

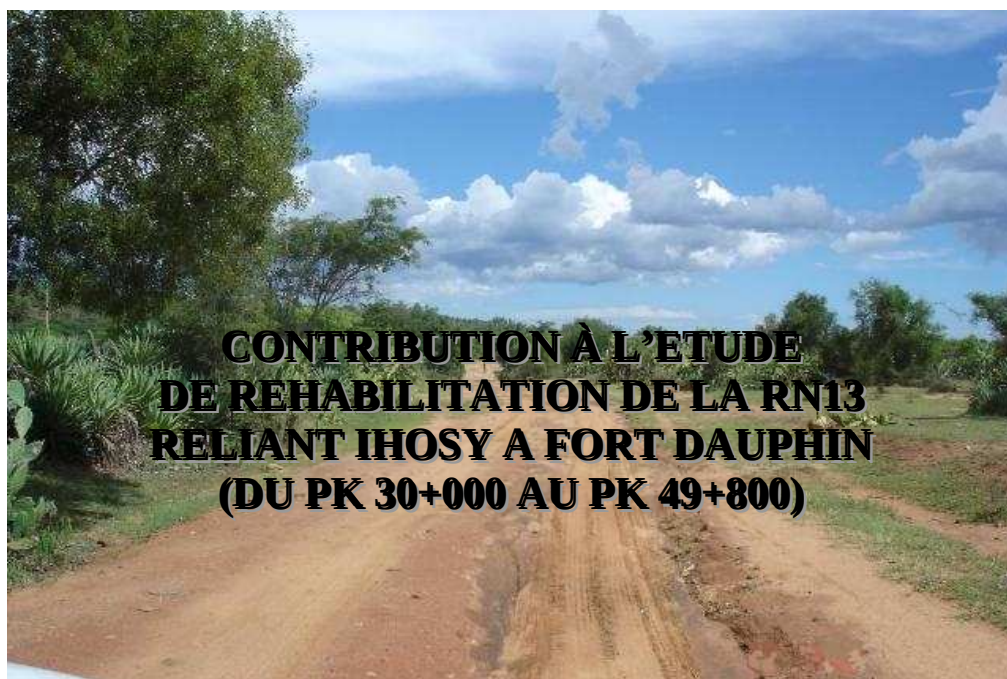
REPOBLIKAN'I MADAGASIKARA
Tanindrazana – Fahafahana – Fandrosoana

UNIVERSITE D'ANTANANARIVO
ECOLE SUPERIEURE POLYTECHNIQUE



DEPARTEMENT : BATIMENTS ET TRAVAUX PUBLICS

**Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention
du diplôme de Licence ès Sciences techniques
filière Bâtiments et Travaux Publics**



**CONTRIBUTION À L'ETUDE
DE REHABILITATION DE LA RN13
RELIANT IHOSY A FORT DAUPHIN
(DU PK 30+000 AU PK 49+800)**

Présenté par : Monsieur ANDRIATEFINIAINA Jean Patrick

Encadreur : Monsieur RANDRIANTSIMBAZAFY Andrianirina

Date de Soutenance : 22 Décembre 2006

Année Universitaire 2005-2006

REPOBLIKAN'I MADAGASIKARA
Tanindrazana – Fahafahana – Fandrosoana

UNIVERSITE D'ANTANANARIVO
ECOLE SUPERIEURE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT : BATIMENTS ET TRAVAUX PUBLICS

**Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention
du diplôme de Licences ès Sciences Techniques
filière Bâtiments et Travaux Publics**



**CONTRIBUTION À L'ETUDE
DE REHABILITATION DE LA RN13
RELIANT IHOSY A FORT DAUPHIN
(DU PK 30+000 AU PK 49+800)**

Président : Monsieur RABENATOANDRO Martin

Rapporteur : Monsieur RANDRIANTSIMBAZAFY Andrianirina

Examineurs : Monsieur RAKOTOMALALA Jean Lalaina
Monsieur RAJEMIALISOA Jean Jocelyn

SOMMAIRE

Liste des tableaux	iv
Liste des Photos	vi
Liste des figures.....	vi
Liste des abréviations	vii
REMERCIEMENTS	viii
AVANT PROPOS	ix
INTRODUCTION	- 1 -
Chapitre I. – GENERALITES DU PROJET	- 2 -
I.1. LOCALISATION DU PROJET	- 2 -
I.2. HISTORIQUE DU PROJET	- 2 -
I.3. BUT DU PROJET	- 2 -
I.4. DUREE DE VIE DU PROJET ET PERIODE D’EVALUATION	- 2 -
I.5. CARACTERISTIQUES DU SECTEUR DES TRANSPORTS.....	- 3 -
I.6. PROGRAMME NATIONAL D’ENTRETIEN ET D’INVESTISSEMENTS ROUTIERS.....	- 3 -
I.7. PLAN DE SITUATION	- 4 -
Chapitre II. - MONOGRAPHIE DE LA ZONE D’INFLUENCE.	- 6 -
II.1. GENERALITES.....	- 6 -
II.2. PRESENTATON DE LA ZONE D’ETUDE	- 6 -
II.2.1. LA TYPOLOGIE SOUS-REGIONALE	- 7 -
II.2.2. RELIEF ET PAYSAGES	- 8 -
II.2.3. GEOLOGIE	- 8 -
II.2.4. CLIMAT	- 8 -
II.2.5. HYDROLOGIE	- 10 -
II.2.6. SOLS ET VEGETATIONS.....	- 10 -
II.2.7. POPULATION ET DEMOGRAPHIE	- 10 -
II.2.8. MOUVEMENTS MIGRATOIRES.....	- 13 -
II.2.9. SERVICES SOCIAUX.....	- 13 -
II.2.10. SERVICE DE SECURITE	- 16 -
II.3. L’ ECONOMIE DE LA ZONE D’INFLUENCE	- 17 -
II.3.1. Agriculture.....	- 17 -
II.3.2. ELEVAGE.....	- 18 -
II.3.3. Foresterie	- 19 -
II.3.4. Ressources minières	- 20 -
II.3.5. Industries	- 20 -
II.3.6. TOURISME.....	- 21 -

Chapitre I. DIAGNOSTIC DE LA CHAUSSEE	- 25 -
I.1. HISTORIQUE DE LA PISTE.....	- 25 -
I.2. EXAMEN VISUEL DE L'ITINERAIRE	- 25 -
I.2.1. DEGRADATIONS DE LA CHAUSSEE.....	- 25 -
I.2.2. DEGRADATION DES OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT	- 29 -
Chapitre II. ETUDE DE TRAFIC	- 34 -
II.1. Généralité :.....	- 34 -
II.2. Trafic passé :	- 34 -
II.3. trafic actuel :.....	- 35 -
II.4. trafic futur :	- 35 -
II.4.1. Prévision du trafic en nombre cumulé « N » :.....	- 35 -
II.4.2. Calcul du taux de croissance « i » :	- 36 -
II.4.3. Calcul du facteur de cumul « C » :	- 36 -
II.4.4. Calcul des coefficients d'agressivité « A » :	- 36 -
II.4.5. Prévision du trafic supérieur à 3,5T dans les deux sens	- 37 -
Chapitre III. ETUDE DE DIMENSIONNEMENT DE LA CHAUSSEE.....	- 40 -
III.1. DIMENSIONNEMENT DE LA CHAUSSEE PAR LA METHODE CEBTP.....	- 40 -
Figure 1: Profil des couches à partir du dimensionnement CEBTP	- 42 -
III.2. DIMENSIONNEMENT DE LA CHAUSSEE PAR LA METHODE LNTPB	- 42 -
III.2.1. Définition des hypothèses de base :	- 42 -
III.2.2. Calcul des épaisseurs :.....	- 42 -
Figure 2: Profil des couches à partir du dimensionnement LNTPB.....	- 44 -
Chapitre IV. ETUDE ET CHOIX DES MATERIAUX	- 45 -
IV.1. ETUDE DES MATERIAUX :.....	- 45 -
IV.1.1. La reconnaissance des gîtes d'emprunts et des carrières.	- 45 -
IV.1.2. Reconnaissance de carrières des roches d'empierrements, projet RN 13....	- 46 -
IV.2. CHOIX DES MATERIAUX	- 47 -
IV.2.1. Sol d'emprunt pour remblai	- 47 -
IV.2.2. Couche de fondation	- 48 -
IV.2.3. Couche de base.....	- 48 -
IV.2.4. couche de revêtement :.....	- 49 -
IV.2.5. couche d'imprégnation :.....	- 50 -
IV.2.6. couche d'accrochage :.....	- 50 -
Chapitre V. ETUDE HYDROLOGIQUE.....	- 51 -
V.1. GENERALITES	- 51 -
V.2. CALCUL DU DEBIT DE CRUE D'UN BASSIN VERSANT	- 51 -
V.2.1. Note de calcul :.....	- 55 -

Chapitre VI. DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT.....	- 57 -
VI.1. Terminologie du système d'assainissement :.....	- 57 -
VI.1.1. Calcul hydraulique des fossés	- 58 -
VI.2. DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE DES OUVRAGES DE DECHARGES	- 60 -
VI.2.1. Pente critique :	- 61 -
VI.2.2. Vitesse d'écoulement :	- 62 -
VI.2.3. Note de calcul : Cas du dalot au PK 32+420	- 63 -
VI.3. DIMENSIONNEMENT MECANIQUE D'UN DALOT DE 1,00 X 1,00.....	- 66 -
Figure 3 : Diagramme du moment et l'effort tranchant.....	- 66 -
Figure 4 : Coupe longitudinale des armatures	- 73 -
Figure 5 : Coupe transversale des armatures	- 73 -
ETUDES DU COUT ET ETUDES D'IMPACTS DU PROJET.....	- 50 -
Chapitre I. ETUDE DU COUT DU PROJET	- 74 -
Chapitre II. ETUDE DES IMPACTS DU PROJET	- 78 -
II.1. Les impacts au niveau rural.....	- 78 -
II.2. Les impacts au niveau national	- 78 -
II.2.1. Ressources utilisées :.....	- 79 -
II.3. Les impacts environnementaux	- 79 -
II.3.1. Les impacts positifs	- 80 -
II.3.2. LES IMPACTS NEGATIFS	- 81 -
CONCLUSION	- 82 -

Liste des tableaux

Tableau 01.	Répartition de la superficie de la région.....	- 6 -
Tableau 02.	Température moyenne de la période 1984 à 1997	- 9 -
Tableau 03.	Pluviométrie annuelle.....	- 9 -
Tableau 04.	Répartition spatiale de la population.....	- 11 -
Tableau 05.	Evolution de la population de 1975 à 2001.....	- 11 -
Tableau 06.	Taux de natalité et fécondité	- 12 -
Tableau 07.	Taux de mortalité	- 12 -
Tableau 08.	Répartition Infrastructures publiques et privées.....	- 14 -
Tableau 09.	Répartition des établissements publics et privés– Année 1999.....	- 15 -
Tableau 10.	Répartition des établissements publics.....	- 15 -
Tableau 11.	Répartition des établissements scolaires privés	- 16 -
Tableau 12.	Superficie agricole en 2001.....	- 18 -
Tableau 13.	Répartition des surfaces cultivées par types de culture (Ha)	- 18 -
Tableau 14.	Effectifs des boeufs (en millier de tête)	- 19 -
Tableau 15.	Répartition de nombre caprin, porcin, bovin et volaille.....	- 19 -
Tableau 16.	Répartition des surfaces de la couverture boisée :	- 20 -
Tableau 17.	Les sites touristiques	- 21 -
Tableau 18.	Capacité d'accueil dans la Région	- 21 -
Tableau 19.	Evolution de nombre de visiteur d'Ihorombe	- 22 -
Tableau 20.	Récapitulation des dégradations de la chaussée.....	- 28 -
Tableau 21.	Récapitulation des dégradations du fossé sur le tracé.....	- 31 -
Tableau 22.	Récapitulation des dégradations des buses et dalots	- 33 -
Tableau 23.	Campagne de comptage du trafic passé	- 34 -
Tableau 24.	Campagne de comptage du trafic actuel	- 35 -

Tableau 25.	Calcul de l'agressivité	- 37 -
Tableau 26.	Valeur de α en fonction du taux de croissance du trafic	- 38 -
Tableau 27.	Valeur de β en fonction de la durée de vie de la chaussée	- 38 -
Tableau 28.	Classification du trafic en nombre cumulé d'essieux standard N	- 39 -
Tableau 29.	Epaisseurs de corps de chaussée par la méthode du CEBTP	- 40 -
Tableau 30.	Classe de portance des sols	- 40 -
Tableau 31.	Choix de la couche de revêtement.....	- 41 -
Tableau 32.	Dimensionnement CEBTP de la section Ihosy-Isoanala (y compris le PK 30+000 au PK 49+800).....	- 41 -
Tableau 33.	Coefficient d'équivalence	- 43 -
Tableau 34.	Gisements des matériaux meubles dans notre zone d'étude	- 46 -
Tableau 35.	Gisement des carrières sur la zone d'étude	- 47 -
Tableau 36.	Fuseau granulométrique de matériau pour couche de base.....	- 49 -
Tableau 37.	Valeur du coefficient de ruissellement « C »	- 55 -
Tableau 38.	Caractéristiques de la surface d'écoulement « k »	- 59 -
Tableau 39.	Valeur de la limite d'élasticité de l'acier	- 68 -
Tableau 40.	Valeur de μ_{lu}	- 69 -
Tableau 41.	Bordereau Détail Estimatif et Quantitatif.....	- 74 -
Tableau 42.	Récapitulation du Bordereau Détail Estimatif et Quantitatif.	- 77 -
Tableau 43.	Impacts positifs sur le milieu socio-économique.	- 80 -
Tableau 44.	Impacts positifs sur le milieu physique.	- 80 -
Tableau 45.	Impacts positifs sur le milieu biologique.	- 80 -
Tableau 46.	Impacts négatifs sur le milieu socio-économique	- 81 -
Tableau 47.	Impacts négatifs sur le milieu physique.	- 81 -
Tableau 48.	Impacts négatifs sur le milieu biologique.	- 81 -

Liste des Photos

Photo 1 : Ornière.....	- 26 -
Photo 2 : Profil en W	- 27 -
Photo 3 : Nid de poule	- 27 -
Photo 4 : Bourbier.....	- 28 -
Photo 5: Fossé envahi par la végétation	- 30 -
Photo 6: Fossé érodé	- 30 -
Photo 7 : Affouillement en aval des ouvrages de tête.....	- 31 -
Photo 8 : Buse envahi par la végétation.....	- 32 -
Photo 9: Affaissement du remblai et ensablement de la buse.....	- 32 -

Liste des figures

Figure 1: Profil des couches à partir du dimensionnement CEBTP	- 42 -
Figure 2: Profil des couches à partir du dimensionnement LNTPB.....	- 44 -
Figure 3 : Diagramme du moment et l'effort tranchant.....	- 66 -
Figure 4 : Coupe longitudinale des armatures	- 73 -
Figure 5 : Coupe transversale des armatures	- 73 -

Liste des abréviations

ESPA : Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo
APD : Avant Projet Détaillé
BA : Béton Armé
BV : Bassin Versant
BCEOM : Bureau Centrale d'Equipements pour les Outre-Mer
CBR : Californian Bearing Ratio
DAO : Dossier d'Appel d'Offre
EDC : Enrobé Dense à Chaud
ELS : Etat Limite de Service
ELU : Etat Limite Ultime
FED : Fond Européen de Développement
FTM : Foiben-Taosarintanin'i Madagasikara
GCNT : Grave Concassé Non Traité
IRI : International Roughness Index (indice d'uni)
LA : Los Angeles
LNTPB : Laboratoire Nationale des Travaux Publics et Bâtiments
MDE : Micro Déval à l'Eau
MS : Matériau sélectionné
PHE : Plus Haute Eau
PIB : Produit Interne Brut
PK : Point Kilométrique
PTC : Poids Total en Charge
PNT : Plan National de Transport
RN 13 : Route Nationale numéro 13
SGDM : Société Géosciences pour le Développement de Madagascar
TMJ : Trafic Moyen Journalier
UE : Union Européen

REMERCIEMENTS

Avant tout, nous aimerions, de tout cœur, rendre grâce à Dieu Notre Seigneur pour toutes ses bénédictions envers nous tous, et ses réponses à nos prières afin d'accomplir notre étude. Que Son Nom soit glorifié éternellement.

Ce présent mémoire est le fruit et le couronnement de laborieuses années d'études. Sa réussite tient à l'enseignement et à la contribution de diverses personnes auxquelles nous voudrions adresser nos remerciements les plus sincères, en particulier :

- *Monsieur Pascal RAMANANTSIZEHENA, le Directeur de l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo ;*
- *Monsieur Martin RABENATOANDRO, Chef de département du filière Bâtiment et Travaux Publics ;*
- *Monsieur Andrianirina RANDRIANTSIMBAZAFY, Encadreur pédagogique du stage de fin d'études, professeur de la matière route.*
- *Monsieur le Directeur Général de l'Agence BCEOM ;*
- *Monsieur Angelo MANDOLFO, Chef de mission de la RN 13 ;*
- *Tous les membres de jury qui n'ont pas ménagé leur temps en assistant ce jour, à la soutenance de ce mémoire ;*
- *A l'ensemble du corps enseignant ainsi que les membres professionnels de l'ESPA qui ont su tenir parfaitement leur rôle durant nos études ;*
- *Mes Parents et ma famille qui nous avons témoigné une confiance inébranlable, soutenu moralement et financièrement ;*
- *Toute l'équipe du Bureau d'Etudes BCEOM ;*
- *Nos collègues et nos amis.*

Qu'ils veuillent agréer ici, l'expression de notre haute considération et le témoignage de notre profonde gratitude.

AVANT PROPOS

L'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo a pour mission de former des Techniciens Supérieurs, immédiatement opérationnels, mais possédant également des connaissances de base solides pour leur permettre de s'adapter aux évolutions de l'environnement. De ce fait, le programme de formation de l'ESPA a été élaboré dans le sens du professionnalisme et insiste en même temps à ce que les futurs Techniciens Supérieurs ont une connaissance étendue des phénomènes relatifs à leurs spécialités et à leur domaine de travail.

Par ailleurs, des stages dans des Entreprises viennent de compléter ce programme de formation, parmi lesquels on peut distinguer le stage de fin d'études de 2 mois à la fin des études. A l'issue de ce stage, chaque étudiant élaborera son mémoire de fin d'étude qui sera ensuite soutenu devant un membre de jury.

Ce stage a eu lieu au sein du Bureau d'Etude BCEOM tout au long duquel, nous avons l'opportunité de suivre l'étude de l'Avant Projet Détaillé (APD) du projet de réhabilitation de la RN 13 reliant Ihosy et Fort Dauphin, dans la partie Sud de Madagascar.

INTRODUCTION

Le domaine routier tient une place importante dans tous les domaines, son existence aplanissait de nombreuses difficultés qui peuvent surgir à tout moment et à tous les niveaux.

Pourtant, plusieurs routes à Madagascar sont actuellement délabrées à cause du vieillissement de la structure et de l'insuffisance de l'entretien. Parmi celle-ci, on peut citer le cas de la route nationale n°13 qui relie Ihosy et Fort Dauphin.

Face à ces divers problèmes rencontrés dans cette région du sud, nous avons choisi le thème de ce mémoire intitulé : « CONTRIBUTION A L'ETUDE DE REHABILITATION DE LA ROUTE NATIONALE RN 13 RELIANT IHOSY ET FORT DAUPHIN (DU PK 30+000 AU PK 49+800) ».

Cette région a un potentiel économique considérable et la réalisation de ce projet pourrait lui permettre une relance économique favorable.

Pour mieux cerner notre étude, nous avons divisé le plan du mémoire en trois grandes parties.

- Dans la première partie, nous allons aborder aux études socio-économiques.
- En deuxième partie, nous allons traiter les études techniques.
- Et dans la troisième partie, l'évaluation du coût et études d'impacts.

PARTIE I

ETUDES PRELIMINAIRES

Chapitre I. – GENERALITES DU PROJET

I.1. LOCALISATION DU PROJET

Le présent projet concerne l'aménagement de la route nationale n°13 reliant Ihosy, pris comme PK 0, et Fort-Dauphin PK 492. Dans ce projet, on veut réaliser des travaux de bitumage de 380 km de route en terre entre Ihosy et Ambovombe, et de travaux de renforcement, d'Ambovombe à Taolagnaro. Mais notre étude est limitée du PK 30+000 (Mahatsinjo) au PK49+800 (Tritrivo), c'est-à-dire sur la partie de la route en terre.

I.2. HISTORIQUE DU PROJET

Le nouvel accord de partenariat entre les pays ACP et l'UE signé à COTONOU, et plus communément désigné sous le nom de 9ème FED, est entré en vigueur le 1^{er} Avril 2003. Cet accord affiche comme priorité de la coopération communautaire la lutte contre la pauvreté avec comme secteur de concentration n°1 celui des infrastructures de transport et en particulier routières. Il prévoit également une zone de concentration géographique, en l'occurrence les deux provinces Sud du pays, Toliara et Fianarantsoa, où la pauvreté est plus accentuée qu'ailleurs.

Dans ce cadre, l'UE a financé en 2003 une étude de préféabilité portant sur 1770 km de routes nationales dans les deux provinces du Sud de Madagascar. Cette étude a conclu au caractère socio économiquement rentable de l'aménagement de la RN 13 entre Ihosy et Fort Dauphin pour le désenclavement du grand Sud et a placé cette action parmi les premières priorités.

I.3. BUT DU PROJET

Le projet consiste à l'aménagement progressive de la RN 13 d'abord dans un premier temps dans le but d'assurer l'utilisation de l'axe Ihosy-Taolagnaro douze sur douze mois, sans coupure même pendant la période de pluie. Ensuite, pour le désenclavement du grand sud du Pays. Et enfin, pour faciliter les échanges nationaux.

I.4. DUREE DE VIE DU PROJET ET PERIODE D'EVALUATION

La durée de vie du projet est de 15 ans, comme spécifié dans les termes de référence. La période de pré construction incluant l'approbation des dossiers d'appel d'offres, le lancement des appels d'offres, les évaluations des offres, la négociation et l'approbation des contrats et la mobilisation des entreprises est estimée au total à environ 12 mois à partir de la date de remise des DAO par les consultants qui est prévue fin 2005.

La durée des travaux étant estimée de 18 à 24 mois, on considère la période de construction étalée sur les années 2007 et 2008. La période d'évaluation du projet commence donc en 2009,

année pendant laquelle le projet commence à produire ses effets et à générer des bénéfices économiques. La durée de vie de la route étant de 15 ans, la période d'évaluation économique est 2009-2023 et les prévisions de trafic ont été élaborées à l'horizon 2023.

I.5. CARACTERISTIQUES DU SECTEUR DES TRANSPORTS

Le secteur des transports est dominé par le transport routier qui assure en 2003 plus de 93% du total des transports intérieurs de Madagascar, tant pour les marchandises que pour les voyageurs. Le pays dispose de 1.200km de chemins de fer et d'un réseau de routes interurbaines peu dense (1km de route pour 24km² de territoire) d'environ 25.100km dont 5.600km de routes revêtues (22%) et 19.500km de route en terre.

Cependant, le réseau routier a une couverture limitée à des axes convergeant vers la capitale du pays. La densité du trafic est faible avec seulement 10% du réseau interurbain en 2003 ayant des trafics supérieurs à 500 véhicules par jours, attestant de la faible densité de population et du niveau des échanges.

Près de 90% du réseau sont des routes aménagées à moins de 4,50m de largeur circulaire en raison de la faible densité de trafic et continue à se dégrader face aux conditions climatiques et topographiques difficiles, ceci malgré les efforts soutenus de réhabilitation entrepris. Les routes en bon état se limitent en 2003 à environ 4.700km, soit moins de 20% du réseau revêtu. Les routes revêtues en bon état sont estimées à environ 2.630km, soit 47% du réseau revêtu. Compte tenu du relief accidenté et de la densité du réseau hydrographique du pays, le réseau routier comporte un nombre important d'ouvrages d'art dont la grande majorité est en état très dégradé.

Les efforts récents du gouvernement ont porté prioritairement sur le bitumage et la réhabilitation des 2.600km des routes nationales principales reliant la capitale aux quatre ports principaux (Toamasina, Mahajanga, Toliara et Antsiranana), la réhabilitation de 2.000km de routes rurales en terre et l'entretien courant d'environ 6.500km de routes.

Cependant, le développement prévu à court terme d'un terminal minéral pour le projet d'exploitation de l'Ilménite à Taolagnaro associé au nouveau port de commerce de Taolagnaro va faire de cette localité un pôle portuaire plus important qu'il ne l'est actuellement.

I.6. PROGRAMME NATIONAL D'ENTRETIEN ET D'INVESTISSEMENTS ROUTIERS

En ce qui concerne le programme d'entretien et d'investissements routiers, le Plan National de Transport prévoit la réalisation d'un réseau routier reliant entre eux les pôles de développement économique sur trois niveaux distincts comme suivent :

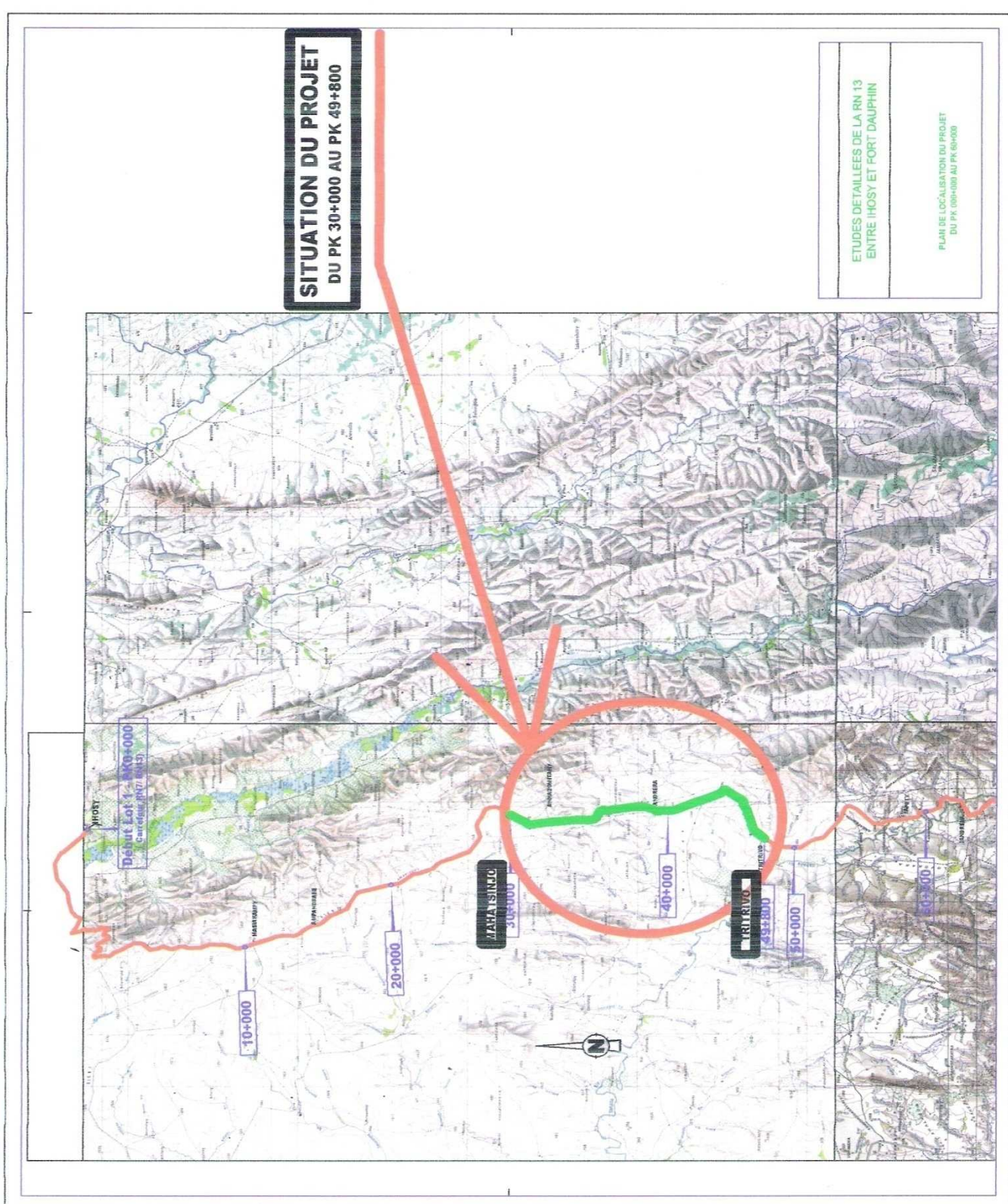
Niveau 1 : 2 405km de liaison nationales entre pôles régionaux.

Niveau 2 : 4 075km de liaison permettant, à partir du réseau du niveau 1, de desservir tous les chefs-lieux de région.

Niveau 3 : 2 888km de liaison permettant de desservir les chefs-lieux de district.

Au total, c'est donc un programme de 9 368km de routes à réaliser à l'horizon 2020. Il est clair que la RN 13 fait partie du programme et constitue l'une des liaisons de niveau 1, à savoir la liaison entre les pôles régionaux de Taolagnaro et Fianarantsoa.

I.7. PLAN DE SITUATION



Chapitre II. - MONOGRAPHIE DE LA ZONE D'INFLUENCE.

II.1. GENERALITES

La construction ou la réhabilitation d'une route est une opération très coûteuse et complexe. La réalisation ainsi que l'entretien nécessitent un investissement des sommes très considérables.

Alors, l'analyse de la situation socio-économique des zones d'influence est un facteur à déterminer sur la décision à prendre concernant un projet routier.

II.2. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

La région d'Ihorombe se situe dans le centre sud de la Grande Ile. Elle est traversée par la Route Nationale n°7 (RN 7) et constituée par quatre sous-préfectures : Ihosy, Iakora, Ivohibe et Betroka.

Cette région présente une particularité évidente compte tenu de sa position intermédiaire entre les Hautes Terres Centrales et la partie Sud de Madagascar, c'est à dire entre les latitudes 23°10' et 21°61' Sud et les longitudes 44°98' et 46°62' Est.

L'ensemble de la région couvre une superficie de 40.990 km².

La Région est limitée:

- au Nord par les sous-préfectures d'Ambalavao et d'Ikalamavony ;
- au Sud par les sous-préfectures de Benenitra, Bekily et Amboasary-Atsimo ;
- à l'Est par les sous-préfectures de Vondrozo et Midongy –Atsimo ;
- à l'Ouest par les sous-préfectures d'Ankazohabo- Atsimo et Sakaraha.

Le tableau suivant donne les superficies de chaque sous-préfecture :

Tableau 01. **Répartition de la superficie de la région**

Région	Sous -préfecture	Superficie (km ²)	Répartition en %
Ihorombe	Ihosy	18 372	44.90
	Iakora	4 300	10.50
	Ivohibe	4 258	10.40
	Betroka	14 060	34.30
Ensemble Région	4 sous-préfectures	40 990	100

Source: FTM (Foiben-Taosarintanin'i Madagasikara (2001)

En général, la formation végétale se conjugue avec le milieu naturel de la région. En effet, une grande partie de la région est couverte de savanes herbeuses avec, dans la partie orientale, une mosaïque de forêts denses et humides.

Avec une population rurale constituée en majorité de Bara et d' Antaisaka et généralement très attachée aux moeurs et coutumes, la région d'Ihorombe a une densité moyenne de 5,85 hab/km². L'insécurité y règne à cause des vols de bovidés qui sévissent dans les zones les plus reculées de la région laquelle est souvent exposée à un risque d'insécurité alimentaire. Quarante (40) Communes composent la région d'Ihorombe. La sous-préfecture de Betroka, à elle seule, regroupe les deux tiers.

II.2.1. LA TYPOLOGIE SOUS-REGIONALE

Trois sous- régions se distinguent eu égard à la morphologie et au milieu physique de la région :

- les sous région du Nord - Est formée par la sous-préfecture d'Ivohibe,
- la sous région de Nord -Ouest formée par la sous-préfecture d'Ihosi,
- la sous région du Sud ou méridionale formée par les sous-préfectures d'Iakora et de Betroka.

II.2.1.1. Les sous région Nord- Est :

Les sous région est constituée par la sous-préfecture d'Ivohibe. Elle s'étend sur une superficie de 4.258 Km². Morphologiquement, la région est formée d'un paysage caractéristique des Hautes Terres Centrales avec une montagne qui culmine à 2060m d'altitude au centre de la sous-préfecture. La sous région a un climat tropical d'altitude, et est caractérisé par une température moyenne de 18°C et une pluviométrie annuelle de 800 à 1500mm avec une végétation formée généralement de savane et de forêt dense et humide.

II.2.1.2. La sous région Nord –Ouest :

La sous-préfecture d'Ihosi qui se trouve au Nord-ouest d'Ihorombe, forme la deuxième sous région. S'étendant sur une superficie de 18.372 Km², elle est caractérisée par un paysage de savane herbeuse couvrant des plaines de 300 à 600 m d'altitude.

Ihosi à un climat tropical sub-semi humide avec une température moyenne de 20°C et une pluviométrie annuelle de 700 à 900mm, ce qui le diffère des Hautes Terres Centrales (avec un climat frais et humide) et du Sud de l'Île (chaud et semi aride).

II.2.1.3. La sous région Sud ou méridionale :

La partie Sud et Sud-Est de la région d'Ihorombe est formée par deux sous-préfectures (Iakora et Betroka) d'une superficie de 14.060 Km², représentant ainsi 34,30% de l'ensemble de la région.

Le paysage de la sous –région est dominé par un vaste plateau alterné par de plaines alluvionnaires sur une altitude de 800 à 900 m. Le climat est de type tropical sub-semi humide chaud d'une température moyenne de 23°C et d'une pluviométrie annuelle de 800 à 1000mm. La saison sèche dure environ 5 à 6 mois d'avril à septembre. La formation végétale est constituée généralement de

savane herbeuse constamment exposée au feu de pâturage périodique, juste avant la saison pluvieuse. Cette situation ne fait qu'appauvrir le sol à cause du phénomène de lessivage.

II.2.2. RELIEF ET PAYSAGES

La partie Nord et Est de la région fait partie du seuil de Ranomafana. L'agencement du relief de la Région se fait du Nord au Sud par la montagne d'Ivohibe (Pic d'Ivohibe) qui culmine à 2060 m d'altitude au Nord –Est et une vaste plaine dans le moyen Ouest et le Sud.

Le relief d'Ihorombe est caractérisé par un plateau, qui s'étend du nord au sud, sous forme de paysage de plaines remarquables à une altitude variant de 300 au 2060m, jusqu'au massif de l'Isalo.

II.2.3. GEOLOGIE

Le système Androyen, formé d'une mince couche de néogène lacustre s'étendant du Nord au Sud (roche granitique et migmatique des Tampoketsa) est très important dans la région d'Ihorombe.

La géologie de la Région est formée par le Karroo Isalo, le Karroo Sakamena, le Karroo Sakoa et le Néogène lacustre. On remarque une imposante présence d'alluvions et de sable se rétrécissant au fur et à mesure que l'on monte vers le nord.

Si les roches décrites ci-dessus sont essentiellement cristallines, la partie centrale et orientale de la région est formée de terrains plutôt sédimentaires.

II.2.4. CLIMAT

II.2.4.1. Le réseau de stations météorologiques

Sous la responsabilité de la Direction Générale de la Météorologie, le Service InterRégional Sud de la Météorologie et de l'Hydrologie de Fianarantsoa gère les stations synoptiques, climatologiques et pluviométriques de la région d'Ihorombe.

a. Station Synoptique :

La station synoptique permet de mesurer les pressions atmosphériques, les températures, l'humidité relative, les précipitations et les vents. Celle de Ranohira est la seule fonctionnelle dans la région.

b. Stations climatologiques :

La station climatologique d'Ihosy effectue des mesures de précipitation, de la température, des directions et vitesses du vent. La région dispose d'autres stations pour la plupart abandonnées ou en panne.

Les données de température, ombrothermiques, vents dominants et humidité relative disponibles proviennent de la station synoptique de Ranohira, tandis que les données pluviométriques proviennent de la station de Betroka.

II.2.4.2. Température

Tableau 02.

Température moyenne de la période 1984 à 1997

Station	Altitude (m)	Période (année)	Température moyenne (°C)		
			Annuelle	Mois le plus chaud	Mois le plus froid
IHOROMBE: Ankily (Ranohira)	1.295	1984-1997	19.5	20.4	17.2

Source : Service Inter-Régional Sud de la Météorologie et de l'Hydrologie Ranohira

La plus basse température (13°5'C) est enregistrée dans la partie nord de la région d'Ihorombe. Au fur et à mesure que l'on descend vers le sud, la température augmente progressivement et peut atteindre la valeur de 20°C. Le même phénomène apparaît également quand on évolue aussi bien vers l'ouest que vers l'Est avec des gradients thermiques respectivement de 9°C (de 16° à 25°C) et de 5°C (de 16° à 21°C). A noter que le gradient thermique est moins élevé du nord vers le sud que du centre- est vers le centre- ouest.

II.2.4.3. Pluviométrie

Tableau 03.

Pluviométrie annuelle

Station	Altitude (m)	Période (année)	Pluviométrie annuelle (mm)	Nombre de mois secs	Observations
Ankily (Ranohira)	1.295	1984-1997	847,5	5	Relevés de 1993

Source : Service Inter-Régional Sud de la Météorologie et de l'Hydrologie Ranohira

Vers le sud et le sud-ouest de la région, l'on observe une nette stabilisation des courbes isohyètes bien étalées et régulièrement espacées.

Pour la région d'Ihorombe, la période pluvieuse commence en Octobre avec un maximum aux mois de Décembre ou Janvier. Ensuite, la pluviométrie décroît pour tendre aux valeurs minimales voire nulles à partir du mois d'Avril ou du mois de Mai.

La période sèche s'étend du mois de Mai à Octobre, toutefois, on enregistre des précipitations sous forme de crachin.

Dans l'ensemble, le climat de la région est uniforme avec une pluie moyenne annuelle variant entre 700 et 900 mm et une température moyenne de 20°C, à l'exception de la zone du plateau.

A titre d'exemple, la pluviométrie moyenne annuelle enregistrée en 1997 est de 847,5 mm et la période sèche dure 5 mois, du mois d'avril le mois d'octobre.

Ainsi, la période pluvieuse s'étale du mois de Novembre au mois de Mars, avec un creux de sécheresse d'un mois en Avril-Mai, causant alors un bouleversement du respect du calendrier cultural.

II.2.5. HYDROLOGIE

Le bassin versant de l'Onilahy s'étend sur une superficie de 32.000 Km². Ses réseaux hydrographiques prennent leur source dans le plateau d'Ihorombe avant de se déverser dans le fleuve de l'Onilahy lequel se jette dans le Canal de Mozambique. Les cours d'eau existants dans la région sont : Ihosy, Menarahaka, Sahabana, Ihazofotsy, Menamaty, Fandramana, Zomandao, Lagnana, Iantara, Ranomena, Horeho, Manambolo, Menakiaky, Ionaivo, Andranoraza, Andranata.

II.2.6. SOLS ET VEGETATIONS

Pédologiquement, la région d'Ihorombe se distingue par l'existence des sols ferrugineux tropicaux d'Ihorombe, des îlots d'associations de sols ferralitiques rouges et jaunes/rouges, des sols faiblement ferralitiques et des ferrisols.

Cet ensemble est complété par des sols peu évolués rankers, ainsi que par des sols peu évolués dunaires sableux.

La formation végétale est constituée de savane herbeuse de type arbustif ou à palmiers. Cette formation correspond à la pédologie existante :

- La savane arbustive à palmiers se situe dans la partie nord de la région,
- La savane herbeuse couvre la partie Sud Ouest (type *Hyparrhenia rufa* et *Hyparrhenia dissoluta* et *Heteropogon*)
- La forêt d'altitude dense et humide dans le pic d'Ivohibe.

La région est affectée par un feu brousse fréquent dans la savane herbeuse de la partie sud pour le pâturage, ce qui entraîne la dégradation de la couverture végétale et le lessivage du sol, qui est déjà peu évolué.

II.2.7. POPULATION ET DEMOGRAPHIE

II.2.7.1. Effectif et Evolution

La population est inégalement répartie dans l'ensemble du territoire comme le montre le tableau dans la page suivante:

Tableau 04. Répartition spatiale de la population

Sous-préfectures	Superficie (km ²)	Population résidente	% des populations	Densité (hbts/km ²)
Ihosy	18.372	123487	29,12	4,4
Iakora	4.300	44076	8,19	5,3
Ivohibe	4.258	37903	9,36	6,1
Betroka	14060	147856	53,31	10.51
Ensemble Région	40990	353052	100	6.5

Source : DIRA Fianarantsoa en 1998

La densité moyenne de la population dans la région d'Ihorombe est de 6.5 hab. /km² en 2001 et Ihosy est la sous-préfecture la moins peuplée (4,4.hab./km²). Le tableau et la figure qui suivent présentent l'évolution de cette population de 1975 à 2001.

Tableau 05. Evolution de la population de 1975 à 2001

Sous-préfectures	RGPH 1975	RGPH 1993	Projections				
			1994	1995	1996	1997	2001
Ihosi	64.974	80. 750	82.864	85.034	87.261	89.546	123.487
Iakora	}	22.517	23.312	23.922	24.549	25.191	44.076
Ivohibe	19.215	25.976	26.415	26.861	27.315	27.776	37.903
Betroka	602.89	107.150	110.629	114.220	117.928	121.757	147.856
Ensemble Région	84.189	129.443	132.591	135.817	139.125	142.513	353.052

Source : DIRA Fianarantsoa et Inventaire des Fivondronana de Madagascar 2001

La population de la région d'Ihorombe, d'une façon générale, connaît une légère augmentation dans les années 90 et une stabilité entre 1993 à 1997. L'année 2001 est marquée par une nette élévation de l'effectif allant de 142 513 en 1997 à 353 052 en 2001.

II.2.7.2. Croissance démographique

a. Natalité

Dans l'ensemble de la région d'Ihorombe, on compte 55.277 femmes en âge de procréer. Les naissances de 12 derniers mois se chiffrent à 8.123 ; le taux de fécondité à 153.1‰.

Tableau 06. Taux de natalité et fécondité

Sous-préfectures	Population totale	Femmes 15 à 49ans	Naissances 12 derniers mois	Taux de fécondité (‰)	Taux de natalité (‰)
Ihosi	123.487	18.622	2.639	141,7	32
Iakora	44.076	5.249	889	169,4	39
Ivohibe	37.903	5.952	937	157,4	36
Betroka	147.856	25.454	3.658	144	34
Ensemble Région	353052	55277	8123	153.1	35

Source : RGPH 1993

D'après ce tableau, le taux de fécondité est plus faible dans la sous-préfecture d'Ihosi (141,7‰) et il est plus élevé à Iakora (169,4 ‰).

Le taux de natalité calculé pour chaque sous-préfecture met en évidence une forte natalité dans la sous-préfecture d'Iakora (39 ‰) : ceci provient du fort taux de fécondité. Le plus faible se rencontre dans la sous-préfecture d'Ihosi (32 ‰).

Ces considérations ne sont cependant valables que si les chiffres de naissance indiqués dans le RGPH 93 sont justes. Or, l'enquête nationale démographique et sanitaire de 1992 donne un taux moyen de natalité de 43 ‰ pour l'ensemble de Madagascar. A moins de supposer que la natalité soit largement inférieure à la moyenne nationale, force est d'admettre que les chiffres du RGPH sont sous-évalués et doivent être considérés avec beaucoup de précaution.

b. Mortalité

Tableau 07. Taux de mortalité

Sous-préfectures	Population totale	Décès des douze derniers mois	Taux de mortalité (‰)
Ihosi	123.487	602	7
Iakora	44.076	153	8
Ivohibe	37.903	291	1
Betroka	147.856	846	8
Ensemble Région	353.052	1130	8

Source : RGPH 1993

Le taux de mortalité moyen pour Madagascar s'établit à 15,3 ‰. Il est évident que, dans un pays où l'espérance de vie moyenne ne dépasse pas 60 ans, tout taux inférieur à 15 ‰ ne peut être que faux. Par conséquent, les décès ont été très largement sous-déclarés lors du RGPH 93 et toute dissertation sur les chiffres du tableau ci-dessus n'aurait aucun sens.

c. Taux d'accroissement naturel

Il s'avère impossible de déterminer le taux d'accroissement naturel de la population à partir des données du RGPH 93 du fait des taux de natalité probablement légèrement sous estimés, d'une part, et des taux de mortalité certainement très fortement sous estimés d'autre part.

II.2.8. MOUVEMENTS MIGRATOIRES

II.2.8.1. A l'intérieur de la région

Le déplacement de la population à l'intérieur de la région est définitif sauf dans la sous-préfecture de Betroka. Les habitants des zones enclavées, par crainte des attaques des « malaso », sont contraints à s'installer dans les zones protégées (centre de Sous-préfecture et commune). Aucun renseignement chiffré n'est disponible.

Les migrations peuvent être de divers types selon leur origine, leur durée et leur destination :

- o pour cause de transhumance,
- o par obligation suite aux famines,
- o pour raison de travail ou d'insécurité,
- o pour des nouvelles terres rizicoles.

Elles peuvent durer de quelques mois seulement à des dizaines d'années entières, souvent sans être définitives. Elles peuvent s'opérer dans la zone même ou vers des endroits plus éloignés.

II.2.8.2. Avec l'extérieur de la région

Dans l'ensemble de la région, on remarque l'existence d'un certain nombre de gens qui ont quitté leur région pour se diriger soit vers d'autres régions limitrophes, soit vers d'autres Faritany.

Il est difficile de chiffrer les effectifs. Toutefois, on peut dire que les causes de ces mouvements migratoires sont multiples : causes économiques (recherche de sources monétaires et de revenus), causes d'ordre social (insécurité, etc.).

II.2.9. SERVICES SOCIAUX

II.2.9.1. santé :

Les textes en vigueur définissent les différentes formations sanitaires comme suit :

CHD2 : Centre Hospitalier de District de 2eme niveau.

CHD1 : Hôpital Secondaire Simple (ancien HSS, les Centres Médicaux (CM)) implantés aux chefs-lieux de Sous-préfecture.

CSB2 : Ancien CM (Centre Médical), DU (Dispensaire Urbain), CSS (Centre de Santé Scolaire), PMI.

CSB1 : P. Poste d'infirmiers. PA. Centre de Soins de Santé Primaire (CSSP)

FS = Formation sanitaire.

Leur répartition dans la région d'Ihorombe est donnée dans le tableau ci-après

Tableau 08. Répartition Infrastructures publiques et privées

Sous-préfectures	CHD2	CHD1	CSB2	CSB1	Total	* F.S privées
Ihosy	2	2	11	3	18	2
Iakora	-	1	-	6	7	-
Ivohibe	-	1	1	7	9	3
Betroka	-	5	24	5	25	ND
Ensemble Région	2	9	36	21	59	5

Source : DIRD Fianarantsoa et ministère de l'intérieure 2001

Le tableau montre qu'au niveau de la région d'Ihorombe il existait 59 infrastructures sanitaires publiques en 1997. Parmi ces 59, 21 sont des Centres de Santé de Base niveau 1 (CSB1); elles représentent ainsi 35,60% des infrastructures publiques. Les CSB2 occupent le premier rang ; ils sont au nombre de 36 dans la région, soit 61,10% des effectifs des infrastructures sanitaires publiques.

Toutes les sous préfectures de la région d'Ihorombe disposent d'un HMC, à l'exception d'Ihosy qui en dispose de 2. Toutefois, ces infrastructures ne sont pas suffisantes, compte tenu de l'effectif de la population résidente.

A côté de ces infrastructures publiques, on relève des formations sanitaires (F.S) privées qui se chiffrent à 5 dans la région, dont 3 dans la sous-préfecture d'Ivohibe. Les formations sanitaires privées dans la sous-préfecture de Betroka ne sont pas précisées et la sous-préfecture d'Iakora n'en bénéficie pas.

Pour 1999, le nombre de formations sanitaires fonctionnelles par Service de Santé de District (SSD) est présenté dans le tableau qui suit :

Tableau 09.

Répartition des établissements publics et privés– Année 1999

Sous-préfectures	CHD1		CHD2		CSB1		CSB2		Total	
	Pub.	Privée	Pub.	Privée	Pub.	Privée	Pub.	Privée	Pub.	Privée
Ihosy		-	2	-	14	2	2	3	18	5
Iakora	1	-		-	6	2	1	-	8	2
Ivohibe	1	-		-	7		1	-	9	-
Betroka		-	-	-	-	4	-	2	-	6
Ensemble Région	2	-	2	-	27	8	4	5	35	13

Source : SISG - MIN.SANTE

Service des Informations Sanitaires pour la Gestion

Nous référant au tableau présenté ci-dessus concernant l'ensemble des régions il s'ensuit qu'il n'y a pas de grands changements faute de données disponibles tant pour le public que pour le privé. Ceci découle principalement de l'implantation de nouveaux Centres de Santé de Base de niveau 1 et de niveau 2 dans presque toutes les sous-préfectures. Cependant la région s'est vue dotée de cinq (5) formations sanitaires.

II.2.9.2. Enseignement et éducation

- Enseignement public

Les établissements publics existant dans la région sont les suivants :

Tableau 10.

Répartition des établissements publics

Sous-préfectures	NIVEAU I			NIVEAU II			NIVEAU III		
	E.P.P			C.E.G			Lycées		
	Existantes	Fermées	Fonctionnelles	Existantes	Fermées	Fonctionnelles	Existantes	Fermées	Fonctionnelles
Ihosy	237	133	105	5	0	5	1		1
Iakora	38	11	5	2	0	2	0		0
Ivohibe	98	65	1	2	0	2	0		0
Betroka	71		71	3		1	1		1
Ensemble Région	444	209	181	12	0	10	2	0	2

Source : Tableau récapitulatif relevant des CISCO (Bureau statistique DIRESEB Fianarantsoa).

Le nombre d'EPP fermées est particulièrement élevé : 209 dans la région d'Ihorombe. Cette fermeture d'écoles peut être expliquée par les problèmes d'insécurité et par l'augmentation du taux d'abandon des écoles due à l'existence d'ethnies ne s'intéressant pas à l'école et aux problèmes d'insuffisance de revenu nécessaire pour assurer les frais de scolarisation (cas d'Ihosy, Ivohibe ...). D'autres causes peuvent aussi être à l'origine de ces fermetures.

Le tableau met en exergue également une répartition inégale des CEG et Lycées : les sous-préfectures d'Iakora et d'Ivohibe n'ont pas de lycées mais, par contre, chacune a deux CEG.

- Ecoles privées

Tableau 11. **Répartition des établissements scolaires privés**

Sous-préfectures	Nombre de								
	NIVEAU I			NIVEAU II			NIVEAU III		
	EPP			CEG			Lycées		
	Existantes	Fermées	Fonctionnelles	Existantes	Fermées	Fonctionnelles	Existantes	Fermées	Fonctionnelles
Ihosy	22	0	12	2	0	2	1	0	1
Iakora	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Ivohibe	2	0	2	0	0	0	0	0	0
Betroka	3	-	3	2	-	2	-	-	-
Ensemble Région	28	0	28	4	0	4	2	0	2

Source : Tableau récapitulatif relevant des CISCO (Bureau statistique DIRESEB Fianarantsoa)

Les établissements privés du niveau I et III dans la région sont encore fonctionnels.

Le taux de scolarisation global au niveau de la région d'Ihorombe est de 37.9% au cours de l'année scolaire 1993. Ce taux montre, en quelque sorte, l'intérêt que porte la population à l'éducation des enfants. Il est cohérent avec la mentalité et aux us et coutumes des différents groupes ethniques. Aussi, le taux de scolarisation varie suivant les sous-préfectures.

Les faibles taux de scolarisation peuvent être dus à la réticence de la majorité de la population aux écoles et à la recrudescence des « dahalo ».

II.2.10. SERVICE DE SECURITE

II.2.10.1. Police

Sa nouvelle dénomination est la « SECURITE PUBLIQUE ». Elle dispose des services opérationnels suivants.

A l'échelon sous-préfectoral :

01 commissariat de police avec un personnel suffisant. Par contre, les matériels roulants, de communication (B.L.U. et autres) et téléphoniques doivent être renouvelés.

II.2.10.2. Gendarmerie**Activité principale :**

Protéger les institutions, les personnes et les biens.

Divisions administratives :

Il existe 03 compagnies et 08 brigades de la ZP à Ihosy.

II.2.10.3. Armée**Au niveau local**

Les Compagnies de Sécurisation et du Génie Militaire et de Développement. Il s'agit :

- de la Compagnie du Génie Militaire (Force de Développement), à Ihosy ;
- du Détachement Autonome de Sécurité (DAS) à Ambalavao-Tsienimparihy.

Moyens humains et moyens matériels :

Données non disponibles.

II.3. L' ECONOMIE DE LA ZONE D'INFLUENCE**II.3.1. AGRICULTURE**

Les conditions naturelles de la région sont peu favorables à la production agricole. Sur les Hauts plateaux, la quasi totalité des vallées sont exploitées. Dans la sous-préfecture de Betroka, on a des possibilités d'irrigation des bas-fonds. Les autres cultures vivrières (manioc, patate douce, haricot, maïs, etc.), destinées surtout à l'autoconsommation sont très pratiquées. Si des techniques culturales adéquates sont suivies, la production agricole pourra augmenter significativement.

Toutes ces cultures se pratiquent seulement pendant la saison de pluie car elles dépendent énormément de la précipitation. Et pour la région du Moyen Ouest, en plus du riz, les autres produits

tels que le manioc, l'arachide, le coton, le maïs et le tabac sont prometteurs. Le tableau suivant présente la répartition des surfaces cultivables et cultivées.

Tableau 12. **Superficie agricole en 2001**

Sous-préfectures	Superficie cultivable	Superficie cultivée	Pourcentage de superficie cultivée
Ihosy	66.237	51.684	78 ,02
Iakora	22.095	15.640	70,78
Ivohibe	62.859	36.464	58,00
Betroka	22.383	20.200	90,24
Ensemble Région	173.574	123.988	71,43

Source : (1) Superficie physique : F.T.M. (année 2001)

(2) Service Statistique Agricole/DPEE-Min.Agri

Le pourcentage de superficie cultivée par rapport à la superficie cultivable varie d'une campagne à l'autre, ce qui donne des chiffres loin de la réalité. Dans l'ensemble de la région, 71,43% des superficies cultivables furent cultivés pendant la campagne agricole 1998/1999.

Tableau 13. **Répartition des surfaces cultivées par types de culture (Ha)**

Sous-préfecture	Surface totale en vivrier	Riz	Manioc	Maïs	Patate douce	Haricot	Divers
Ihosy	13.220	9.250	2.750	210	370	250	395
Iakora	7.150	6.410	260	140	30	260	110
Ivohibe	7.335	5.380	1.050	155	115	530	105
Betroka	21.185	12.870	6.420	850	925	115	5
Ensemble Région	48.890	33.910	10.480	1.355	1.710	1.155	615

Source : Service Statistique Agricole /DPEE/Min.Agri

II.3.2. ELEVAGE

La région a une vocation principalement pastorale caractérisée par l'élevage bovin compte tenu des mœurs et des traditions de la population.

II.3.2.1. Caractéristiques globales

On pratique généralement l'élevage extensif de boeufs. L'élevage bovin, renfermé dans sa forme traditionnelle, n'utilise pas de techniques modernes de contrôle sanitaire et de cultures de pâturage. Les données suivantes ne montrent que les effectifs du cheptel bovin dans les sous-préfectures d'Ihosy et de Betroka :

Tableau 14. **Effectifs des boeufs (en millier de tête)**

Sous Préfecture	Effectif : nombre de tête	Nombres d'éleveurs	Nombre de têtes par éleveur
Ihosy	264.700	14519	18
Betroka	210.000	31850	6

Source : Direction de l'élevage

Nombre de têtes d'autres cheptels

Tableau 15. **Répartition de nombre caprin, porcin, bovin et volaille**

Spéculation	Porcin	Caprin	Volaille
Effectif (nombre de tête)	14.674	3.550	308.300
Nombre éleveurs	4.104	346	27.080
Nombre de tête par Eleveur	4	10	11

Source : Direction de l'élevage

II.3.2.2. Production

L'élevage d'autres espèces animales constitue des spéculations secondaires ou mêmes négligées; une des raisons évoquées est le fady (tabou) dans de nombreux villages de la région.

II.3.2.3. Destination

En général, les produits de l'élevage sont tous destinés à la consommation locale :

Exemple : volailles et porc vers Tanà.

Boeufs vers Antsirabe

Remarque : L'apiculture dans la Sous-Préfecture de Betroka compte 162 éleveurs et les produits obtenus sont destinés essentiellement au marché local.

Les données ne sont pas disponibles pour les autres sous-préfectures. Le feu de pâturage pour l'élevage extensif constitue une menace pour l'environnement.

II.3.3. FORESTERIE

Le tableau suivant présente la répartition de la surface boisée observée dans la région :

Tableau 16. Répartition des surfaces de la couverture boisée :

Nature	IHOSY	
	Nombre	Surface (ha)
Parc national	1	81540
Réserves spéciales	2	31708
Stations forestières	2	137
Périmètres de restauration	1	924
Reboisement	1	473
Réserves forestières	1	91330

Source : Monographie Avril 2001

En général, la formation végétale savannicole domine dans la région d'Ihorombe. Par contre, la forêt dense humide ne couvre qu'une insignifiante surface.

II.3.4. RESSOURCES MINIERES

La carte géologique met en évidence l'existence d'un potentiel minier non négligeable.

Les principales ressources du sous-sol sont enfouies dans le système Androyen. Il s'agit de :

- phlogopie grenat d'Ankaditany,
- quartz piézoélectrique dans la sous-préfecture d'Ihosy
- graphite dans la sous-préfecture d'Ivohibe qui n'est encore exploitées.

II.3.5. INDUSTRIES

L'industrie agricole est essentiellement constituée de rizeries et d'huileries.

Seules deux unités sont légalement installées, alors qu'en réalité, on compte 16 décortiqueries (10 dans la commune d'Ihosy, 2 dans la commune de Sakalalana, 1 dans la commune de Mahasoia, 1 dans la commune d'Ilakaka, 1 dans la commune rurale d'Ivohibe et 1 dans la commune rurale de Ranotsara-Nord).

La production des rizeries et décortiqueries n'est pas quantifiée faute de déclaration régulière des exploitants ou par défaut d'organisation de suivi de la part de l'administration donnant libre cours à des éventuelles fraudes fiscales, etc. ...

II.3.6. TOURISME

Tableau 17. **Les sites touristiques**

Sous-préfectures	Localisation et caractéristiques des sites
- Ranohira Isalo	Parc national un des hauts-lieux touristiques malgaches et la visite s'y impose dans les grès et les rochers, l'érosion a créé un monde fantastique dans le cadre d'une végétation inhabituelle
- Ivohibe	Pic d'Ivohibe, réserve spécial
- Iakora	Réserve naturelle : Kalambatriatra

La région du Centre-Sud est plus ou moins riche en sites et produits touristiques par rapport aux autres régions. La recherche des lieux touristiques de la part de la Direction Régionale du Tourisme en collaboration avec les collectivités territoriales décentralisées et la Maison du Tourisme va renforcer ces atouts.

L'écotourisme pourrait constituer la formule valable pour exploiter les potentiels, moyennant un minimum d'aménagement et d'organisation de la part des professionnels désireux de s'y investir.

Le tableau ci-dessous montre la capacité d'accueil des hôtels et son évolution en 1990 à 2000 dans la Sous-Préfecture d'Ihosy.

Tableau 18. **Capacité d'accueil dans la Région**

Sous-Préfectures	Capacité d'accueil	
	1990	2000
Ihosy	58	64
Ranohira	94	104
Ensemble de la Région	152	168

Source : Direction Inter-Régionale du tourisme 2001

L'accroissement des chambres peut être fortement lié au passage de l'éclipse solaire en 2001.

Mais le potentiel touristique d'Ihorombe nécessiterait plus d'infrastructures d'accueil et une meilleure professionnalisation des opérateurs touristiques pour être pleinement exploité.

Le secteur éco touristique est une forte potentialité pour la Province. En 5 ans, le nombre de visiteur a plus que doublé. Les aires protégées à vocation éco touristique à Fianarantsoa comme le parc national d'Isalo attirent énormément les touristes.

L'évolution du nombre de visiteur dans les aires protégées est donnée ci-dessous :

Tableau 19.**Evolution de nombre de visiteur d'Ihorombe**

Sous-préfectures	Capacité d'accueil	
	1996	2001
Parc National d'Isalo	9371	23491
Ensemble de la Région	9371	23491

Source Association Nationale de Gestion des Aires Protégées 2001

PARTIE II

ETUDES TECHNIQUES

Chapitre I. DIAGNOSTIC DE LA CHAUSSEE

L'étude de diagnostic de la chaussée permet de déterminer les causes de dégradations de celle-ci. Pour cela on va donner l'historique de la chaussée, ensuite on fait l'examen visuel des dégradations.

I.1. HISTORIQUE DE LA PISTE

De travaux de nivellement et de rechargement ont été réalisées en 2005 par le Ministère des Travaux Publics au milieu de l'année 2005 sur notre tronçon d'étude, ce qui a sensiblement amélioré la situation. Par ailleurs un projet de réhabilitation de section critiques de part et d'autre de Betroka a été engagé également en 2005 sur financement FED afin d'apporter les mesures d'urgence nécessaires pour éviter que la route soit fermée.

La partie Nord-Sud non bitumée, entre Ihosy et Ambovombe (380km), est actuellement à l'état de piste dégradée empruntant de nombreux détours aux passages encaissés et ravinés. Elle a une largeur de 4 à 7m. C'est une piste généralement encaissée dans le terrain naturel à des profondeurs de moyenne 30cm, mais pouvant atteindre plus d'un mètre. La route est coupée par endroit durant les périodes de fortes pluies.

Route exige une reconstruction complète, sur un alignement qui pourra être parallèle à l'alignement existant lorsqu'elle est trop encaissée. La route comprend une grande variété d'ouvrages de franchissement et d'assainissement tels que ponts métalliques, en béton armé, mixte poutre IPN et bois, IPN et béton armé, et radiers à une ou deux voies. Ces ouvrages sont souvent dans un état de dégradation tel qu'ils présentent des risques au passage des poids lourds.

I.2. EXAMEN VISUEL DE L'ITINERAIRE

C'est un paramètre important pour la reconnaissance et le diagnostic des dégradations de la chaussée et de ses dépendances. D'après l'examen visuel, nous allons faire une analyse de dégradations afin de proposer des solutions adéquates pour l'aménagement de la RN 13 Nord-Sud (Partie non revêtue).

I.2.1. DEGRADATIONS DE LA CHAUSSEE

Les dégradations sont successivement variables suivant :

- La nature du terrain ;
- La saison (sèche ou humide) ;
- Le non entretien périodique.

Nous savons que l'eau est le premier ennemi de la route, et est d'autant plus néfaste et active, qu'elle agit en plus grande quantité et à plus grande vitesse, dans des terrains moins cohérents et moins compacts.

D'après les résultats de la descente sur terrain des agents du bureau d'étude BCEOM, on a pu examiner les différentes dégradations de cette route.

Les différentes dégradations les plus persistantes sur notre axe d'étude sont : ornières, flaches, profils en W, nids de poule et boursiers.

a- Ornière

Définition : c'est une déformation sur les traces des pneumatiques ;

Cause : poinçonnement de la couche roulement dû aux bandages des roues de charrettes et des véhicules ou au mauvais compactage lors de sa réalisation.

Solution : si la dégradation n'est pas très grave, une scarification avec apport de matériau sélectionné suivi d'un compactage suffira. Mais si elle est trop profonde ou très grave, alors là il faudra faire un reprofilage de la chaussée avec la mise en œuvre de matériau sélectionné.



Photo 1 : Ornière

b- Profil en W

Définition : c'est un affaissement profond parallèle sur les traces des pneumatiques ;

Cause : il est dû à l'éroision de la chaussée ou à une évolution sans entretien des ornières ;

Solution : reprofilage lourd ou léger selon le volume d'apport de matériau et l'élargissement de la chaussée.

Le reprofilage est dit léger si l'apport de matériau est inférieur à $100\text{m}^3/\text{m.l.}$ Par contre il est dit lourd si l'apport des matériaux est supérieur à $100\text{m}^3/\text{m.l.}$



Photo 2 : Profil en W

c- **Nid de poule**

Définition : c'est une cavité plus ou moins arrondie qui se manifeste par un départ de matériau ;

Cause : évolution sans entretien des arrachements ou des flaches ou des ornières ;

Solution : le Point à temps suffit comme solution en faisant des apports de matériau sélectionné.

La mise en œuvre du point à temps consiste :

- Le marquage du nid de poule ;
- Le taillage à bord franc ;
- L'excavation des matériaux souillés jusqu'au matériaux sains
- Reprofilage du fond ;
- Apport du nouveau matériau sans oublier la surépaisseur d'environ 2,5 cm ;
- Compacter soigneusement après arrosage.

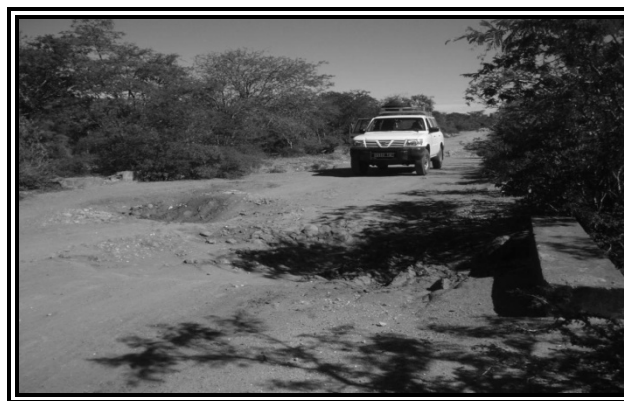


Photo 3 : Nid de poule

d- Bourbier

Définition : C'est une dégradation en surface qui se manifeste surtout dans les zones où les eaux superficielles ne sont pas évacuées.

Cause : La stagnation des eaux dans les zones basses et dans les ornières par l'absence des fossés ou de bombement insuffisant de la chaussée. Elle peut être aussi due à une faible portance du sol support.

Solution : On fait une purge suivie d'un apport de matériaux en tout venant de concassage puis réaliser un bombement et des fossés latéraux.



Photo 4 : Bourbier

e- Flache

Définition : c'est une déformation qui apparaît sur la surface de la couche de roulement

Cause : défaut de compactage.

Solution : Le rechargement des matériaux de la couche de roulement est nécessaire.

Tableau 20.

Récapitulation des dégradations de la chaussée

Désignation des ouvrages	Localisation PK	Causes	Solutions
Ornière	30+100 ; 31+200 ; 36+600	Insuffisance de compactage de la couche de roulement, manque de cohésion du matériau, Tassement provoqué par une circulation lourde.	Reprofilage léger servant de sol de plateforme suivi d'un nouveau corps de chaussée revêtue

Profil en W	32+120 ; 42+900 ; 48+700	Evolution sans entretien des ornières, Arrachement des matériaux suite aux passages fréquents des charges sur les mêmes traces,	Reprofilage léger servant de sol de plateforme suivie d'un nouveau corps de chaussée revêtue. Le reprofilage lourd sera conseillé si la dégradation est importante.
Nid de poule	30+220 ; 35+200;	Arrachement de matériau sur la couche de roulement qui se présente par une cavité plus ou moins profonde	Point à temps
bourbier	36+500 ; 44+200 ; 49+400 ;	Stagnation des eaux dans les flaches ou ornières Insuffisance du bombement de la chaussée	Purge et apport de matériau sélectionné et de nouveau corps de chaussée revêtue

I.2.2. DEGRADATION DES OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT

Les dégradations des ouvrages d'assainissement sur notre zone d'étude sont presque les mêmes. Mais la nature des ouvrages les différencie suivant la saison et la nature du sol. Pourtant nous allons citer quelques ouvrages et leurs dégradations suivies de leurs solutions appropriées.

I.2.2.1. Dégradation des fossés :

Les fossés recueillent les eaux superficielles venant de la chaussée. Ils logent la route dans les parties en déblai. Ils existent deux types de fossé en dehors des fossés qui bordent les accotements :

Fossés congestionnés :

Cause : manque d'entretien

Solution : nous proposons le curage et la création des fossés maçonnés ;

Fossés envahi par la végétation :

Cause : Quand il n'y a pas d'entretien, la végétation envahit les fossés et empêche l'écoulement des eaux. Tout cela arrive quand on ne prend pas soin des ouvrages d'assainissement.

Solution : débroussaillage suivi d'un fossé maçonné



Photo 5: Fossé envahi par la végétation

Fossé érodé :

Cause : mauvais dimensionnement du fossé, et manque des ouvrages de décharges ;

Solution : réalisation des ouvrages de décharges, création d'un fossé maçonné.



Photo 6: Fossé érodé

Fossés affouillés :

Cause : elle est provoquée par la vitesse d'écoulement trop rapide de l'eau (vitesse critique d'affouillement) qui entraîne la dégradation de la surface du fossé en apportant avec elle les matériaux constitutifs du fossé.

Solution : Nous proposons le curage et la confection des fossés maçonnés

Le ravinement :

Cause : insuffisance ou bien l'absence des entretiens éventuels, à part cela il y a aussi l'érosion des talus.

Solution : Créer des fossés maçonnés.

Tableau 21. Récapitulation des dégradations du fossé sur le tracé

Localisation PK	Côte	Désignations	Causes	Solutions
30+120 au 30+200	G-D	Congestionnement Ravinement	Manque d'entretien	Curage Fossé maçonné
33+800 au 33+850	D	affouillement	Manque d'entretien	Curage Fossé maçonné
31+230 au 31+250	G	Congestionnement	Talus érodé et manque d'entretien	Curage Fossé maçonné
-36+600 au 36+700 -48+100 au 48+250	G - D	Envahissement par la végétation	Manque d'entretien	Débroussaillage Fossé maçonné

1.2.2.2. Dégradation des buses et des dalots :

• Buses

Elles sont métalliques ou en béton, et nécessitent un remblai de 1,50m à cause de leurs poids. Les buses métalliques sont posées sur fondation souple tandis que les buses en béton sont posées sur un berceau fondé sur une semelle.

La plupart des dégradations répétées sont causées par le sous dimensionnement. La solution adoptée serait la reconstruction de ces ouvrages avec des dimensions adéquates ou la meilleure serait de les changer en dalots cadres suffisamment dimensionnés.

Les fissurations des buses et des ouvrages de têtes sont nombreuses. Elles sont dues aux affaissements du remblai. La solution adéquate est le remplacement de ces buses.

Affouillement en aval des ouvrages de tête :

Cause : souvent causé par l'érosion des talus

Solution : enrochement.



Photo 7 : Affouillement en aval des ouvrages de tête

Buse envahie par la végétation :

Cause : manque d'entretien

Solution : La solution adoptée est le débroussaillage et curage.



Photo 8 : Buse envahi par la végétation

Affaissement du remblai :

Cause : défaut de compactage.

Solution : remblayage



Photo 9: Affaissement du remblai et ensablement de la buse

- **Dalots**

Les dalots sont rectangulaires ou carrés et ce sont des ouvrages sous chaussée. Ils sont constitués par un radier général surmonté des piédroits verticaux en maçonnerie de moellons ou en B.A et sur lesquels repose une dalle en B.A.

Comme le cas des buses, les dalots existants sont sous dimensionnés, c'est-à-dire qu'ils ne sont plus capables d'évacuer les débits nécessaires à évacuer.

Les éléments constitutifs d'un dalot sont :

Radier :

C'est la partie inférieure du dalot sur laquelle s'écoule l'eau. Il peut être en maçonnerie de moellons hourdé par du mortier de ciment ou en béton armé.

Parafouille :

C'est une murette verticale placée à l'extrémité aval du radier. Elle est nécessaire pour protéger le sol de fondation contre l'affouillement.

Piédroits :

Ce sont des murs qui soutiennent la dalle et les remblais et qui transmettent les charges au radier.

Dalle :

C'est la partie supérieure du dalot qui supporte le remblai au-dessus de celui-ci et transmet les charges aux piliers.

Mur en aile ou mur de tête :

Ils servent à retenir les terres du remblai et à protéger contre les affouillements provoqués par l'eau à l'entrée et à la sortie de l'ouvrage.

Puisard :

C'est la partie qui réceptionne les eaux venant des fossés et des descentes d'eau lorsque la longueur critique est atteinte. Il retient aussi les matières organiques et les sables transportés par l'eau.

Tableau 22.**Récapitulation des dégradations des buses et dalots**

Localisation	Nature de l'ouvrage	Dégradation	Aménagement
30+200	Buse métallique Ø800	Détruite	A remplacer par un dalot de section 100 x 100
41+120	Dalot	Envahi par la végétation	Débroussaillage et désherbage.
46+455	Buse métallique Ø600	bouché	A remplacer par une buse standard de dimension Ø800

1.2.2.3. Les radiers submersibles

Ce sont des ouvrages de conduite d'eau en surface libre traversant la chaussée.

Ils sont tous en mauvais état ou même détruits à 50% voire 75%. Certains d'entre eux sont reconstruits ou remplacés partiellement par des ponceaux. Leur situation au point bas fait que certains P.H.E. dépassent 2m à 3m compte tenu des débits élevés du B.V. amont.

Chapitre II. ETUDE DE TRAFIC

II.1. GENERALITE :

A part les conséquences provoquées par les phénomènes naturels comme la pluie et les phénomènes environnementaux, le trafic est aussi un des facteurs très important qui agit sur la structure d'une route que celle-ci soit revêtue ou non.

Les anomalies causées par le trafic sont multiples comme l'usure de la couche de surface, favorisée par des pertes de matériau et la fatigue au niveau du corps de la chaussée.

L'étude de réhabilitation d'une route nécessite de connaître quelques paramètres à savoir :

- Les types de transport qui existent dans la zone à réhabiliter ;
- Les charges exercées par chaque type de transport ;
- Le trafic journalier moyen ;
- La portance du sol support.

II.2. TRAFIC PASSE :

La connaissance du trafic passé est utile pour justifier le comportement ou la tenue de l'ancienne chaussée, sous l'effet du trafic et des intempéries. Il est nécessaire de le connaître pour pouvoir déterminer son taux de croissance.

Le trafic passé est donné dans le tableau ci-après :

Tableau 23. **Campagne de comptage du trafic passé**

Véhicules	Moyenne journalière
1,Véhicules Particuliers	83
2,Familiales, bachés, minibus	13
3,Camion et autocar de PTC<10T	23
4,Camion et autocar de10T<PTC<16T	8
Total	127

Source : Plan National de Transport-2003, rapport final de l'organisation et résultats de la campagne de comptages routiers.

II.3. TRAFIC ACTUEL :

Le trafic actuel est le nombre de trafic relevé au moment où l'on fait l'étude du projet. Des véhicules de toute catégories y circulent. La connaissance du trafic actuel est un élément déterminant pour le dimensionnement proprement dit.

Les résultats de comptages sont donnés dans le tableau ci-après :

Tableau 24. **Campagne de comptage du trafic actuel**

Véhicules	Moyenne journalière
1,Véhicules Particuliers	39
2,Familiales, bachés, minibus	33
3,Camion et autocar de PTC<10T	22
4,Camion et autocar de10T<PTC<16T	86
Total	180

Source : comptages réalisés par le consultant en Septembre/octobre 2005 dans le cadre des présentes études détaillées.

II.4. TRAFIC FUTUR :

Le dimensionnement d'une nouvelle structure dépendra aussi de la connaissance du trafic futur. Pour le calcul de la structure de la chaussée, le trafic à prendre en compte doit être exprimer par le nombre cumulé d'essieux standards qui ont passé ou qui passeront sur la route.

II.4.1. PREVISION DU TRAFIC EN NOMBRE CUMULE « N » :

Le calcul du nombre cumulé « N » en nombre d'essieux 10T est donné par l'expression suivante :

$$N_{10} = t \times n \times A \times C \times k$$

N : trafic cumulé en essieu standard de 10T ;

t : trafic moyen journalier des poids lourds supérieurs à 3,5T à l'année d'étude ;

A : agressivité des poids lourds ;

n : durée de service en années ;

C : facteur de cumul ;

k : coefficient de répartition transversale qui est égale à 0,75 pour notre cas (5,5m < largeur de la chaussée < 6,5m).

Le nombre cumulé N à considérer pour le calcul des structures de la chaussée est celui des essieux de 13T. Le calcul s'effectue en appliquant un coefficient sur les nombres cumulés d'essieux de 10T, ce qui donne :

$$N_{13} = \left(\frac{10}{13} \right)^{4,5} \times N_{10}$$

II.4.2. CALCUL DU TAUX DE CROISSANCE « i » :

La variation du nombre moyen des véhicules par jour est en général décroissante. Alors le taux de croissance annuelle du trafic n'est pas valable.

Par conséquent, l'hypothèse de détermination de croissance du trafic est le suivant : le taux de croissance du trafic dépend essentiellement du taux de croissance des populations et du taux de croissance de la production.

A Madagascar, le taux de croissance annuel de la population et de la production est à peu près de 7%, donc on prendra $i = 7\%$.

II.4.3. CALCUL DU FACTEUR DE CUMUL « C » :

« C » est un facteur de cumul qui tient compte de la durée de service « n » et du taux de croissance « i » du trafic des poids lourds.

$$C = 365 \frac{(1+i)^n - 1}{n \cdot i}$$

$$C = 611,47$$

II.4.4. CALCUL DES COEFFICIENTS D'AGRESSIVITE « A » :

Le coefficient d'agressivité est obtenu à partir de la formule suivante :

$$A = \alpha \times m$$

Avec $\alpha = \sum a_i \times f_i$ dont f_i étant la fréquence de passage de l'essieu i et a_i le coefficient d'équivalence d'essieu donné par la formule suivante :

$$a_i = \left(\frac{P_i}{P_s} \right)^r \quad \text{et} \quad f_i = \left(\frac{N_{ei}}{N_e} \right)$$

Avec P_i : poids de l'essieu i

P_s : poids de l'essieu standard (13T)

r : coefficient de dommage qui est égale à 4 pour les chaussées souples et 6 pour les chaussées rigides

N_{ei} : nombre d'essieu i

N_e : nombre d'essieu total

et m : nombre moyen journalier d'essieux

$$\text{avec } m = \frac{\text{nombre total d'essieu total}}{\text{nombre total de camion}} = \frac{336}{108}$$

$$m = 3$$

Tableau 25. Calcul de l'agressivité

Types de véhicules		Nombre de véhicules	Fréquence de l'essieu (f)	Poids de l'essieu (T)	Equivalence de l'essieu (a)	Equivalence total (f x a)
PL < 10T		22	20,37	3	0,0081	0,0016
				7	0,2401	0,0489
PL > 10T	1 essieu AR	39	36,11	6	0,1296	0,0467
				10	1,0000	0,3611
	2 essieux AR	34	31,48	8	0,4096	0,1479
				8	0,4096	0,1289
	2 essieux AR	13	12,03	8	0,4096	0,0492
				10	1,0000	0,1203
Total		108				$\alpha = 0,9046$

D'où $A = 0,9046 \times 3 = 2,80$

Alors:

$$N_{10} = t \times n \times A \times C \times k$$

$$N_{10} = 108 \times 15 \times 2,80 \times 611 \times 0,75 = 2,07.10^6$$

$$N_{13} = \left(\frac{10}{13} \right)^{4,5} \times N_{10} = 6,23.10^5$$

II.4.5. PREVISION DU TRAFIC SUPERIEUR A 3,5T DANS LES DEUX SENS

Le trafic corrigé suivant le taux de croissance du trafic et la durée de vie de la chaussée sont donnés par la relation suivante :

$$N' = \alpha \cdot \beta \cdot N$$

N' : trafic corrigé ;

N : nombre de poids lourds journaliers ;

α : Coefficient de correcteur correspondant au taux de croissance ;

β : Coefficient de correcteur correspondant à la durée de vie de la chaussée.

Les tableaux suivants montrent les coefficients correcteurs, suivant le taux de croissance du trafic et la durée de vie :

Tableau 26. **Valeur de α en fonction du taux de croissance du trafic**

Taux de croissance Du trafic (%)	Facteur de correction α
6	0,73
7	0,79
8	0,85
10	1,00
12	1,17
15	1,50

Tableau 27. **Valeur de β en fonction de la durée de vie de la chaussée**

Durée de vie (année)	Facteur de correction β
8	0,36
10	0,50
15	1,00
20	1,80

Hypothèses de calcul :

- * Nombre de véhicules total : 180 véh/j ;
- * Nombre de véhicules dont le poids total chargé est supérieur à 3,5T : 108 véh/j ;
- * Année de mise en service ;
- * Durée de vie : 15 ans ;
- * Taux d'accroissement : 7 % ($\alpha = 0,79$)

Le trafic corrigé est :

$$N' = \alpha \cdot \beta \cdot N$$

$$= 0,79 \times 1,00 \times 108 = 85 \text{ véh/jour}$$

Pourcentage des véhicules de poids >3,5T :

$$P = (108/180) \times 100 = 60\% > 30\%$$

Donc, le trafic correspond à la classe du trafic à répartition lourde.

Tableau 28. **Classification du trafic en nombre cumulé d'essieux standard N**

Classe de trafic	Trafic cumulé N (essieux standard 13T)
T1	$< 5.10^5$
T2	5.10^5 et $1,5.10^6$
T3	$1,5.10^6$ et 4.10^6
T4	4.10^6 et 10^7
T5	10^7 et 2.10^7

Chapitre III. ETUDE DE DIMENSIONNEMENT DE LA CHAUSSEE

III.1. DIMENSIONNEMENT DE LA CHAUSSEE PAR LA METHODE CEBTP

Selon la répartition des sols définie précédemment, les dimensionnements suivants sont préconisés à partir du guide pratique de dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux du CEBTP ;

a- Trafic

Le nombre d'essieux équivalents est de $6,23 \cdot 10^6$ 13 tonnes pour une durée de vie de 15 ans. Ce trafic correspond aux classes de trafic T2 du guide du CEBTP.

Les épaisseurs de corps de chaussée sont données par le tableau suivant :

Tableau 29. **Epaisseurs de corps de chaussée par la méthode du CEBTP**

Trafic	T1		T2		T3		T4	
	Fond [cm]	Base [cm]	Fond [cm]	Base [cm]	Fond [cm]	Base [cm]	Fond [cm]	Base [cm]
CBR de la plateforme								
5 à 10	20	15	25	15	25	20	30	20
10 à 15	15	15	20	15	20	20	25	20
15 à 30	10	15	15	15	15	20	20	20
30 à 80	0	15	0	15	0	20	0	20
>80	0	0	0	0	0	0	0	0
Revêtement (épaisseur moyenne)	Type I 4cm		Type II 4cm		Type III 4cm		Type IV 5cm	

b- Classes de portance

Les classes de portance sont retenues à partir des tableaux suivants :

Tableau 30. **Classe de portance des sols**

S1	CBR<5
S2	5<CBR<10
S3	10<CBR<15
S4	15<CBR<30
S5	CBR>30

Choix multicritère de la couche de revêtement**Tableau 31. Choix de la couche de revêtement**

Critère de choix	E.S	Enrobé
Coût	2	3
Exécution	3	1
Entretien	2	3
Durée de vie	2	3
Total point	9	10

1. passable
2. satisfaisant
3. excellent

Donc, on va prendre comme couche de revêtement l'enrobé dense à chaud 0/12⁵.

c- Dimensionnement**Section Ihosy-Isoanala**

Dans cette section toutes les valeurs des échantillons sont de l'intervalle de CBR entre 15 et 30 exceptée pour les limons jaunes pour lesquels une substitution de limon rouge sera réalisée. Cette substitution concerne un linéaire de 21 km au maximum, certains limons jaunes à karaoky ne feront évidemment pas l'objet de purges, leur portance est excellente.

Tableau 32. Dimensionnement CEBTP de la section Ihosy-Isoanala (y compris le PK 30+000 au PK 49+800)

Natures des sols	A1,B5
Portance des sols	5<CBR<10
Classe du sol	S4
Dimensionnement CEBTP	30cm de grave concassée 0/31,5 (base 15cm+fondation 15cm)

La couche de base est en grave concassé 0/20 ou 0/31,5, épaisseur : 20cm.

La fondation en matériau de gîte : grave fine latéritique (sol A1à karaoky) ou limon quartzitique, épaisseur 20cm. Les matériaux fins seront enrichis en tout-venant 0/20 ou 0/30 de scalpage de carrière avec malaxage en place.

Bref, on a la structure suivante d'après la méthode du CEBTP :

- 4cm d'enrobé dense;
- 15cm de couche de base en GCNT 0/31,5 ;
- 15cm de couche de fondation en grave fine latéritique ou limon quartzitique.

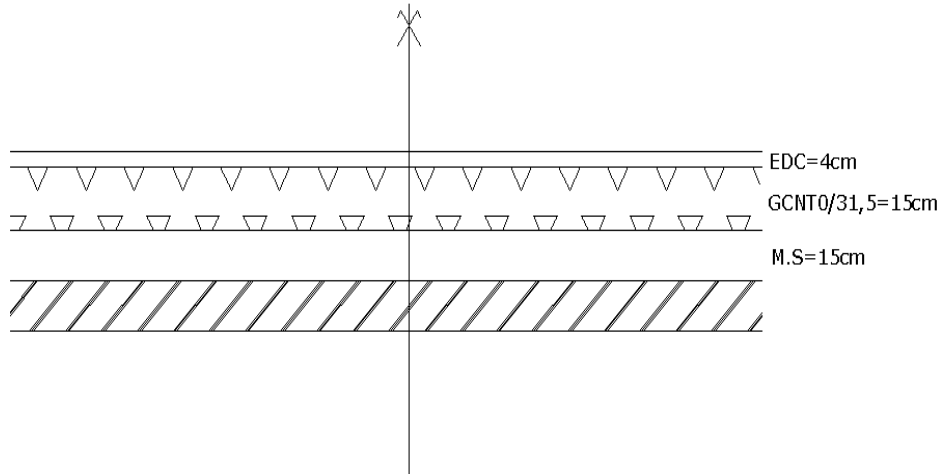


Figure 1: Profil des couches à partir du dimensionnement CEBTP

III.2. DIMENSIONNEMENT DE LA CHAUSSEE PAR LA METHODE LNTPB

Les différentes étapes à suivre pour le dimensionnement de la chaussée par la méthode LNTPB sont :

III.2.1. DEFINITION DES HYPOTHESES DE BASE :

- La portance du sol ;
- Le trafic ;
- Le calcul des coefficients d'équivalence.

III.2.2. CALCUL DES EPAISSEURS :

- Epaisseur équivalente ;
- Epaisseur réelle de chaque couche.

III.2.2.1. Epaisseur équivalente E :

L'épaisseur équivalente est lue sur l'abaque de dimensionnement de chaussée à Madagascar sur le trafic à forte proportion de poids lourds en fonction du CBR.

Nous avons un CBR = 12 et $N' = 85\text{véh/j}$

Calcul de l'épaisseur équivalente :

Le calcul est fait à l'aide d'une interpolation.

Pour 50 véhicules, E = 31cm ;

Pour 100 véhicules, E = 33cm.

$$E = 33 - \frac{[(100 - 50) \times (33 - 31)]}{(100 - 50)}$$

$$E = 31\text{cm}$$

III.2.2.2. Epaisseurs réelles de chaque couche :

L'épaisseur de chaque couche est obtenue en résolvant l'équation suivante :

$$E = a_1 h_1 + a_2 h_2 + \dots + a_n h_n$$

Avec E : épaisseur équivalente ;

h : épaisseur des différentes couches, à savoir :

- La couche de fondation ;
- La couche de base ;
- La couche de revêtement.

On peut trouver les valeurs du coefficient d'équivalence « a » dans le tableau suivant :

Tableau 33. **Coefficient d'équivalence**

Nature du matériau	CBR	Couche intéressée	Module E	a
Enduit superficiel				1
EDC < 4cm				1
EDC > 4cm		Revêtement	2500	2
Binder				2
Sol ciment				1,5
Sol bitume			500 à 1500	1,5
GCNT	CBR > 80	Couche de base		1
GN	CBR > 60		300 à 500	0,8 à 0,9
Sol chaux				1,2
Sol sélectionné	$CBR \geq 40$	Couche de fondation	> 200	0,75
	$30 \leq CBR \leq 40$		150 à 200	0,7
	$20 \leq CBR \leq 30$		100 à 200	0,6
	$15 < CBR < 20$	Couche de forme	75 à 100	0,5
	CBR = 10		50	0,4

- La couche de revêtement :

Pour la couche de revêtement, nous avons choisis l'EDC (4cm), alors :

$$a_1 = 1$$

$$h_R = a_1$$

$$h_R = 4\text{cm}$$

- La couche de base :

Pour la couche de base, nous avons choisi comme matériau le GCNT 0/315 avec une couche de 15cm, alors $a_2 = 1$

$$h_B = a_2 \times 15$$

$$h_B = 15\text{cm}$$

- La couche de fondation :

La couche de fondation est en matériau sélectionné, alors nous avons un coefficient d'équivalence $a_3 = 0,6$

En remplaçant quelques composantes de l'épaisseur équivalente E (égale à 26cm) par sa vraie valeur, la formule $E = a_1 h_1 + a_2 h_2 + \dots + a_n h_n$ devient :

$$26 = (1 \times 4) + (1 \times 15) + (0,6 \times h_F)$$

$$h_F = \frac{31 - (4 + 15)}{0,6}$$

$$h_F = 20\text{cm}$$

$$h_t = h_r + h_b + h_f = 39\text{cm}$$

On a donc d'après la méthode LNTPB la structure suivante :

- 4cm de EDC comme couche de revêtement ;
- 15cm de couche de base en GCNT 0/315
- 20cm de couche de fondation en matériau sélectionné.

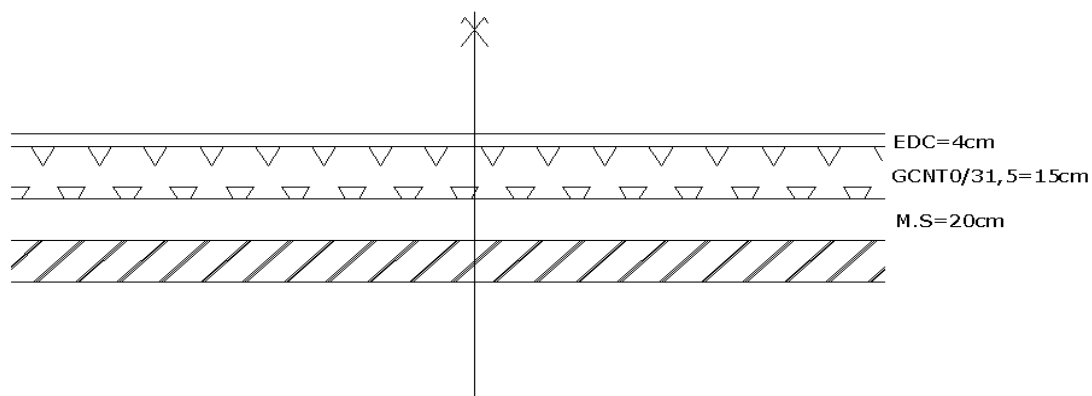


Figure 2: Profil des couches à partir du dimensionnement LNTPB

Chapitre IV. ETUDE ET CHOIX DES MATERIAUX

IV.1. ETUDE DES MATERIAUX :**IV.1.1. LA RECONNAISSANCE DES GITES D'EMPRUNTS ET DES CARRIERES.**

On rappelle qu'une reconnaissance géotechnique préalable des gîtes, des emprunts et des carrières est nécessaire lors de l'élaboration du projet.

Cette reconnaissance permet de déterminer l'implantation exacte de gîte, de l'emprunt ou de la carrière retenue suivant les volumes des matériaux exploitables, respectifs et des caractéristiques géotechniques d'un gîte ou d'un emprunt sont déterminées à partir des essais effectués au laboratoire. Elles sont définies par spécifications suivantes :

- ✓ Limite de liquidité : w_l ;
- ✓ Indice de plasticité : I_p ;
- ✓ Gonflement linéaire : %G ;
- ✓ Portance CBR à 4 jours d'imbibition ;
- ✓ Indice de compacité : I_c ;
- ✓ Diamètre maximal des grains $\phi_{\max}$;
- ✓ Le poids spécifique ;
- ✓ Le poids volumique à l'OPM : γ_{dOPM} ;
- ✓ Le pourcentage des fines ;
- ✓ La teneur en eau à l'OPM : W_{OPM}

Les caractéristiques nécessaires pour le gisement en matériaux rocheux sont : la résistance à la fragmentation par choc LA et à l'usure MDE.

Cinq gisements des matériaux meubles ont été étudiés à la proximité de l'axe. Les résultats des essais en laboratoire effectués par LNTPB sur les échantillons prélevés sont résumés ci-dessous :

Tableau 34. **Gisements des matériaux meubles dans notre zone d'étude**

Localisation	Nature	Puissance (m ³)	Classe LPC	WI (%)	Ip (%)	Proctor modifié		CBR 4j	G%
						γ_{dmax} (KN/m ³)	W Opt (%)		
31+800	quartzite limoneux Rouge	5000	SA	26	10	21,2	7,4	46	0
32+000	Limon quartzitique Rouge	22000	SA	29	10	20,8	8,3	44	0,04
53+900	Limon quartzitique Rouge+ Karaoky	6300	SA	32	11	20,6	9,3	27	0,04
57+400	L. argilo Sableux Rouge	2700	Lp	38	13	18,5	14,8	17	0,47
60+700	Limon sableux Jaune+Karaoky	9000	SA	35	13	20,6	9,5	32	0,05

IV.1.2. RECONNAISSANCE DE CARRIERES DES ROCHES D'EMPIERREMENTS, PROJET RN 13

Dans le cadre du contrat signé entre la société Géosciences pour le Développement de Madagascar (SGDM) et la Société d'Ingénierie BCEOM, la SGDM a entrepris la campagne de prospection géophysique, plus particulièrement la prospection électrique, sur les carrières d'empierrements préalablement définies par l'expert désigné par la BCEOM, pour la réhabilitation et l'aménagement de la RN 13 entre Ihosy et Fort-Dauphin. Le but des études est de définir les extensions les plus probables, d'évaluer l'épaisseur de la couche latéritique ou altération et d'estimer le volume potentiel des gisements.

Les sites visités et étudiés sont représentés par le tableau suivant

Tableau 35. **Gisement des carrières sur la zone d'étude**

Sites	Localisations PK	Gisements	MDE	LA	Volume exploitable (m ³)
Andrera	Au PK 40 de la RN 13 à environ 50m, côté Oust, de l'axe de la route	Gneiss granitoïdes et Granites	15 14 12	44 45 38 35	18 000
Iritsoka	Au PK 93, sur une petite colline, à 250m côté Est de la RN 13, le gisement se trouve avant l'entrée du village Iritsoka	Gneiss et Pyroxènes	16	33	67 000
Ampitohara	Au PK 98+100, il se trouve le long d'une ligne de crête à 100m côté Est de la RN 13 (actuellement exploité par le COLAS)	Gneiss leptynitiques	12 14	40 44	40 000
Ianakaroka	Au PK 135+200, il se trouve sur le flanc d'une colline côté Ouest de la RN 13 (actuellement exploité par les autochtones et l'entreprise SARA pour leurs besoins)	Gneiss	12 19	35 33 28	50 000

IV.2. CHOIX DES MATERIAUX

Le choix des matériaux joue un rôle important. L'utilisation des matériaux en bonne qualité assure la pérennité de la structure de la chaussée.

IV.2.1. SOL D'EMPRUNT POUR REMBLAI

Le remblai est un terrassement construit sur le sol naturel pour rehausser le profil de la chaussée, pour drainer la chaussée en zone basse.

En général, les sols pour remblai devront posséder les qualités suivantes :

- Ne pas contenir des matières organiques ;
- Ne pas contenir de granulats de dimension supérieure à 8 cm ;
- Limite de liquidité W_l (%) < 65 ;

- Indice de plasticité I_p (%) < 25 ;
- Avoir un poids volumique sec γ_s à OPM > 16,5 KN/m³ ;
- Gonflement linéaire inférieur à 2%.

IV.2.2. COUCHE DE FONDATION

La couche de fondation a pour rôle de diminuer les charges transmises au sol de plateforme et d'assurer la transition entre celle-ci et les couches supérieures de la chaussée.

La portance de la couche de fondation doit être supérieure ou égale à 30. Notons que les valeurs admissibles à Madagascar pour qu'un gisement soit admis en couche de fondation sont :

- $\gamma_{dOPM} = 19 \text{KN} / \text{m}^3$;
- CBR ≥ 30 ;
- Pourcentage de fines comprises entre 10 et 25% ;
- Gonflement linéaire $g < 2\%$;
- Diamètre de grain maximum : 60mm.
- $I_p < 12$

Pour ce projet, la couche de fondation est réalisée avec du grave fine latéritique ou Limon quartzitique.

IV.2.3. COUCHE DE BASE

La couche de base encaisse une partie de la force verticale transmise par les roues des véhicules et transmet l'autre partie vers la couche de fondation.

Les matériaux qui la constituent doivent avoir des bonnes qualités et une épaisseur suffisante. C'est pourquoi les essais dureté sont nécessaires pour le gisement rocheux avant son utilisation.

Pour notre projet, choisissons le Grave Concassé GCNT (0/31⁵) comme matériaux de couche de base de renforcement ou de reconstruction.

Le choix d'utilisation du GCNT 0/31⁵ provient des raisons suivantes :

- Plus facile à réaliser car elle est à granulométrie étalée ;
- Elle offre la structure de chaussée souple ;

Les graves concassés non traités 0/31⁵ doivent avoir les caractéristiques suivantes :

- Indice de plasticité en % : $I_p < 6$;

- Un équivalent de sable : $E_s > 40$;
- $LA < 40$;
- $MDE < 35$;
- Coefficient d'aplatissement : $CA < 25$;
- $CBR > 80$;
- $1 < C_c < 3$;
- $C_u > 4$;
- La courbe granulométrique devra être comprise au fuseau ci-après :

Tableau 36. Fuseau granulométrique de matériau pour couche de base

Dimension (mm)	Passant		
	Minima (%)	Maxima (%)	Moyenne (%)
31,5	85	100	92
20	62	90	76
10	35	62	48
6,3	25	50	37
4	19	43	31
2	14	34	24
0,5	5	20	12
0,2	3	14	8
0,08	2	10	6

IV.2.4. COUCHE DE REVETEMENT :

La couche de revêtement est située à la partie supérieure d'une chaussée qui reçoit directement les effets du trafic et du climat. Elle doit par conséquent :

- Résister aux efforts tangentiels provoqués par les pneumatiques ;
- Résister à la chaleur ;
- Assurer l'étanchéité et la bonne protection des sous-couches adjacentes ;
- Permettre aux véhicules de circuler dans de bonne condition du confort et de sécurité.

A Madagascar, les principaux types de revêtement utilisés pour le cas de notre trafic sont :

- Les enduits superficiels bicouches 10/14 et 6/10 en général,
- Les enrobés denses à chaud 0/12⁵ (EDC).

La mise en œuvre des enrobés dense à chaud exige une installation importante et un personnel qualifié tandis que les enduits superficiels (ES) bicouches ne nécessite que des matériels relativement simple. Les ES ont une durée de service courte que les EDC 0/12⁵. On choisit donc d'utiliser l'EDC 0/12⁵ même s'il est très coûteux car la durée de vie estimée est 15 ans.

Ce matériau (EDC 0/12⁵) exige l'utilisation des granulats ayant les caractéristiques suivantes :

- Pour le sable, ES > 60 (Equivalent de sable) ;
- Pour les agrégats : LA < 35, MDE < 25, CA < 25.

IV.2.5. COUCHE D'IMPREGNATION :

La couche d'imprégnation est un liant fluide. Son rôle est d'imperméabiliser la couche de base. On utilise généralement le Cut-back 0/1 à dosage 1,2 kg/m².

IV.2.6. COUCHE D'ACCROCHAGE :

Cette couche permet comme son nom l'indique, d'accrocher la couche de revêtement avec la couche de base. On utilise le Cut-back 400/600 à raison de 0,6 kg/m².

Chapitre V. ETUDE HYDROLOGIQUE

V.1. GENERALITES

L'hydrologie est la science qui étudie l'écoulement de l'eau dans la nature. L'un des objectifs de l'hydrologie est de connaître les phénomènes tels que :

- ruissellement ;
- évaporation ;
- infiltration.

La connaissance de ces phénomènes permet de faire une étude d'un bassin versant (BV) dans le but de dimensionner les ouvrages et surtout de calculer le débit à évacuer par ces ouvrages.

V.2. CALCUL DU DEBIT DE CRUE D'UN BASSIN VERSANT

Un bassin versant est un site naturel délimité par la ligne de partage des eaux de ruissellement. Il transforme la pluie en débit. Un bassin versant est caractérisé par :

- sa surface S,
- sa pente moyenne I,
- son coefficient de ruissellement C,
- sa forme par le coefficient k,
- la longueur du thalweg principal I.

- Méthode de calcul de surface d'un bassin versant

La surface d'un bassin versant est déterminée par l'une des méthodes suivantes :

- *A l'aide d'un planimètre* qui permet de lire directement sur le plan la surface du bassin versant. Elle est caractérisée par la formule :

$$S = \frac{S_0}{E^2 10^6}$$

Où S_0 : lecture sur planimètre [mm^2]

E : échelle de la carte

- *par la méthode des carreaux* définie par la formule suivante :

$$S = \frac{nS_0}{E^2 10^6}$$

Avec n : nombre des carreaux

- Pente moyenne du bassin versant (I)

On a deux méthodes pour avoir la pente moyenne d'un bassin versant, telles que :

- ✓ Par le biais de la pente moyenne du thalweg principal, elle est définie par la formule suivante :

$$I = \frac{\Delta H}{L} = \frac{Z_{\max} - Z_{\min}}{L}$$

- ✓ Par l'intermédiaire du rectangle équivalent.

Dans ces cas, on va déterminer successivement :

- ΔH_0 qui est le dénivellement entre deux points quelconques, soient A et B, ayant respectivement au dessus et en dessous de 5% de la surface du bassin versant.
- **Le périmètre du bassin versant (P)**, déterminé par le curvimètre, tel que :

$$P = \frac{P_0}{10^3 E} \quad [\text{m}]$$

- **Coefficient de forme du bassin versant (k)** qui est le rapport entre le périmètre du bassin versant et le périmètre du cercle de surface équivalent au bassin versant tel que :

$$k = 0.28 \frac{P}{\sqrt{S}}$$

- **Longueur du rectangle équivalent (L)** qui est la comparaison du comportement hydrologique de deux ou plusieurs bassins. Ceci consiste à assimiler le bassin à un rectangle de même périmètre et de même surface.

$$L = \frac{k\sqrt{S}}{1.12} \left[1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{k} \right)^2} \right] \quad [\text{m}]$$

L : longueur du rectangle équivalent

k : coefficient de forme du bassin versant

S : surface d'un bassin versant, en [m²]

- Débit de crue d'un bassin versant

Le débit de crue (Q) est la quantité d'eau nécessaire à évacuer à la sortie du bassin versant, son unité est en [m³/s]

Ce débit dépend de plusieurs paramètres tels que : le climat, la topographie et la géologie.

Il en résulte plusieurs méthodes pour déterminer ce débit.

➤ Méthode de Duret :

Pour le bassin versant de superficie $S < 5\text{km}^2$, nous appliquons la méthode de Duret dont le débit de crue d'une période de retour P est donné par la formule suivante :

$$Q_P = 0.278 S I(t_u, P) \left[1 - \frac{36}{H(24, P)} \right]^2 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

S : surface du bassin versant (km²) ;

I (t_u, P) : intensité de pluie pendant le temps utile (t_u) provoquant la crue maximale de période P, son unité en [mm/h] ;

H (24, P) : hauteur de pluie maximale de période P, son unité est en [mm].

En générale, l'intensité de pluie pendant un temps t, de période de retour P est donnée par les relations suivantes :

- si la pluie dure pendant un temps $t < 3\text{h}$ dans une région alors :

$$I(t, P) = 28 (t + 18)^{-0.763} I(1h, P) \quad [\text{mm/h}]$$

Où l'intensité de pluie horaire est :

$$I(1h, P) = 0.22 H(24h, P) + 56 \quad [\text{mm}]$$

C'est l'intensité horaire de l'averse de période P.

- si la pluie dure pendant un temps $t \geq 3\text{h}$, alors :

$$I(t_u, P) = \frac{1}{t} H(24, P) \left(\frac{t}{24} \right)^{0.35} \quad [\text{mm}]$$

Le temps utile (t_u) provoquant Q_{pmax} est donnée par la relation suivante:

$$t_u = 0.87 t_c^{0.82} \quad [mn]$$

Le temps de concentration (t_c), c'est-à-dire le temps maximal que met une goutte de pluie tombée à l'intérieur du bassin versant pour arriver à l'exutoire est :

* D'après Ventura on a:

$$t_c = 7,62 \left(\frac{S}{I} \right)^{0,5} \quad [mn]$$

* D'après Passine on a:

$$t_c = 6,48 \left(SL \right)^{0,33} I^{-0,5} \quad [mn]$$

S : surface du bassin versant [km^2],

L : longueur du thalweg [km],

I : pente moyenne du bassin versant [m/m].

➤ Méthode rationnelle

Pour $S < 4km^2$, Q_p est donné par la relation :

$$Q_p = 0,278 CI (t_c, P) S \quad [m^3/s]$$

C : coefficient de ruissellement,

I (t_c , P) : intensité de pluie déterminé par le temps de concentration [mm/h],

S : surface du bassin versant [km^2].

En méthode rationnelle, la valeur du coefficient de ruissellement « C » est choisie dans le tableau ci-après en fonction de la couverture végétale et de la pente moyenne du bassin versant :

Tableau 37. Valeur du coefficient de ruissellement « C »

Nature de la couverture végétale	valeur de C			
	Petit bassin de 0 à 10 ha			
Pentes	<5%	de 5 à 10%	de 10 à 30%	>30%
plate -forme et chaussée de route	0,95	0,95	0,95	0,95
Terrains dénudés ou végétation non couverte, Terrains déjà attaqués par l'érosion	0,80	0,85	0,90	0,95
Cultures couvrantes, céréales hautes, terrain de parcours, petite brousse clairsemée	0,75	0,80	0,85	0,90
prairies, brousse dense, savane à sous bois	0,70	0,75	0,80	0,85
Forêt ordinaire en futaie, sous bois touffus	0,30	0,50	0,60	0,70
grande forêt primaire	0,20	0,25	0,30	0,40

V.2.1. NOTE DE CALCUL :**1) Calcul de débit de crue dans un bassin versant :****hypothèses :**

Surface du bassin versant :

Sbv = 0,075 km²

Périmètre du bassin versant :

Pbv = 1,097 km

Altitude maximale :

Zmax = 1062 m

Altitude minimale :

Zmin = 1030 m

Intensité de pluie en 24h d'après la courbe isohyète :

$$H(24h, P) = 150 \text{ mm}$$

Coefficient de ruissellement :

$$C = 0,75$$

2) Calcul des paramètres du BV :

Les calculs des paramètres du bassin versant sont :

- coefficient de forme « k » :

$$k = 1,12$$

- longueur du rectangle équivalent « L » :

$$L = 0,28$$

- Pente moyenne du bassin versant « I » :

$$I = 0,11\text{m/m}$$

- Temps de concentration « tc » :

$$tc = 6,29 \text{ mn}$$

3) Calcul du débit de crue « Q » :

- Calcul de $I(1h, P)$:

$$I(1h, P) = 89,00 \text{ mm}$$

- Calcul de $I(tc, P)$:

$$I(tc, P) = 218,50 \text{ mm}$$

- Calcul du débit du bassin versant « Q » :

$$Q = 3,42 \text{ m}^3/\text{s}$$

Chapitre VI. DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT

VI.1. TERMINOLOGIE DU SYSTEME D'ASSAINISSEMENT :

Les éléments principaux d'un système d'assainissement sont les suivants :

- **Fossés latéraux :**

Les fossés latéraux sont des dispositifs creusés le long d'une route pour recueillir et évacuer les eaux de ruissellement.

- **Fossés de crête :**

Les fossés de crête sont construits au-dessus d'un talus, le long de celui-ci pour empêcher les eaux de ruissellement d'imbiber le talus.

- **Les exutoires :**

Ce sont des ouvrages d'évacuation de l'eau vers le terrain environnant.

- **Les dispositifs anti-affouillement appelés fascines :**

Ils sont conçus pour éviter les affouillements lorsque la longueur critique est atteinte et qu'il n'y a pas de moyens de construire un ouvrage de décharge ou de revêtir le fossé. Il s'agit des petits obstacles posés dans le fossé (piquets) pour déposer le sable.

- **Buses et dalots :**

Ils sont construits sous une route pour permettre à l'eau de s'écouler sous celle-ci d'un côté à l'autre. On réserve le mot buse aux canalisations circulaires, et pour l'ouvrage de forme rectangulaire le mot de dalot.

- **Le drainage de la nappe phréatique :**

Un drain en arrête de poisson est mis sur la route pour faire circuler l'eau de la nappe phréatique dans la chaussée.

- **Le bombement :**

C'est une forme donnée au profil en travers d'une chaussée, pour accélérer l'évacuation des eaux de pluie vers les côtés.

VI.1.1. CALCUL HYDRAULIQUE DES FOSSES

La capacité d'évacuation des eaux d'écoulement des fossés dépend de leur pente longitudinale, et des risques d'érosion. Pour une valeur donnée de la pente, la vitesse d'écoulement croît avec la hauteur d'eau dans les fossés. Il faut donc les protéger contre l'érosion.

Le calcul de l'écoulement de l'eau dans un fossé est donné par la formule de Manning Strickler :

$$v = kR^{0,5+y} i^{0,5}$$

avec $y = \frac{1,5}{\sqrt{k}}$ et $0,5+y = \frac{2}{3}$

k=30 pour les fossés en terre (type 1);

k=50 pour les fossés maçonné (type 2 et 3);

k=60 pour le béton (type 4).

On calculera successivement : ω , γ , R pour le fossé trapézoïdal tels que :

* Section mouillée

$$\omega = bh + mh^2 \quad [\text{m}^2]$$

* Périmètre mouillé

$$\gamma = b + 2h\sqrt{(m^2 + 1)} \quad [\text{m}]$$

* Rayon hydraulique

$$R = \frac{\omega}{\gamma} \quad [\text{m}]$$

VI.1.1.1. NOTE DE CALCUL :

Valeur de k

Tableau 38.

Caractéristiques de la surface d'écoulement « k »

Caractéristiques de la surface d'écoulement	Etat de la surface		
	bon	passable	mauvais
Protection en bois	100	83	71
Protection en béton:			
- surface lisse	83	77	
- surface rugueuse	71	67	56
Maçonnerie en pierres jointoyées	71	67	62
Maçonnerie en pierres sèches	50	45	37
Sol argileux compact	59	56	
Sol sableux	50	50	40
Engazonnement des talus	33	33	29
Empierrement du fond	33	29	25

Dimensionnement du fossé

Hypothèses de calcul de dimensionnement d'un fossé triangulaire au PK 32+959

- pente de la chaussée :

$$i = 0.11 \text{ m/m}$$

- Profondeur du fossé :

$$h = 0.30 \text{ m}$$

- coefficient de rugosité du fossé dont la surface est considérée en sol argileux compact :

$$k = 59 \text{ (état bon)}$$

Calcul des paramètres :

- Section mouillée « w » :

$$\omega = \frac{5h^2}{4}$$

$$\omega = 0,11\text{m}^2$$

- Périmètre mouillé « χ » :

$$\chi = \frac{3h}{2} \sqrt{5}$$

$$\chi = 1,00 \text{ m}$$

- Rayon hydraulique « R » :

$$R = \frac{\sqrt{5}}{6} h$$

$$R = 0,11 \text{ m}$$

- Vitesse d'écoulement « v » :

$$v = k R^{2/3} i^{0,5}$$

$$v = 4,49 \text{ m/s}$$

- débit évacuable « Q » :

$$Q = v \cdot \omega$$

$$Q = 0,49 \text{ m}^3/\text{s}$$

VI.2. DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE DES OUVRAGES DE DECHARGES

Les buses sont généralement de sections circulaires, métalliques ou en béton tandis que les dalots sont en sections rectangulaire en maçonnerie de moellons. Leur étude consiste à déterminer l'ouverture et la pente.

En général, les buses et les dalots présentent deux conditions de fonctionnement : à sortie noyée et à sortie libre.

Les ouvrages de décharges travaillent à sortie libre. Le régime d'écoulement est dit dans ce cas torrentiel c'est-à-dire que la pente est supérieure à une pente dite critique.

VI.2.1. PENTE CRITIQUE :

Le critère général du régime torrentiel est donné par la relation :

$$\frac{Q^2 B}{g \omega^3} = 1$$

Et en associant cette dernière à la formule de Manning Strickler :

$$Q = k R^{\frac{2}{3}} i_{cr}^{0,5} \omega$$

On a :

$$i_{cr} = \frac{g \omega}{k^2 R^{\frac{4}{3}} B}$$

a. Cas de la buse circulaire

R désigne le rayon de la buse

On a posé :

$$I_{cr}^* = \frac{i_{cr} k^2 R^{\frac{1}{3}}}{g} = \frac{2^{\frac{2}{3}} \theta^{\frac{4}{3}}}{\sin \theta (2\theta - \sin 2\theta)^{\frac{1}{3}}}$$

$$Q^* = \frac{Q_0}{\sqrt{(g R^5)}} = \frac{(2\theta - \sin 2\theta)^{\frac{3}{2}}}{4 \sqrt{\sin \theta}}$$

On a dressé une courbe $I_{cr}^* = f(Q^*)$ (cf. Annexe) par l'intermédiaire de θ

- on se donne R ;
- on calcule Q^* ;
- trouver $I^* = f(Q^*)$.
- D'où :

$$i_{cr} = \frac{I_{cr}^* g}{k^2 R^{\frac{1}{3}}}$$

avec $k=37$ pour une buse métallique

$k=67$ pour une buse en béton

Mais pour tenir compte de l'imperfection de la mise en œuvre, la pente de l'ouvrage est prise à :

$$i = 1,20 i_{cr}$$

b. Cas du dalot

En posant $x = y/B$, on a :

$$I^* = x \left(2 + \frac{1}{x} \right)^{4/3} = \frac{i_{cr} k^2 B^{1/3}}{g}$$

$$Q^* = \frac{Q_0}{\sqrt{gB^5}} = x^{3/2}$$

On a une courbe $I^* = f(Q^*)$ par l'intermédiaire de x

- On se donne B ;
- On calcule Q^* ;
- Trouver $I^* = f(Q^*)$ (cf. **Annexe 4**)
- D'où

$$I_{cr} = \frac{I^* g}{k^2 B^{1/3}}$$

avec $k = 67$ pour un dalot en maçonnerie

On prend la pente du dalot $I = 1,20 I_{cr}$

VI.2.2. VITESSE D'ÉCOULEMENT :

Il faut vérifier qu'il n'y a pas problème d'affouillement ni d'ensablement c'est-à-dire :

$V_{ens} \ 0,5 \text{ m/s}$, écoulement avec fines limoneuses ;

$0,25 \text{ m/s}$, écoulement avec fines sableuses.

$V_{aff} \ 3 \text{ m/s}$

a. Cas de la buse circulaire:

On pose:
$$Q_0^* = \frac{Q_0}{k i^{0,5} R^{8/3}} = \frac{\theta}{2^{2/3}} \left(1 - \frac{\sin 2\theta}{2\theta} \right)^{5/3}$$

$$V^* = \frac{V}{k i^{0,5} R^{\frac{2}{3}}} = \frac{1}{2^{\frac{2}{3}}} \left(1 - \frac{\sin 2\theta}{2\theta} \right)^{\frac{2}{3}}$$

On a une courbe $V^* = f(Q^*)$ (cf. Annexe 2)

- On calcule $Q^* = \frac{Q_0}{k i^{0,5} R^{\frac{8}{3}}}$

- Trouver V^* sur la courbe

- Calculer $V = V^* k i^{0,5} R^{\frac{2}{3}}$

Faire la conclusion.

b. Cas du dalot

On a :

$$Q^* = \frac{Q_0}{k i^{0,5} B^{\frac{8}{3}}} = \frac{x^{\frac{5}{3}}}{(1+2x)^{\frac{2}{3}}}$$

$$V^* = \frac{V}{k i^{0,5} B^{\frac{2}{3}}} = \frac{x^{\frac{2}{3}}}{(1+2x)^{\frac{2}{3}}}$$

On a une courbe $V^* = f(Q^*)$ (cf. Annexe)

- On calcule $Q^* = \frac{Q_0}{k i^{0,5} B^{\frac{8}{3}}}$

- Trouver V^* sur la courbe

- Calculer $V = V^* k i^{0,5} B^{\frac{2}{3}}$

VI.2.3. NOTE DE CALCUL : Cas du dalot au PK 32+420

Détermination de la pente critique « i_{cr} »

a) calcul des paramètres adimensionnels (Q^* et I^*)

Hypothèse :

$$Q_0 = 3,20 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$B = 1,5 \text{ m}$$

- calcul de Q^*

$$Q^* = \frac{Q_0}{\sqrt{gB^5}} = 0,37 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Détermination de « I^* » à partir de l'abaque de calcul de la pente critique : (cf. annexe)

$$I^* = f(Q^*)$$

À partir de l'abaque, on a $I^* = 3,25 \text{ m/s}$

b) Calcul de la pente critique

Hypothèse :

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$B = 1,5 \text{ m}$$

$$k = 67$$

$$I^* = 3,25 \text{ m/s}^2$$

- Calcul de « I_{cr} »

$$I_{cr} = \frac{I^* g}{k^2 B^{1/3}}$$

$$I_{cr} = 0,006$$

Détermination de la pente réelle « I »

$$I = 1,20 I_{cr}$$

$$I = 0,007 \text{ m/m}$$

Détermination de la vitesse d'écoulement

a) Calcul des paramètres adimensionnels

Hypothèses

$$Q_0 = 3,20 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$K = 67$$

$$I = 0,007 \text{ m/s}^2$$

$B = 1,5 \text{ m}$

- Calcul de « Q^* » :

$$Q^* = \frac{Q_0}{k I^{0,5} B^{8/3}}$$

$$Q^* = 0,19 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Détermination de « V^* » :

$$V^* = f(Q^*)$$

A partir de l'abaque, on a $V^* = 0,34 \text{ m/s}$

b) Détermination de « V »

$$\text{D'après Manning Strickler: } V = V^* k I^{0,5} B^{2/3}$$

$$V = 2,49 \text{ m/s}$$

Vérification:

Pour la vérification, il faut tenir compte de la non ensablement et la non affouillement de l'ouvrage dont la condition est : $V_{ens} < V < V_{aff}$

$V_{ens} = 0,5 \text{ m/s}$ alors $V_{ens} < V$ donc l'ensablement n'est pas à craindre

$V_{aff} = 3 \text{ m/s}$ alors $V < V_{aff}$ donc l'affouillement n'est pas à craindre

Donc, la valeur $B = 1,5 \text{ m}$ est acceptable.

VI.3. DIMENSIONNEMENT MECANIQUE D'UN DALOT DE 1,00 X 1,00

Hypothèse :

Epaisseur du remblai, $h = 20 \text{ cm}$;

Densité du remblai : $d' = 17 \text{ KN/m}^3$.

Caractéristiques de la dalle supérieure :

$$e = 0,25 \text{ m};$$

$$l = 1,80 \text{ m};$$

Densité du BA : $d = 25 \text{ KN/m}^3$;

Piédroit en maçonnerie de moellon.

Le calcul se fait suivant les règles du BAEL 91 modifié 99 et on va raisonner par mètre linéaire.

1) Calcul des sollicitations :**a) Sollicitation due à G :****- Calcul du poids propre de la dalle :**

$$g_1 = h_t \cdot b_0 \cdot d$$

$$\text{AN: } g_1 = 0,25 \times 1,80 \times 25 = 11,25 \text{ KN/m}$$

- Calcul du poids du remblai :

$$g_2 = e \cdot b_0 \cdot d'$$

$$\text{AN: } g_2 = 0,2 \times 1,80 \times 17 = 6,12 \text{ KN/m}$$

- Calcul de la charge permanente :

$$G = g_1 + g_2$$

$$\text{AN: } G = 17,37 \text{ KN/m}$$

- Calcul du moment dû aux charges permanentes G :

$$M_g = \frac{GL^2}{8}$$

$$\text{AN: } M_g = 7,03 \text{ KN.m}$$

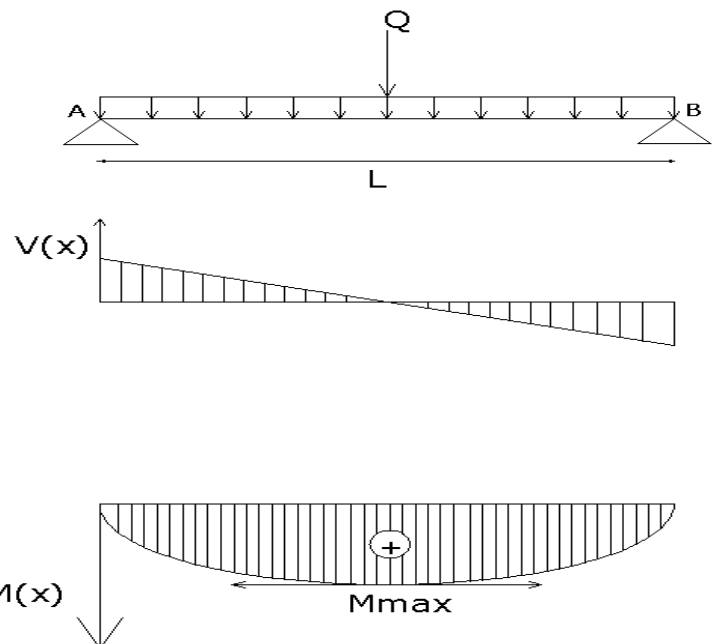
- Calcul de l'effort tranchant dû à G :

Figure 3 : Diagramme du moment et l'effort tranchant

$$T_g = \frac{GL}{2}$$

$$AN : T_g = 15,65KN$$

b) Sollicitation due à Q :

- Calcul du coefficient de majoration dynamique :

Hypothèses:

$$L = 1,8m ;$$

$$G = 17,37KN/m ;$$

$$Q' = 5T.$$

$$\gamma = 1 + \left(\frac{0,4}{1 + 0,2L} \right) + \left(\frac{0,6}{1 + \frac{4G}{Q'}} \right)$$

$$\gamma = 1,3$$

- Calcul de la surcharge d'exploitation Q :

$$Q = \gamma \cdot Q'$$

$$AN : Q = 1,30KN$$

- Calcul du moment dû à la surcharge d'exploitation Q :

$$M_q = \frac{Q \cdot L}{4}$$

$$AN : M_q = 0,58KN.m$$

- Calcul de l'effort tranchant dû à la surcharge d'exploitation Q :

$$T_q = \frac{Q}{2}$$

$$AN : T_q = 0,65KN$$

c) Combinaison d'action

- Calcul de la combinaison à l'ELU :

$$Mu = 1,35M_g + 1,5 M_q$$

$$AN : Mu = 10,36KN.m$$

$$Vu = 1,35T_g + 1,5 T_q$$

$$AN : Vu = 22,10KN$$

- Calcul de la combinaison à l'ELS :

$$Ms = M_g + M_q$$

$$AN: Ms = 7,61KN.m$$

2) Détermination des armatures longitudinales :

Hypothèses:

Béton dosé à 350 kg/m³ de CPA 45;

Fissuration préjudiciable;

Contrôle atténué;

FeE400

b = 1,80m;

ht=0,25m.

a) Détermination à l'ELU de résistance:

Tableau 39. Valeur de la limite d'élasticité de l'acier

Type	Classe désignation	f_e [MPa]
RL	FeE215	215
	FeE235	235
HA	FeE400	400
	FeE500	500

$$f_e = 400 \text{ MPa}$$

$$f_{c28} = 25 \text{ MPa}$$

$$f_{t28} = 2,1 \text{ MPa}$$

$$\theta = 1$$

$$\gamma_b = 1,5 \text{ combinaison fondamentale}$$

$$\gamma_s = 1,15 \text{ combinaison fondamentale}$$

$$\sigma_s = 348 \text{ MPa}$$

$$\mu_1 = 0,392$$

$$d = 0,9 \cdot h = 0,225 \text{ m}$$

- **Moment réduit :**

$$\mu = \frac{M_u}{b \cdot d \cdot \sigma_{bu}}$$

Avec :

M_u : combinaison d'action pour les ELU

b_0 : largeur de la dalle

σ_{bu} : Contrainte du béton, tel que :

$$\sigma_{bu} = \frac{0,85 \cdot f_{c28}}{\theta \cdot \gamma_b} = 14,16 \text{ MPa}$$

Tableau 40. Valeur de μ_{lu}

Nuances	Combinaison fondamentale	Combinaison accidentée
feE215	0,429	0,422
FeE235	0,425	0,415
FeE400	0,392	0,379
FeE500	0,371	0,358

D'où $\mu_{bu} = 0,014 < \mu_{lu} = 0,392$

Donc, la section est simplement armée.

Or $\mu_{bu} = 0,014 < 0,30$, donc le diagramme rectangulaire simplifié peut être utilisé.

- **Calcul de la section des armatures longitudinales « A » :**

$$Z_b = d (1 - 0,6\mu_{bu})$$

$$AN: z_b = 22,5 (1 - 0,6 \cdot 0,014) = 22,31$$

$$Z_b = 22,5 \text{ cm}$$

- **Calcul de contrainte des aciers**

$$\sigma_s = f_{ed} = \frac{f_e}{\gamma_s}$$

$$AN : \sigma_s = 348 \text{ MPa}$$

- **Calcul de la section d'armatures longitudinales**

$$A_u = \frac{M_u}{z_b \cdot f_{ed}}$$

$$AN : A_u = 1,34 \text{ cm}^2$$

- **Calcul de la condition de non fragilité « Amin » :**

$$A_{\min} = 0,23 \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{t28}}{f_e}$$

$$A_{\min} = 2,72 \text{ cm}^2$$

Et on prend : $A = \sup. (A_{\min} ; A_u)$

Donc $A = A_{\min} = 2,72 \text{ cm}^2$, soit 6ø8 = 3,01 cm² disposés en une seule nappe.

- **Calcul de l'espacement eh :**

$$eh = [100 - (6 \cdot 8) - (3 \cdot 2)] / 5 = 9,2 \text{ cm} > 4 \text{ cm}, \text{ donc } eh = 9,20 \text{ cm}$$

b) Vérification de la section des armatures longitudinales à l'ELS

- Calcul de la contrainte admissible

$$\overline{\sigma_s} = \min \left[\frac{2}{3} f_e ; \max \left(0,5 f_e ; 110 \sqrt{\eta \cdot f_{t28}} \right) \right]$$

$$AN : \overline{\sigma_s} = 200 MPa$$

- Calcul de μ_1 , β_1 et k :

$$\mu_1 = \frac{M_{ser}}{b_0 \cdot d^2 \cdot \overline{\sigma_s}}$$

$$AN : \mu_1 = 0,0075$$

Les valeurs de β_1 et k sont déterminées dans le tableau en fonction de μ_1 .

D'après le tableau, nous avons $\beta_1 = 0,852$ et $k = 0,053$

- Calcul de l'état de compression du béton :

• Etat limite de compression admissible « $\overline{\sigma_{bc}}$ » :

$$\overline{\sigma_{bc}} = 0,6 f_{c28}$$

$$AN : \overline{\sigma_{bc}} = 15 MPa$$

• Etat limite compression « σ_{bc} » :

$$\sigma_{bc} = \overline{\sigma_s} \cdot k$$

$$AN : \sigma_{bc} = 10,6 MPa$$

On a : $\sigma_{bc} \leq \overline{\sigma_{bc}}$, donc on a une section simplement armée.

3) Détermination des armatures transversales**a) Calcul de la contrainte tangentielle :**

$$\tau_u = \frac{V_u}{b \cdot d}$$

$$AN : \tau_u = 0,98 MPa$$

b) Calcul de la contrainte tangentielle admissible :

$$\overline{\tau_u} = \min \left(\frac{0,20 f_{c28}}{\gamma_b} ; 5 [MPa] \right)$$

$$AN : \overline{\tau_u} = 3,33 MPa$$

$\tau_u < \overline{\tau_u}$, donc on n'a pas besoin d'armature d'âme mais juste des armatures transversales pour maintenir les armatures longitudinales.

c) Contrainte d'adhérence :

$$\tau_{se} = \frac{V_u}{0,9 \cdot d \cdot U}$$

$$\text{Avec : } U = n \cdot \pi \cdot \phi = 35,16 \text{ cm}$$

$$AN : \tau_{se} = \frac{22100}{0,9 \cdot 22,5 \cdot 35,16} = 31,03 \text{ bars}$$

$$\tau_{se} = 3,10 MPa$$

d) Contrainte d'adhérence admissible :

$$\overline{\tau_{se}} = \varphi_s f_{tj}$$

Où φ_s : coefficient d'adhérence qui est égale à 1,5 pour les FeE400 ;

$f_{tj} : 2,1 MPa$

$$AN : \overline{\tau_{se}} = 3,15 MPa$$

$\tau_{se} < \overline{\tau_{se}}$, alors la condition est vérifiée.

• **La contrainte tangentielle limite :**

$$\phi t = \min \left\{ \frac{h}{35}; \frac{b}{10}; \frac{\phi l}{3} \right\}$$

Prenons $\phi_t = 6\text{mm}$

• **Espacement admissible**

$$\overline{st} = \min\{0.9d; 40\text{cm}\}$$

$$\text{AN : } \overline{st} = \min(0.9 * 22.5; 40\text{cm}) = 20.25\text{cm}$$

• **Etat limites des armatures transversales**

$$st \leq \frac{0.8.A_t.f_e}{b.(\tau_u - 0.3.f_{t28})}$$

$$\text{AN: } s_t = 10.5\text{cm}$$

Espacement final, $s_t = 10.5\text{cm}$

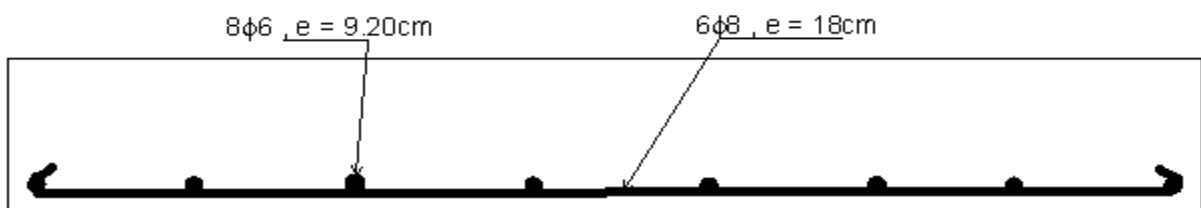


Figure 4 : Coupe longitudinale des armatures

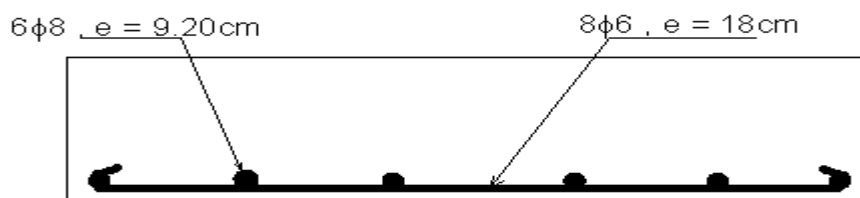


Figure 5 : Coupe transversale des armatures

PARTIE III

*ETUDES DU COUT ET
ETUDES D'IMPACTS DU
PROJET*

Chapitre I. TUDE DU COUT DU PROJET

Il s'agit de déterminer le montant du projet en connaissant le coût prévu par sous projet à l'aide du Bordereau Détail Estimatif et Quantitatif qui sera présenté dans le tableau suivant :

Tableau 41. Bordereau Détail Estimatif et Quantitatif

N° PRIX	DESIGNATION DES TRAVAUX (Prix unitaire en toute lettre)	Unité	PRIX UNITAIRE EN ARIARY	QUANTITE	MONTANT
Série 00 - INSTALLATION DE CHANTIER ET ETUDES					
101	Installations du chantier				
a	Amenée et repli du matériel				
	LE FORFAIT: Ariary un milliard cinquante millions	FFT	150 000 000	1	150 000 000
b	Installations générales du chantier				
	LE FORFAIT: Ariary un milliard cinq cent quatre vingt dix millions deux cent quarante mille	FFT	550 240 000	1	550 240 000
TOTAL INSTALLATION CHANTIER ET ETUDES					700 240 000

Série 02 - TERRASSEMENT					
201	Désherbage - Débroussaillage				
	LE METRE CARRE: Ariary mille trois cent	m2	1 300	137,40	178 620
204	abattage d'arbres				
	L'UNITE: Ariary trente milles	U	30 000	1	30 000
206	Décapage et redans				
	LE METRE CARRE: Ariary mille six cent	m2	1 600	1 652	2 643 200
211	Délais meubles				
	LE METRE CUBE: Ariary treize mille cent quatre vingt	m3	13 180	4 305	56 739 900
221	Remblais en provenance de déblais				
	LE METRE CUBE: Ariary dix mille cent soixante dix	m3	10 350	855	8 849 250
222	remblais en provenance d'emprunts				
	LE METRE CUBE: Ariary dix mille six cent	m3	10 600	3 575	37 895 000
231	Fossés en terre				
	LE METRE LINEAIRE: Ariary mille sept cent cinquante	ml	1 750	1 240	2 170 000
233	Fossé de crête				
	LE METRE LINEAIRE: Ariary deux mille	ml	2 000	1 202	2 404 000
251	Réglage et finition de plate-forme				
	LE METRE CARRE: Ariary mille cinq cent	m2	1 500	1 250	1 875 000
263	Engazonnement				
	LE METRE CARRE: Ariary deux mille quatre cent	m2	2 400	1 240	2 976 000
264b	Clayonnage en vétiver				
	LE METRE LINEAIRE: Ariary mille sept cent cinquante	ml	1 750	854	1 494 500
TOTAL TERRASSEMENT					117 255 470

<u>Série 03 - ASSAINISSEMENT</u>					
306	Curage des buses et dalots				
	LE METRE LINEAIRE : Ariary six mille deux cent	ml	6 200	24	148 800
311	Fouilles pour fondations d'ouvrage				
	LE METRE CUBE: Ariary quatorze mille deux cent	m3	14 200	54	766 800
314	Déblais pour fossé, exutoires et divergents				
	LE METRE CUBE: Ariary six mille six cent	m3	6 100	228	1 390 800
322	Béton B2 dosé à 350 kg/m3				
	LE METRE CUBE: Ariary deux cent quarante mille quatre vingt dix	m3	240 090	1	240 090
330	Acier pour béton armé				
	LE KILOGRAMME: Ariary quatre mille	kg	4 000	12 375	49 500 000
331	Maçonnerie de moellons				
	LE METRE CUBE: Ariary soixante treize mille huit cent cinquante	m3	73 850	1 151	85 001 350
333	Enrochements 30/50Kg				
	LE METRE CUBE: Ariary trente huit mille cent quarante deux	m3	38 142	18	686 556
334	Perrés maçonnés				
	LE METRE CARRE: Ariary quinze mille deux cent quatre vingt	m2	15 280	7,60	116 128
356	Chape d'étanchéité				
	LE METRE CARRE: Ariary treize mille six cent quatre vingt	m2	8 320	4,36	36 275
392a	Fossé maçonné type I				
	LE METRE LINEAIRE : Ariary quarante quatre mille cinq cent quatre vingt quinze	ml	44 595	100	4 459 500
395	Caniveaux ouverts				
	LE METRE LINEAIRE : Ariary cinquante mille huit cent cinquante	ml	50 850	382	19 424 700
396	Caniveaux non ouverts				
	LE METRE LINEAIRE : Ariary cent vingt six mille trois cent quarante	ml	126 340	213	26 910 420
TOTAL ASSAINISSEMENT					188 681 419

<u>Série 04 - CHAUSSEE</u>					
420	Malaxage des matériaux de fondation				
	LE METRE CUBE: Ariary huit cent trente	m3	830	12 080	10 026 400
421	Matériaux pour couche de fondation				
	LE METRE CUBE: Ariary huit mille quatre cent cinquante	m3	8 450	11 480	97 006 000
422	Concassé 0/31,5 pour couche de fondation				
	LE METRE CUBE: Ariary trente sept mille trois cent vingt	m3	37 320	3 906	145 771 920

423	Couche de forme				
	LE METRE CUBE: Ariary dix neuf milles neuf cent cinquante	m3	19 950	12 375	246 881 250
428	Couche de base en concassée O/31,5 ; ép. 15cm				
	LE METRE CUBE: Ariary trente sept milles trois cent vingt	m3	37 320	16 500	615 780 000
438	Emulsion pour imprégnation à 1,2kg/m2				
	LA TONNE: Ariary trois millions six cent seize milles	T	3 616 000	74	267 584 000
448	Emulsion pour couche d'accrochage dosé à 0,6kg/m2				
	LA TONNE: Ariary trois millions cinq cent Quatre vingt quatre milles sept cent quatre vingt seize	T	3 584 796	32,90	117 939 788
450	EDC				
	LA TONNE: Ariary quatre cent milles cent	T	400 100	3 837,50	1 535 383 750
TOTAL CHAUSSEE					3 036 373 108

<u>Série 07 - MESURES ENVIRONNEMENTALES</u>					
703	Confection et mise en des panneaux				
	L'UNITE: Ariary six cent soixante huit mille cent	U	668 100	11	7 349 100
704	Engazonnement par plaques				
	LE METRE CARRE: Ariary trois mille trois cent vingt huit	m2	3 328	9 650	32 115 200
705	Végétalisation par semis				
	LE METRE CARRE: Ariary deux mille cinq cent trente	m2	2 530	90	227 700
706	Végétalisation par repiquage				
	LE METRE CARRE: Ariary mille cinq cent soixante six	m2	1 566	54	84 564
707	Végétalisation en ligne				
	LE METRE LINEAIRE: Ariary deux mille cent	ml	2 100	5 400	11 340 000
710	Fermeture des gîtes et carrières				
	LE FORFAIT: Ariary cinq millions trois cent soixante dix mille quatre cent	FFT	5 370 400	4	21 481 600
TOTAL MESURES ENVIRONNEMENTALES					72 598 164

RECAPITULATION BDE**Tableau 42. Récapitulation du Bordereau Détail Estimatif et Quantitatif.**

01- INSTALLATION DE CHANTIER ET ETUDES	700 240 000
02- TERRASSEMENT	117 255 470
03- ASSAINISSEMENT	188 681 419
04- CHAUSSEE	3 036 373 108
07- MESURES ENVIRONNEMENTALES	72 598 164
TOTAL HORS TVA	4 115 148 161
TVA 18% EN ARIARY	740 726 669
TOTAL GENERAL	4 855 874 830

Arrêté le montant du Bordereau Détail Estimatif et Quantitatif du projet à la somme de : **Ariary QUATRE MILLIARDS HUIT CENT CINQUANTE CINQ MILLIONS HUIT CENT SOIXANTE QUATORZE HUIT CENT TRENTE (Ar 4 855 874 830)**, y compris la TVA au taux de dix huit pour cent (18%) à la somme de **Ariary SEPT CENT QUARANTE MILLIONS SEPT CENT VINGT SIX MILLES SIX CENT SOIXANTE NEUF (Ar 740 726 669)**.

Donc, le prix pour un kilomètre de route dans ce projet est estimé à : « **Ariary DEUX CENT QUARANTE DEUX MILLIONS SEPT CENT QUATRE VINGT TREIZE MILLES SEPT CENT QUARANTE DEUX (Ar 242 793 742)** »

Chapitre II. ETUDE DES IMPACTS DU PROJET

L'environnement est défini comme l'ensemble des milieux naturels et artificiels, y compris les milieux humains et les facteurs sociaux et culturels qui intéressent le développement. Pour qu'il contribue au développement durable, un projet de développement doit satisfaire en même temps les conditions suivantes :

- ◆ Rentable pour l'économie
- ◆ Equitable au niveau social
- ◆ Viable pour l'environnement

En général, ce projet favorise un développement à long terme de la région Sud de Madagascar. Nous allons les distinguer en trois catégories :

- Les impacts au niveau rural ;
- Les impacts au niveau national ;
- Les impacts environnementaux.

II.1. LES IMPACTS AU NIVEAU RURAL

Dans le cadre démographique et économique, la création d'emploi direct pendant la réalisation du projet est un effet primordial. Par conséquent, ce projet diminuera le chômage régional. Sur les revenus régionaux, on ressent un fort changement qui se décompose dans :

- Les transports ;
- La vente des produits locaux et artisanaux.

II.2. LES IMPACTS AU NIVEAU NATIONAL

C'est une image réelle du développement de Madagascar. Le projet engendre :

- La possibilité d'exploiter les diverses ressources de la région ;
- La motivation des opérateurs économiques de s'investir ;
- La grande ouverture de la région vers les autres ;
- La réduction du chômage local.

II.2.1. RESSOURCES UTILISEES :

Les ressources utilisées peuvent être distinguées comme suit:

II.2.1.1. Ressources naturelles locales:

Les ressources naturelles à exploiter pendant l'exécution des travaux sont essentiellement les matériaux nécessaires à la réalisation des ouvrages tels que:

- remblais
- graviers et blocs rocheux
- eau
- sable
- bois

II.2.1.2. Les ressources importées:

- armatures
- ciments
- énergies (carburant,...)

Les ressources humaines intéressant le projet se portent sur deux formes dont:

- mains d'œuvre qui seront recrutés par l'Entreprise pour l'exécution des travaux, et
- contribution des bénéficiaires qui leur sont réservés par des apports de matériaux ou par l'exécution de certains travaux prédéfinis par les investisseurs.

II.3. LES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX

Ce chapitre contient l'évaluation des impacts environnementaux liés aux activités du projet tant sur le milieu socio-économique, physique que biologique.

La présente analyse a pour objectif d'aider le développement de la route afin de réduire au maximum les impacts négatifs et promouvoir les bénéfices de la route envers la population locale de la zone d'influence.

Tous les impacts négatifs et positifs sont évalués dans les tableaux suivants pour présenter l'ensemble des effets ainsi que les mesures d'atténuation le long du tronçon Ihosy-Taolagnaro.

II.3.1. LES IMPACTS POSITIFS

Ils sont regroupés dans les tableaux ci-après :

LES IMPACTS	OPTIMISATION
- Valorisation des ressources locales ; - Développement du secteur informel : création d'emplois liés à l'achat de biens et services ; - Meilleure conditions d'accès aux marchés pour les habitants originaires des villages éloignés des villes, - Réduction des risques de maladies associées avec les eaux stagnantes ; - Amélioration des conditions d'assainissement ; - Augmentation des trafics entre villages voisins et les capitales communales ; - Développement du tourisme national et international ; - Diminution de l'usure des v véhicules et des coûts de transports.	- Mettre en œuvre des techniques appropriées d'exploitation minière (ex : exploitation d'Ilménite,...) ; - Réglementer les achats et les fournitures de services divers ; - Fournir des arrêts pour les transports en commun ; - Installer un système local et régional d'entretien des eaux.

Tableau 43. **Impacts positifs sur le milieu socio-économique.**

LES IMPACTS	OPTIMISATION
- Diminution de l'érosion des talus en déblai et remblai de la chaussée ; - Amélioration de l'écoulement des eaux le long de la route et dans les cours d'eaux.	- Quantifier de façon précise les besoins en matériaux et évaluer les capacités de fourniture des sites identifiés.

Tableau 44. **Impacts positifs sur le milieu physique.**

LES IMPACTS	OPTIMISATION
- Contribution à la protection de l'environnement	- Renforcer le contrôle et la surveillance des délits et infractions avec les autorités locales.

Tableau 45. **Impacts positifs sur le milieu biologique.**

II.3.2. LES IMPACTS NEGATIFS

LES IMPACTS	COMPENSATION
- Expropriation et déplacements d'habitations ou activités ; - Plus de valeur foncière et conflits résultants ; - Risque de conflits entre population locale et migrante ; - Augmentation de la démographie ; - Risque de transmission de maladies d'une communauté à l'autre ; - Augmentation des risques d'accidents.	- Mettre en place des panneaux de signalisation avec l'assistance des autorités locales ; - Renforcer les systèmes d'éducation et d'information ; - Limiter les vitesses de véhicules près des sites de grande fréquentation : écoles, hôpitaux, marchés,...

Tableau 46. *Impacts négatifs sur le milieu socio-économique*

LES IMPACTS	COMPENSATION
- Epuisement des ressources ; - Pertes de terres ; - Dénudation des sols ; - Pollution des sols et des eaux à cause des gasoils, huiles de vidange.	- Développer un cahier de charges spécifique à chaque carrière et site d'emprunt ; - Vérifier le respect des droits coutumiers et légaux de la population locale sur les terrains utilisés ; - Vérifier que les déviations dans les rivières ne nuisent pas à l'accès à l'eau potable ; - Eviter les sols de cultures et sols forestiers d'intérêt écologique ; - Remettre en état des sites d'emprunt et carrières au fur et à mesure de l'exploitation.

Tableau 47. *Impacts négatifs sur le milieu physique.*

LES IMPACTS	COMPENSATION
- Fragmentation, fragilisation, destruction et modification des écosystèmes naturels et de la végétation ; - Dégradation du paysage naturel ; - Perturbation des animaux et modification de leur comportement ; - Risque de disparition des espèces rares	- Sensibilisation de la population locale ; - Identifier les sites de dépôt, de stockage et de mise en décharge en accord avec les autorités locales.

Tableau 48. *Impacts négatifs sur le milieu biologique.*

CONCLUSION

La route est un reflet du dynamisme d'un pays, de son pouvoir et de sa capacité de s'organiser. L'avenir de notre pays passe sans aucun doute par notre capacité de réhabilitation, d'entretien et d'innovation de nouveaux axes.

Les dégradations entraînant l'impraticabilité de la plupart de nos routes proviennent le plus souvent, de la négligence de l'entretien courant ou de l'entretien périodique, ainsi que l'insuffisance d'évacuation des eaux de ruissellement. La route nationale RN 13 qui relie Ihosy et Fort Dauphin y fait partie.

A cause de la dégradation de cette route, nous nous interrogeons sur les pertes que pourraient encaisser cette région, voir même la nation, s'il n'y a pas d'intervention rapide pour sa réhabilitation.

Nous essayons d'élaborer de ce présent mémoire une étude de réhabilitation de cette route en incluant le principe et la technique de réhabilitation tout en considérant des dégradations constatées lors de la descente sur terrain et les collectes des données utiles. Nous avons utilisés dans ce mémoire les meilleures techniques adaptées à la réalité en tenant compte de la sécurité et des avantages comme le gain de temps pour les usagers de la route, et afin de réduire autant que possible le coût d'investissement pour que le projet soit rentable, il faut exploiter au maximum les matériaux disponibles.

La réhabilitation constituera la meilleure solution pour cette route. En plus, afin de maintenir la durée de vie de la chaussée, il est nécessaire d'en faire l'entretien car si l'état de la route est bon, c'est grâce à l'opération d'entretien. Nous savons que le pays est considéré comme un pays capable de progresser vite, car la route est le facteur permettant d'évacuer la richesse vers la capitale et de faire un échange libre entre les diverses régions.

En conclusion, nous pouvons dire que ce mémoire de fin d'études nous permet d'approfondir les études théoriques et pratiques acquises pendant notre formation supérieure.

TABLE DES MATIERES

LISTE DES TABLEAUX	iv
LISTE DES PHOTOS.....	vi
LISTE DES FIGURES	vi
LISTE DES ABREVIATIONS	vii
REMERCIEMENTS.....	viii
AVANT PROPOS	ix
INTRODUCTION.....	- 1 -

PARTIE I-ETUDES PRELIMINAIRE

Chapitre I. – GENERALITES DU PROJET	- 2 -
I.1. Localisation du projet.....	- 2 -
I.2. Historique du projet.....	- 2 -
I.3. But du projet.....	- 2 -
I.4. Durée de vie du projet et periode d'évaluation	- 2 -
I.5. Caractéristiques du secteur des transports.....	- 3 -
I.6. Programme national d'entretien et d'investissements routiers.....	- 3 -
I.7. Plan de situation	- 4 -
Chapitre II. - MONOGRAPHIE DE LA ZONE D'INFLUENCE.....	- 6 -
II.1. Généralités	- 6 -
II.2. Présentaton de la zone d'étude.....	- 6 -
II.2.1. La typologie sous-régionale.....	- 7 -
II.2.1.1. La sous région Nord- Est :	- 7 -
II.2.1.2. La sous région Nord –Ouest :	- 7 -
II.2.1.3. La sous région Sud ou méridionale :	- 7 -

II.2.2. Relief et paysages	- 8 -
II.2.3. Géologie.....	- 8 -
II.2.4. Climat	- 8 -
II.2.4.1. Le réseau de stations météorologiques	- 8 -
II.2.4.2. Température	- 9 -
II.2.4.3. Pluviométrie.....	- 9 -
II.2.5. Hydrologie	- 10 -
II.2.6. Sols et végétations	- 10 -
II.2.7. Population et démographie	- 10 -
II.2.7.1. Effectif et Evolution	- 10 -
II.2.7.2. Croissance démographique.....	- 11 -
a. Natalité	- 11 -
b. Mortalité.....	- 12 -
c. Taux d'accroissement naturel.....	- 13 -
II.2.8. Mouvements migratoires	- 13 -
II.2.8.1. A l'intérieur de la région	- 13 -
II.2.8.2. Avec l'extérieur de la région	- 13 -
II.2.9. Services sociaux	- 13 -
II.2.9.1. Santé :	- 13 -
II.2.9.2. Enseignement et éducation	- 15 -
II.2.10. Service de sécurité	- 16 -
II.2.10.1. Police	- 16 -
II.2.10.2. Gendarmerie	- 17 -
II.2.10.3. Armée	- 17 -
II.3. L' économie de la zone d'influence	- 17 -
II.3.1. Agriculture.....	- 17 -
II.3.2. Elevage	- 18 -

II.3.2.1. Caractéristiques globales	- 18 -
II.3.2.2. Production.....	- 19 -
II.3.2.3. Destination.....	- 19 -
II.3.3. Foresterie	- 19 -
II.3.4. Ressources minières	- 20 -
II.3.5. Industries	- 20 -
II.3.6. Tourisme	- 21 -

PARTIE II-ETUDES TECHNIQUES DU PROJET

Chapitre I. DIAGNOSTIC DE LA CHAUSSEE	- 25 -
I.1. Historique de la piste	- 25 -
I.2. Examen visuel de l'itinéraire.....	- 25 -
I.2.1. Dégradations de la chaussée	- 25 -
I.2.2. Dégradation des ouvrages d'assainissement.....	- 29 -
I.2.2.1. Dégradation des fossés :.....	- 29 -
I.2.2.2. Dégradation des buses et des dalots :.....	- 31 -
• Buses	- 31 -
• Dalots	- 32 -
I.2.2.3. Les radiers submersibles	- 33 -
Chapitre II. ETUDE DE TRAFIC	- 34 -
II.1. Généralité :	- 34 -
II.2. Trafic passé :	- 34 -
II.3. trafic actuel :.....	- 35 -
II.4. trafic futur :	- 35 -
II.4.1. Prévision du trafic en nombre cumulé « N » :.....	- 35 -
II.4.2. Calcul du taux de croissance « i » :	- 36 -
II.4.3. Calcul du facteur de cumul « C » :	- 36 -

II.4.4. Calcul des coefficients d'agressivité « A » :	- 36 -
II.4.5. Prévision du trafic supérieur à 3,5T dans les deux sens	- 37 -
Chapitre III. ETUDE DE DIMENSIONNEMENT DE LA CHAUSSEE.....	- 40 -
III.1. Dimensionnement de la chaussée par la méthode CEBTP	- 40 -
III.2. Dimensionnement de la chaussée par la méthode LNTPB.....	- 42 -
III.2.1. Définition des hypothèses de base :	- 42 -
III.2.2. Calcul des épaisseurs :	- 42 -
III.2.2.1. Epaisseur équivalente E :	- 42 -
III.2.2.2. Epaisseurs réelles de chaque couche :	- 43 -
Chapitre IV. ETUDE ET CHOIX DES MATERIAUX	- 45 -
IV.1. Etude des matériaux :	- 45 -
IV.1.1. La reconnaissance des gîtes d'emprunts et des carrières.	- 45 -
IV.1.2. Reconnaissance de carrières des roches d'empierrements, projet RN 13.....	- 46 -
IV.2. Choix des matériaux	- 47 -
IV.2.1. Sol d'emprunt pour remblai	- 47 -
IV.2.2. Couche de fondation	- 48 -
IV.2.3. Couche de base.....	- 48 -
IV.2.4. Couche de revêtement :	- 49 -
IV.2.5. Couche d'imprégnation :	- 50 -
IV.2.6. Couche d'accrochage :	- 50 -
Chapitre V. ETUDE HYDROLOGIQUE	- 51 -
V.1. Généralités	- 51 -
V.2. Calcul du débit de crue d'un bassin versant	- 51 -
V.2.1. Note de calcul :	- 55 -
Chapitre VI. DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT	- 57 -

VI.1. Terminologie du système d'assainissement :	- 57 -
VI.1.1. Calcul hydraulique des fossés	- 58 -
VI.1.1.1. Note de calcul :	- 59 -
VI.2. Dimensionnement hydraulique des ouvrages de décharges	- 60 -
VI.2.1. Pente critique :	- 61 -
a. Cas de la buse circulaire	- 61 -
b. Cas du dalot	- 62 -
VI.2.2. Vitesse d'écoulement :	- 62 -
a. Cas de la buse circulaire:	- 62 -
b. Cas du dalot	- 63 -
VI.2.3. Note de calcul : Cas du dalot au PK 32+420	- 63 -
VI.3. Dimensionnement mécanique d'un dalot de 1,00 X 1,00	- 66 -
 <u>PARTIE III-ETUDES DU COUT ET ETUDES D'IMPACTS DU PROJET</u>	
Chapitre I. ETUDE DU COUT DU PROJET	- 74 -
Chapitre II. ETUDE DES IMPACTS DU PROJET	- 78 -
II.1. Les impacts au niveau rural	- 78 -
II.2. Les impacts au niveau national	- 78 -
Ressources utilisées :	- 79 -
Ressources naturelles locales:	- 79 -
Les ressources importées:	- 79 -
II.3. Les impacts environnementaux	- 79 -
II.3.1. Les impacts positifs	- 80 -
II.3.2. Les impacts négatifs	- 81 -
CONCLUSION	- 82 -

BIBLIOGRAPHIE

- Dimensionnement des chaussées neufs à Madagascar, LNTPB 1973.
- Entretien des routes en terre en zone tropicale par GERARD MELLIER.
- Guide pratique des dimensionnements des chaussées par les pays Tropicaux, CEBTP 1972.
- Hydrauliques routières Nguyeu VAN TUU République française, Ministère de la Coopération et du développement.
- Manuel sur les routes dans les zones tropicales et désertiques, Tome1 et Tome 3, BCEOM-CEBTP 1972, Ministère français de la coopération.
- Règle BAEL : règles techniques des conceptions et calcul des ouvrages de construction en béton armé suivant la méthode des états limites EYROLLES 1978, auteur : Pierre Charon.
- Cours de dimensionnement routière par Monsieur Andrianirina RANDRIATSIMBAZAFY
- Cours d'hydraulique routière par Monsieur RABENATOANDRO Martin
- Cours d'entretien routière par Monsieur RALAIARISON Moïse

ANNEXES

PRESENTATION DU BUREAU D'ETUDE BCEOM

Le bureau d'étude BCEOM est une Société d'Ingénierie qui a été créée en 1949. C'est une Société Anonyme au capital de 11 millions d'euros, filiale d'Egis depuis 1996, son chiffre d'affaires pour 2005 est de l'ordre de 84 millions d'euros dont 80% à l'international.

C'est une société spécialisée dans l'ingénierie du transport, de l'eau, de l'environnement et du développement institutionnel. BCEOM intervient en France et dans de nombreux pays en développement. Son représentant à Madagascar est l'INFRAMAD.

➤ **Domaines d'intervention**

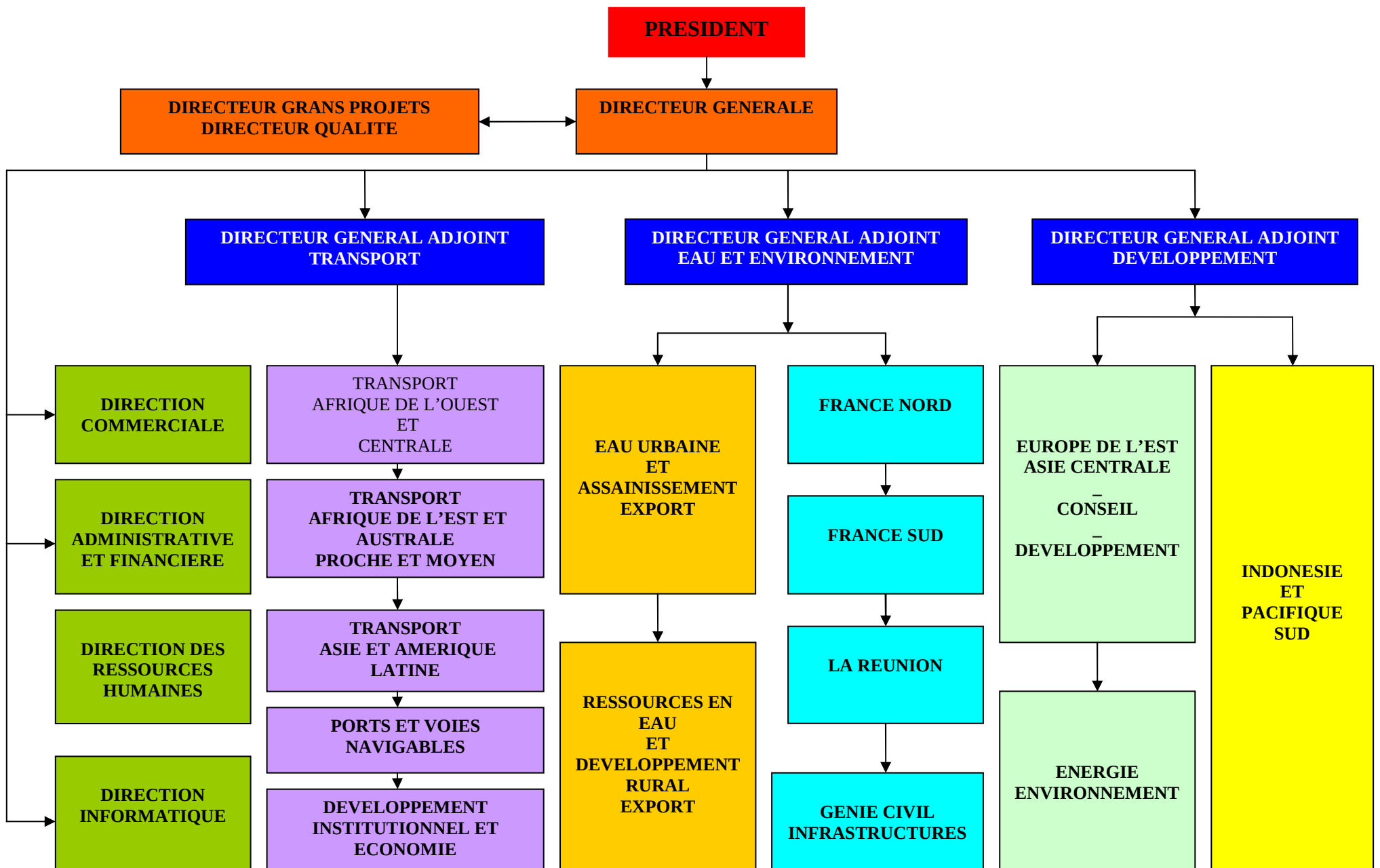
- Aménagement du territoire, planification et organisation des transports ;
- Infrastructures de transport terrestre (routes, autoroutes, voies ferrées, ouvrages d'art) ;
- Ports maritimes et fluviaux, voies navigables, pêches ;
- Aménagement et transport urbains ;
- Adduction, distribution et transport de l'eau, assainissement, gestion des déchets ;
- Aménagement agricole, génie rural, irrigation, ressources en eau ;
- Développement touristique et régional ;
- Environnement et gestion des milieux naturels ;
- Maîtrise de l'énergie, développement industriel ;
- Education et gestion des ressources humaines ;
- Ingénierie documentaire.

➤ **Prestations**

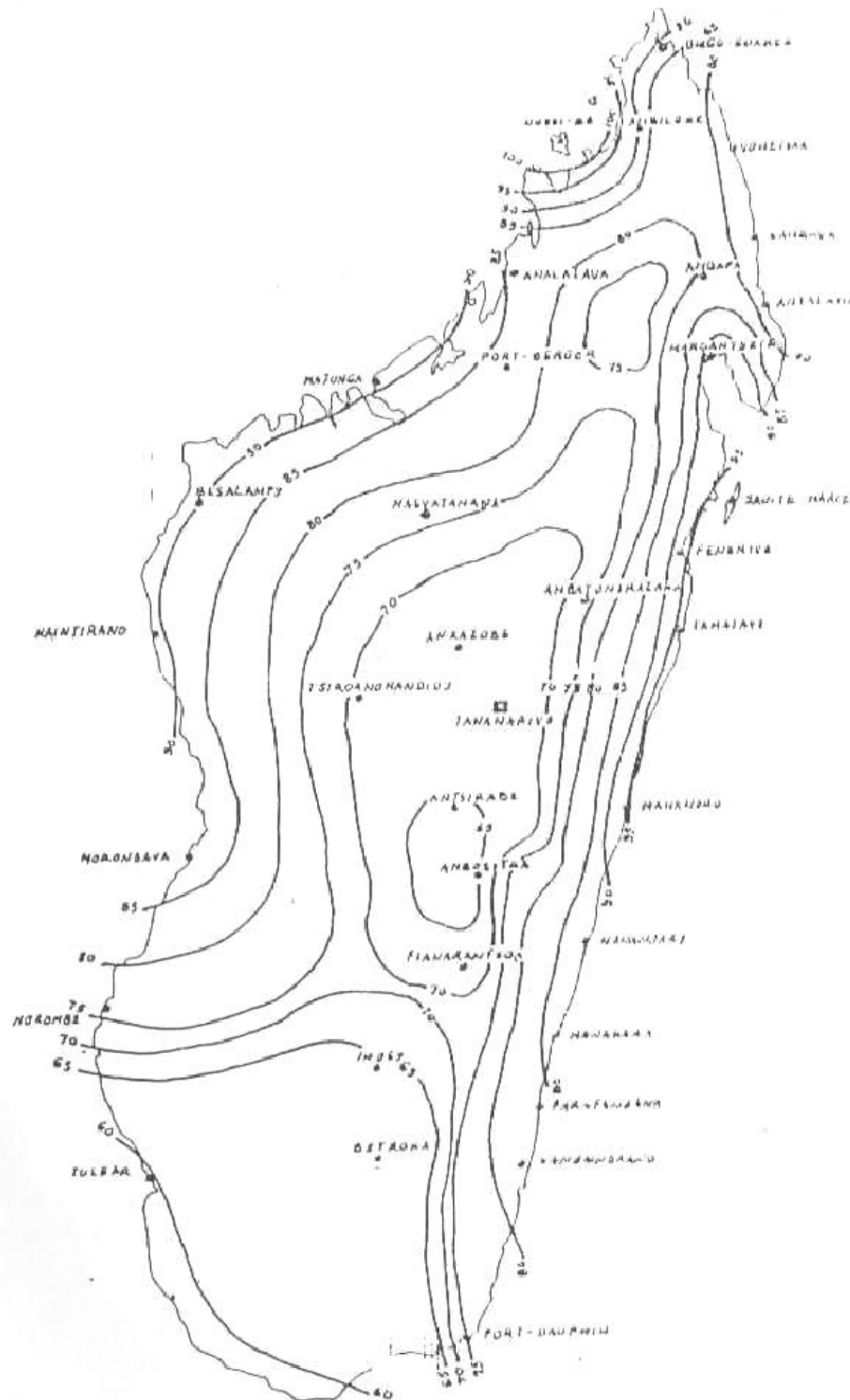
- Audits techniques et financiers, évaluation de projets ;
- Etude d'identification et de faisabilité d'un projet ;
- Etude d'avant-projet et de projet détaillé ;
- Préparation de documents d'appel d'offres d'un projet ;
- Assistance au maître d'ouvrage ;
- Management de projets et contrôle de travaux ;
- Assistance à la gestion de services publics ;
- Formation et perfectionnement du personnel ;
- Montage de projets (études, financement, réalisation).

➤ **Organisation**

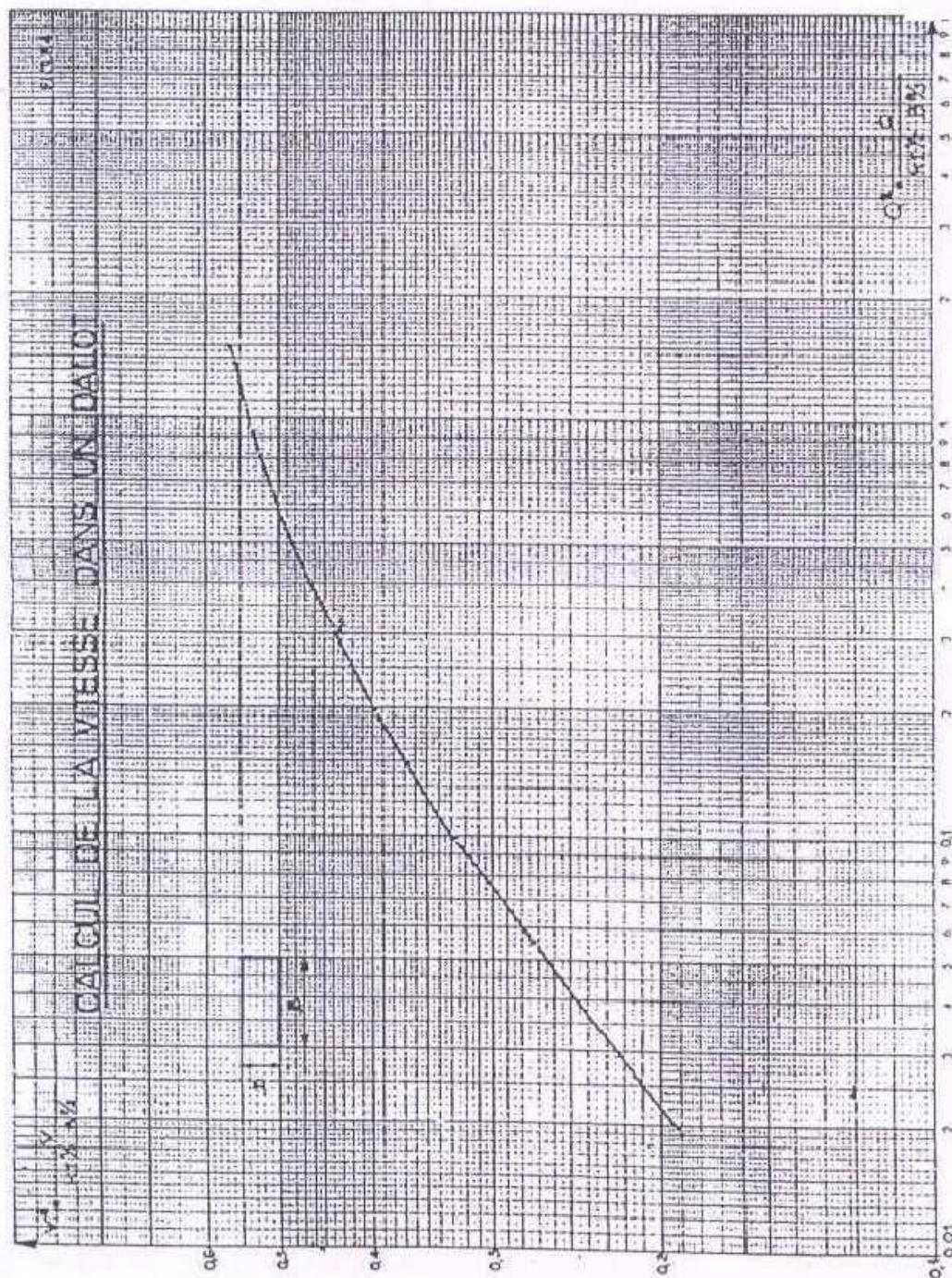
- Des direction fonctionnelles : Direction Générale, Direction Administrative et Financière, Direction des Ressources Humaines, Direction Commerciale.
- Des départements opérationnels intervenant dans un même secteur technique d'activité : Transport, Eau, environnement et Energie ; Développement Institutionnel et Economie.



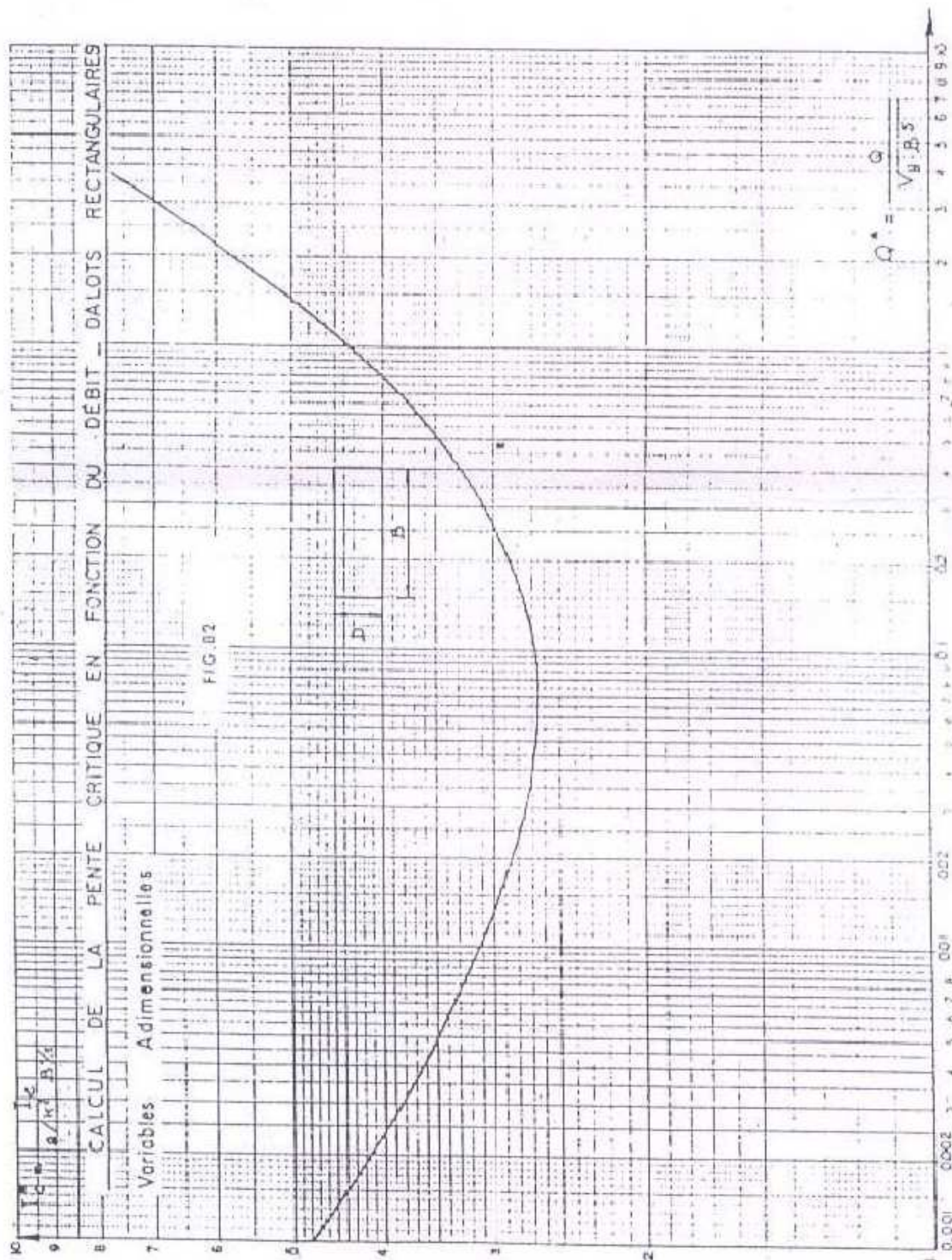
COURBE ISOHYETE



ANNEXE 2 : diagramme pour le calcul de la vitesse dans un dalot

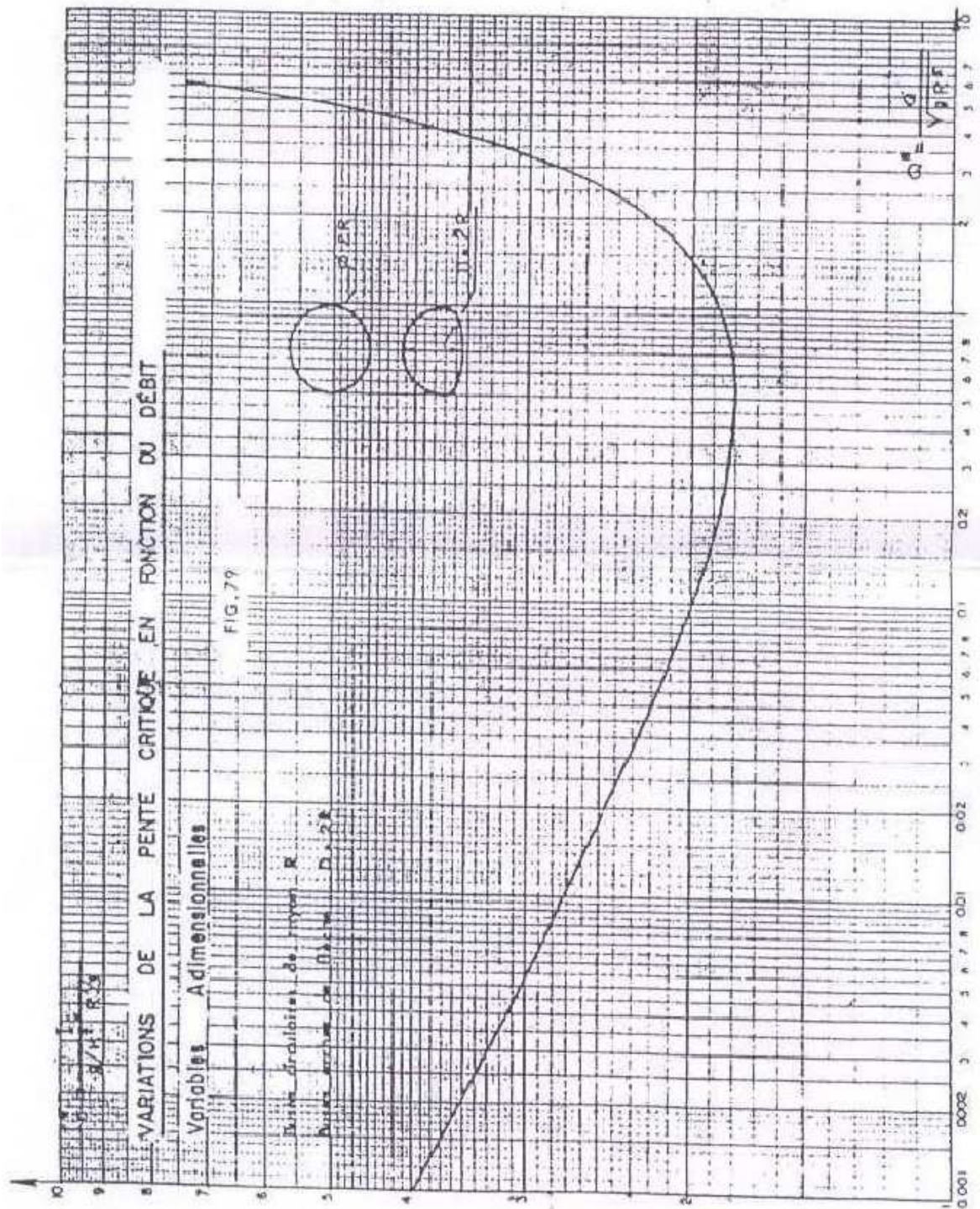


Calcul de la vitesse dans un dalot



Calcul de la pente critique en fonction du débit. Dalots rectangulaires

ANNEXE 4 : Diagramme de la variation de la pente critique en fonction du débit



Variations de la pente critique en fonction du débit.

PROFIL EN TRAVERS TYPE EN DEBLAI ROCHEUX

Echelle 1:25 (A1) - 1:50 (A3)

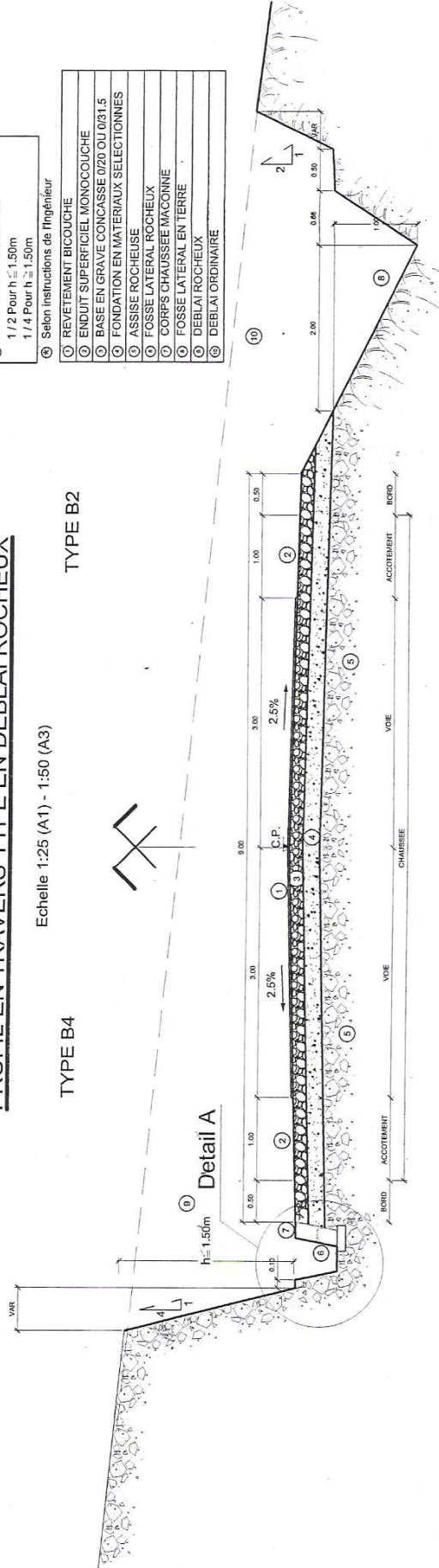
TYPE B4

TYPE B2

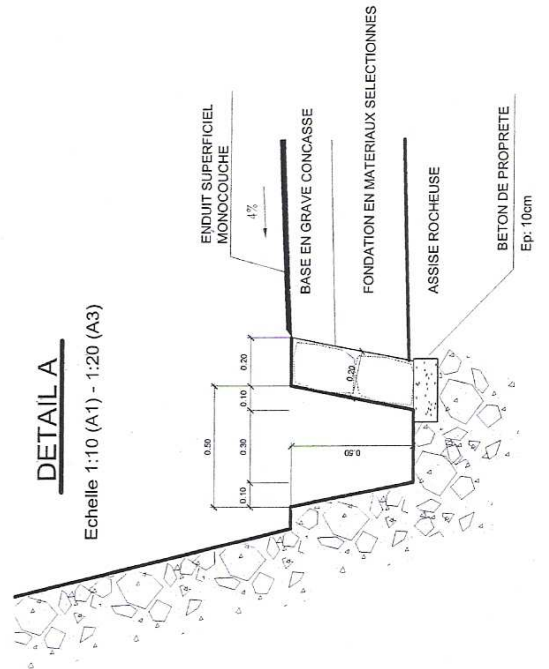
- ⑤ PENTE DE TALUS DEBLAI
1/2 Pour $h \leq 1.50m$
1/4 Pour $h \geq 1.50m$

⑥ Selon instructions de l'ingénieur

- ⑦ REVETEMENT BICOUCHE
- ⑧ ENDUIT SUPERFICIEL MONOCOUCHE
- ⑨ BASE EN GRAVE CONCASSE 0/20 OU 0/31.5
- ⑩ FONDATION EN MATERIAUX SELECTIONNES
- ⑪ ASSISE ROCHEUSE
- ⑫ FOSSE LATERAL ROCHEUX
- ⑬ CORPS CHAUSSEE MAGONNE
- ⑭ FOSSE LATERAL EN TERRE
- ⑮ DEBLAI ROCHEUX
- ⑯ DEBLAI ORDINAIRE



DETAIL A
Echelle 1:10 (A1) - 1:20 (A3)



ETUDES DETAILLEES DE LA RN 13
ENTRE IHOSY ET FORT DAUPHIN

AVANT PROJET DETAILLE

SECTION IHOSY - AMBOVOMBE
PROFIL EN TRAVERS TYPE EN DEBLAI
ROCHEUX

Projet	Etat	Année	Projet	Etat	Année
2007/08	10	2007/08	2007/08	10	2007/08
SOMMAIRE			SOMMAIRE		
CONSULTANT			CONSULTANT		
Maitre d'œuvre			Maitre d'œuvre		
Direction Générale des Opérations			Direction Générale des Opérations		
Cellule de Gestion des Grands Travaux			Cellule de Gestion des Grands Travaux		

⊕ PENTE DE TALUS DEBLAI
1 / 2 Pour $h \leq 1.50m$
1 / 4 Pour $h \geq 1.50m$

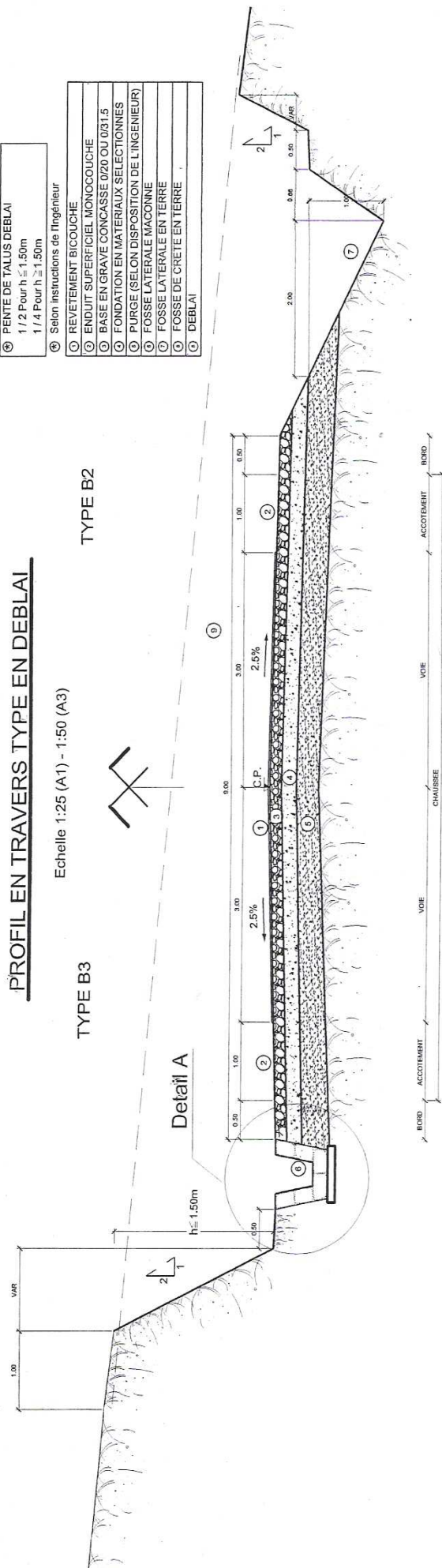
Echelle 1:25 (A1) - 1:50 (A3)

TYPE B3

TYPE B2

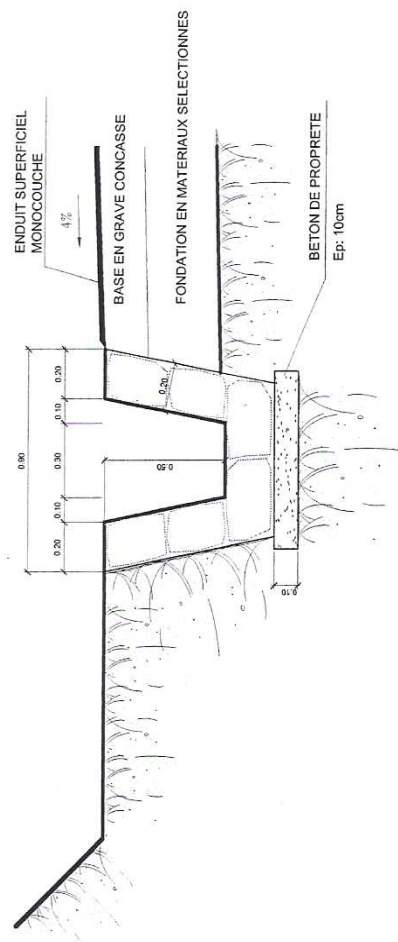
⊛ Selon instructions de l'Ingénieur

- | | |
|---|--|
| 0 | REVETEMENT BICOUCHE |
| 0 | ENDUIT SUPERFICIEL MONOCOUCHE |
| 0 | BASE EN GRAVE CONCASSE 0/20 OU 0/31.5 |
| 0 | FONDATION EN MATERIAUX SELECTIONNES |
| 0 | PURGE (SELON DISPOSITION DE L'INGENIEUR) |
| 0 | FOSSE LATERALE MAÇONNE |
| 0 | FOSSE LATERALE EN TERRE |
| 0 | FOSSE DE CRETE EN TERRE |
| 0 | DEBLAI |



DETAIL A

Echelle 1:10 (A1) - 1:20 (A3)

ETUDES DETAILLEES DE LA RN 13
ENTRE IHOSY ET FORT DAUPHIN

AVANT PROJET DETAILLE

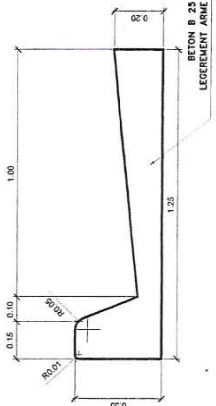
SECTION IHOSY - AMBOVOMBE
PROFIL EN TRAVERS TYPE EN DEBLAI
MEUBLE -2

[illegible]

DETAIL A

SCALE 1:10 (A1) - 1:20 (A3)

TYPE A



© 2006 The Authors
Journal compilation © 2006 Blackwell Publishing Ltd



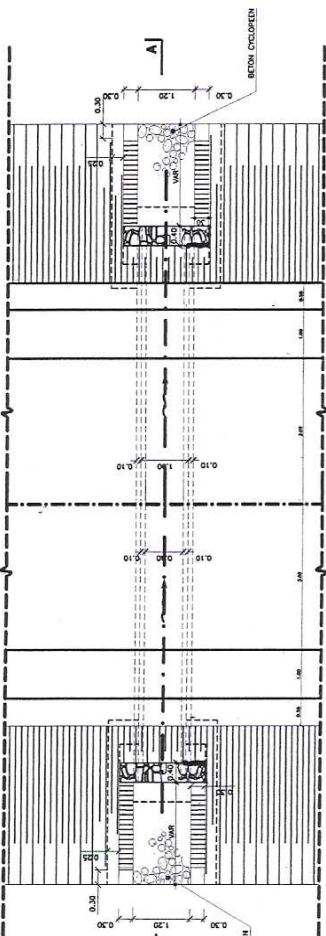
ETUDES DETAILLEES DE LA RN 13
ENTRE HOSY ET FORT DAUPHIN

AVANT PROJET DETAILLE

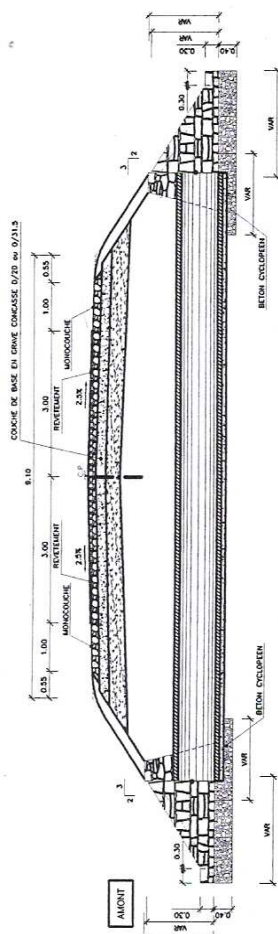
SECTION IHOSY - AMBOVOMBE
PROFIL EN TRAVERS TYPE URBAINE
ET AVEC TRANCHEE DRAINANTE

[illegible]

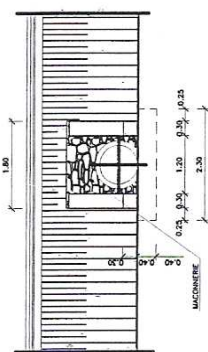
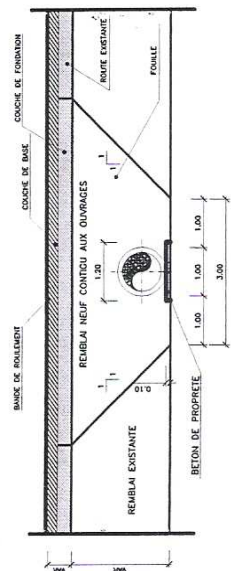
ELEVATION



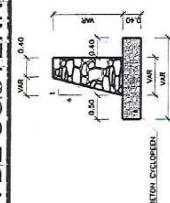
COUPE A-A



DETAILS CONSTRUCTIFS



MUR DE SOUTÈNNEMENT



REPUBLIKAN'I MADAGASIKARA
TANINDRAZANA - FAHAFAHANA - FANDROSOANA

ETUDES DÉTAILLÉES DE LA RN 13
ENTRE IHOSY ET FORT DAUPHIN

AVANT PROJET DETAILLE

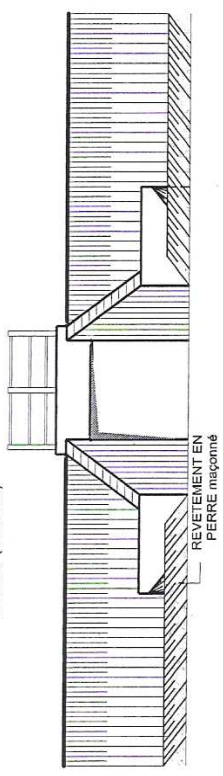
BUSE TYPE 1Ø800

[illegible]

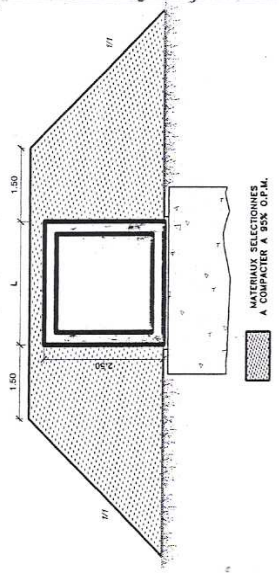
MAITRE D'OEUVRE

Direction Générale des Opérations
Cellule de Gestion des Grands Travaux

VUE E-E
A1:1/50 (A3:1/100)

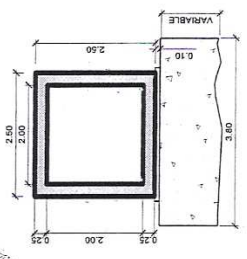


BLOC TECHNIQUE
A1:1/50 (A3:1/100)

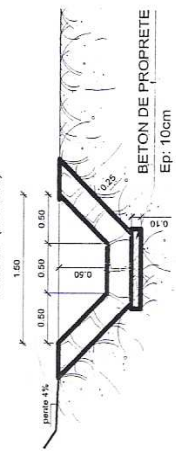


MATÉRIAUX SÉLECTIONNÉS
A COMPACTER A 95% D.P.M.

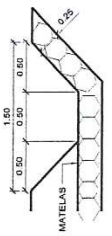
COUPE D-D
A1:1/50 (A3:1/100)



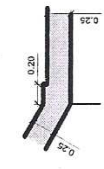
COUPE H-H
A1:1/25 (A3:1/50)



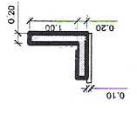
DETAIL B
A1:1/25 (A3:1/50)



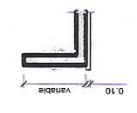
DETAIL A
A1:1/25 (A3:1/50)



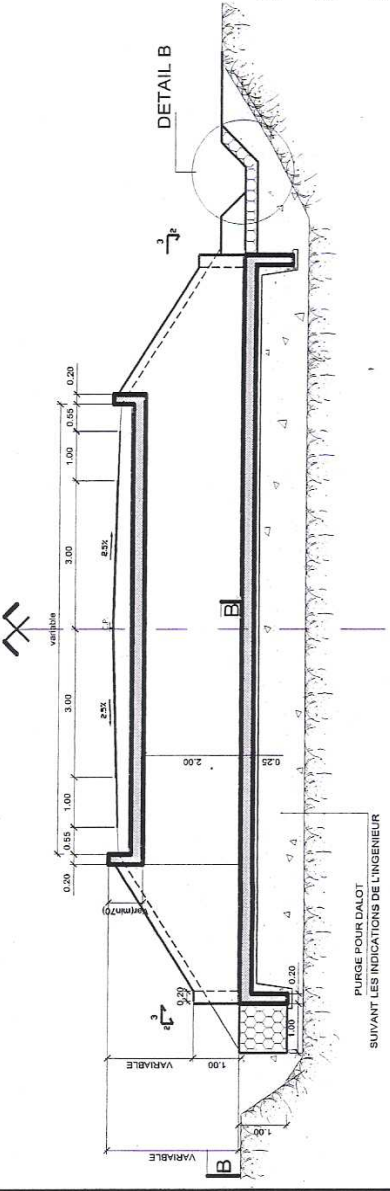
COUPE G-G
A1:1/50 (A3:1/100)



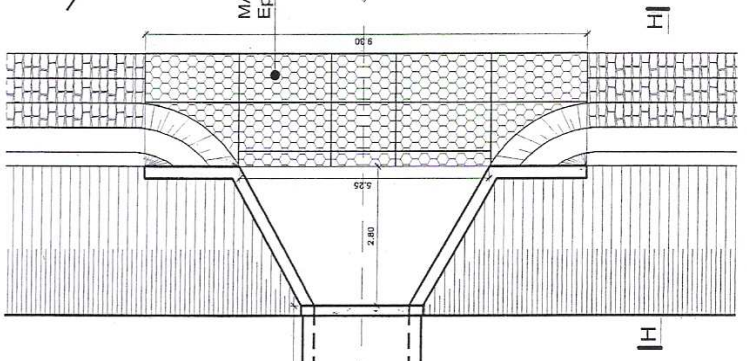
COUPE F-F
A1:1/50 (A3:1/100)



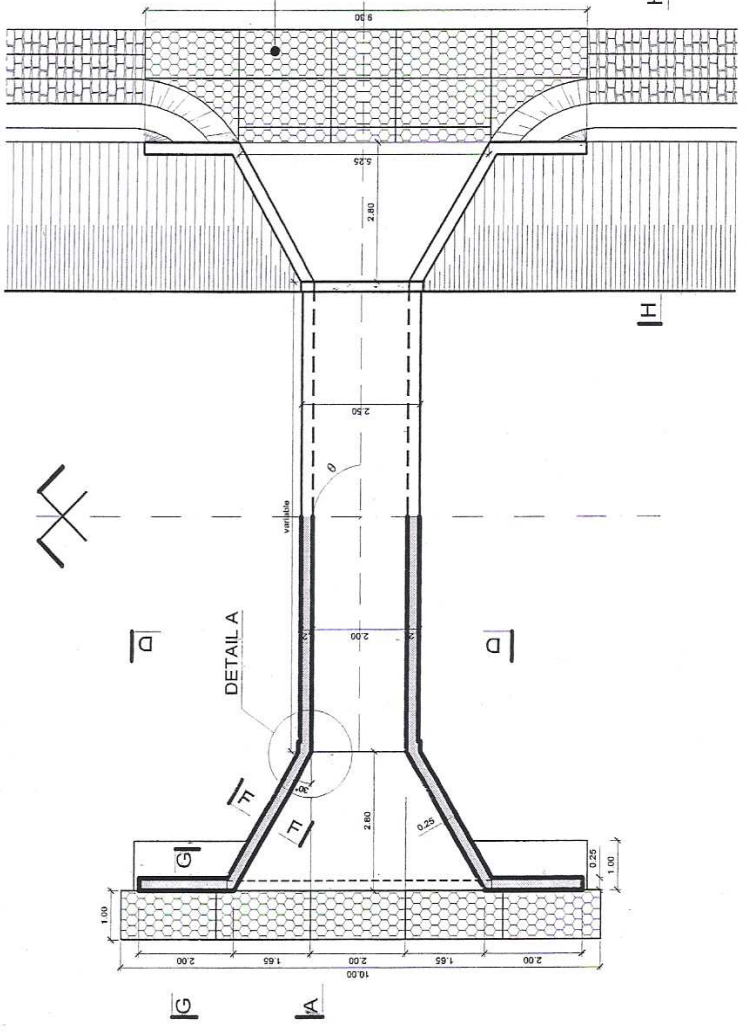
COUPE A-A A1:1/50 (A3:1/100)



VUE EN PLAN
A1:1/50 (A3:1/100)



COUPE B-B
A1:1/50 (A3:1/100)



REPUBLIKAN'J MADAGASIKARA
TANINDRAZANA - FAHAFAHANA - FANDROSONANA
ETUDES DETAILLEES DE LA RN 13
ENTRE IHOSY ET FORT DAUPHIN

AVANT PROJET DETAILLE

DALOT 2.00 x 2.00
PLAN DE COFFRAGE

PROJET		DATE		REVISION	
1	28.02.06	01	01	01	01
CONSEILLANT		MAITRE D'OEUVRE		Direction Générale des Opérations	
BOSON		BOSON		Cellule de Gestion des Grands Travaux	

NOM : **ANDRIANTEFINIAINA**

PRENOM : **Jean Patrick**

Adresse : Lot II E 2 ZL Ter Ambatokaranana Ampasapito
ANTANANARIVO (101)

Tél : **032 04 104 07**

E-mail : peanjhat@yahoo.fr

Nombre de pages : 92

Nombre de photos : 09

Nombres de tableaux : 48

THEME :

**CONTRIBUTION ETUDE DE REHABILITATION DE LA ROUTE NATIONALE RN13
RELIANT IHOSY ET FORT DAUPHIN
(DU PK 30+000 AU PK 49+800)**

RESUME

Ce mémoire de fin d'étude concerne la réhabilitation de la Route Nationale n°13, du PK30+000 au PK49+800. Un réseau routier qui mérite bien l'attention des autorités, du fait de la circulation permanente des poids lourds. La réhabilitation consiste à faire le diagnostic de la chaussée pour effectuer un dimensionnement et en déduire les solutions adéquates. Cela nous a permis de constituer les trois parties de ce mémoire qui sont : la présentation générale, l'étude technique et financière et enfin financière et étude d'impacts du projet.

Mots clés : réhabilitation, dimensionnement, assainissement, chaussée, coût du projet.

Rapporteur : Monsieur **Andrianirina RANDRIANTSIMBAZAFY**