien des routes et des ouvrages de pont sont assez limitées. Les ouvrages du Projet sont en béton et ne nécessitent donc pas tellement de dépenses pour l'entretien. Il y a quand-même un nombre d'éléments tels que les garde-corps, les joints de dilatation, l'appui, le drainage, etc. qui sont susceptibles d'être corrodés ou endommagés facilement. Il convient donc de concevoir ces éléments pour qu'ils soient résistants contre la corrosion ou à la destruction.

(4) Etendue des ouvrages concernés et autres

Sont inclus dans les ouvrages concernés l'ensemble des éléments principaux de chaque pont, les routes d'accès aux ponts ainsi que des routes provisoires nécessaires pour dégager les ponts existants s'il y a lieu. Quant au PK 328, les ouvrages doivent tenir compte aussi des détails pour la réparation du pont actuel.

(5) Durée d'exécution

La saison des pluies accompagnée de cyclones tropicaux commence généralement en janvier pour se terminer en mars dans les environs des sites concernés. Par conséquent, la période d'exécution des travaux est limitée entre avril et décembre, soit 9 mois. Comme tous les ouvrages ne peuvent pas être achevés pendant cette période, l'exécution du Projet sera différée sur deux ou trois années.

Par ailleurs, du fait que les sites concernés se trouvent près l'un de l'autre, il est avantageux d'exécuter 3 ponts en même temps afin d'utiliser efficacement des matériaux et matériels de construction.

Pourtant, quant au pont du PK 328, comme l'acquisition des terrains y compris le dégagement des logements est nécessaire, on ne peut pas prévoir précisément le temps nécessaire pour la formalité d'acquisition, il convient de l'exécuter dans la 3<sup>e</sup> phase d'exécution indépendamment des 2 autres ponts dont l'exécution pourrait être éventuellement entravée à cause de cette formalité. De même, la réparation du pont actuel au PK 328 après l'achèvement du nouveau pont sera effectuée dans la 3<sup>e</sup> phase d'exécution selon l'objectif d'augmenter le volume de l'ensemble du pont au PK 328.

3-2 Examen des conditions conceptuelles

(1) Vitesse de calcul

La vitesse conceptuelle d'un véhicule est fixée à 60 km/h compte tenu de la valeur pratiquée sur les routes principales à Madagascar.

(2) Charges

Les charges de calcul sur les ouvrages sont:

1) Charge de véhicule

La charge conceptuelle d'un véhicule est fixé à 25 tonnes (sur 3 essieux) à Madagascar. Cette valeur correspondant à 10 tonnes par essieu ne paraît pas réaliste par rapport au tonnage actuel pratiqué par les poids lourds sur la Route Nationale 2. Il convient donc d'être basé sur 25 tonnes, valeur de calcul pratiquée au Japon.

2) Variation de température

Les ponts concernés sont faits en béton. La température de calcul est fixée à 20 °C compte tenu de la différence entre la valeur maxi. (31,6°C) et la valeur mini. (15,6°C) enregistrées dans les données météorologiques (Tableau 2-3).

3) Effort du vent

Il n'y a pas de normes à Madagascar qui détermine la valeur de calcul de base précise liée à l'effort du vent. Les normes japonaises concernant la construction routière fixe l'effort de calcul de base du vent (la vitesse moyenne de 10 minutes mesurée à une hauteur de 10 m) à 40 m/s. Les données cycloniques à Madagascar montrent que la vitesse maximale du vent est de 45 m/s. (une moyenne de 2 minutes, Tableau 2-4). Cette valeur peut correspondre à la vitesse prévue par les normes japonaises ayant trait à la construction routière. Il convient donc de se baser sur l'effort du vent conceptuel déterminé par les normes malgaches pour la présente conception de base également.

4) Effort sismique

L'observation sismique à Madagascar est récente. En général, on n'exerce presque aucun calcul d'un ouvrage d'art tenant compte des efforts sismiques, alors que, dans les environs des sites concernés, certains tremblements de terre pas trop importants ont été observés réellement. La considération suffisante anti-sismique est nécessaire. Le manque de données sismiques enregistrées depuis longtemps ne permet pas de prévoir une base précise de calcul, mais on peut fixer quand-même une valeur d'accélération horizontale à 0,15 comme base de calcul  $g$  au niveau du sol de fondation dans l'hypothèse où il se produirait un tremblement de terre d'une importance de M6 dans une étendue de 500 à 600 km à partir des sites concernés.

(3) Calcul de largeurs

1) Section de route

Les largeurs des routes conçues pour les routes à une voie et à deux voies de la section de route sont indiquées à la Figure 3-1.

2) Section de pont

Le calcul de largeurs de la section de pont est indiquée à la Figure 3-2.

3) Routes provisoires

Elles sont à une voie et indiquées à la Figure 3-3.



### 3-3 Plan de base

#### 3-3-1 Acquisition de terrains - dégagement des logements

Le plan d'acquisition des terrains et de dégagement des logements nécessaires pour le Projet est comme suit:

##### - Terrains de bureau de sites

Un terrain pour chaque site près du pont concerné utilisé pour le bureau, l'hébergement, le stockage des matériaux, matériels, centrales à béton, etc.

##### - Terrains de routes provisoires

Les ponts actuels aux PK 335 et 340 sont à dégager. Il est nécessaire de prévoir une route provisoire utilisée pendant 16 ou 10 mois environ à la place de la route actuelle. Ces terrains seront acquis par une formule d'emprunt (Voir les Figures 3-5 et 3-6).

##### - Terrain de nouveau pont

Un nouveau pont sera construit au PK 328 à côté du pont existant. Il est donc nécessaire de désigner un nouveau terrain de route. Du fait que les terrains de cet endroit appartiennent à l'Etat, la formule d'expropriation de terrains n'est pas nécessaire. Pourtant, il faut faire dégager les logements situés sur la route d'accès prévue au pont (Voir la Figure 3-4).

#### 3-3-2 Plan des ouvrages

##### (1) Plan de ponts

La conception du plan de chaque pont est décrite ci-dessous:

##### - PK 328

Pour éviter d'entraver l'écoulement de l'eau du fleuve, la position des piliers du nouveau pont est celle du pont actuel. Pour des raisons d'entretien, aucun joint de dilatation n'est prévu. De même, pour des raisons structurelles, un pont à poutres-caissons précontraintes à quatre travées continues est choisi. Vu que la différence entre le fond du fleuve et la hauteur du pont conçu est importante, un procédé de lancement latéral de chaque pilier sera envisagée pour la construction de poutres principales.

##### - PK 335

Le pont actuel sera dégagé. Comme son soubassement est difficile à enlever, le nouveau pont est conçu pour qu'il ne soit pas monté sur ce soubassement. La poutre est du type préfabriqué et précontraint à traction ultérieure, conception normalisée au Ministère de la Construction. Les poutres sont confectionnées sur les routes d'accès aux ponts et montées par l'extension du boisage supérieur puisque la différence entre



le fond de la rivière et la hauteur conçue n'est pas suffisamment importante.

- PK 340

Le pont actuel sera dégagé. Comme son soubassement est difficile à enlever, le nouveau pont est conçu pour qu'il ne soit pas monté sur ce soubassement. La poutre est du type préfabriqué et précontraint à traction ultérieure, conception normalisée au Ministère de la Construction. Les poutres sont confectionnées sur les routes d'accès aux ponts et montées par l'extension du boisage supérieur puisque la différence entre le fond de la rivière et la hauteur conçue n'est pas suffisamment importante.

(2) Plan de routes

Quant aux routes d'accès aux ponts, excepté le PK 328, aucune modification n'est prévue puisque les routes actuelles sont utilisées. La configuration de la route d'accès au PK 328 est conçue pour qu'elle soit posée à 15 m en aval parallèlement avec le pont actuel. Cette route d'accès doit rejoindre la route actuelle sur la rive droite par une ligne courbe d'un rayon de 150 m (La vitesse de calcul est de 50 km/h. à cause des habitants), et doit être droite sur la rive gauche jusqu'à ce qu'elle rejoigne la route actuelle à la section courbe (Voir la Figure 3-4).

(3) Plan de réparation des ponts actuels

Le contenu de la réparation conçue pour les poutres en treillis principales, les tabliers et les membrures inférieures des ponts actuels est comme suit:

- Poutres principales

La peinture est effectuée sur les éléments en acier. Une simple inspection visuelle montre que 10 à 15 % des parties d'acier sont à repeindre. Tous les défauts de peinture sont enlevés pour repeindre.

- Membrures inférieures

Pour résoudre le problème de stagnation de l'eau de pluie, la surface est nettoyée et des tôles d'acier sont soudées. La partie soudée est imperméabilisée avant d'être revêtue de peinture.

- Tabliers

Les tabliers en béton des ponts actuels ont une épaisseur de 16 cm qui n'assure pas aux ponts une résistance suffisante surtout pour supporter des charges de poids lourds. Quand un tablier en béton est utilisé pour un pont, il doit avoir une épaisseur minimale de 23 cm. Si cette épaisseur est augmentée de 7 cm, la contrainte sur les membrures en treillis principales dépassent la limite admissible. Il convient donc d'adopter un tablier du type précontraint qui permet de réduire au maximum son épaisseur.