

## **SOMMAIRE**

### **REMERCIEMENTS**

### **LISTES**

**Liste des abréviations**

**Liste des figures**

**Liste des photos**

**Liste des tableaux**

**Liste des annexes**

### **INTRODUCTION GENERALE**

## **PARTIE I : ENVIRONNEMENT DU PROJET**

### **I. PRESENTATION DE L'ARM**

- 1. Création**
- 2. Mission**
- 3. Domaines d'activités**
- 4. Moyens humains**
- 5. Partenaires**
- 6. Financements**
- 7. Les attributions de l'ARM**

### **II. PRESENTATION GENERAL DU PROJET**

- 1. Localisation du Projet**
- 2. Objet**
- 3. But**
- 4. Historique de la RN44**

**5. La structure**

**III. MONOGRAPHIE DE LA ZONE D'ETUDE**

- 1. Présentation des Communes traversées**
- 2. Milieu physique**
- 3. Milieu humain**
- 4. Secteur économique**

**PARTIE II : ETUDES TECHNIQUES**

**I. GENERALITES SUR L'ENTRETIEN ROUTIER**

- 1. Différents types d'Entretien**
- 2. Entretien Courant d'une Route Non Revêtue**

**II. LES MATERIAUX ROUTIERS**

- 1. Provenance des matériaux**
- 2. Qualité des matériaux**
- 3. Corps de chaussée**

**III. ETUDE DU TRAFIC**

- 1. Généralités**
- 2. Le trafic passé**
- 3. Le trafic actuel**
- 4. Trafic futur**

**IV. AUSCULTATIONS VISUELLES OU RELEVES DES DEGRADATIONS**

**V. ETUDE HYDRAULIQUE ET HYDROLOGIQUE**

- 1. Généralités**
- 2. Localisation des ouvrages**

5. Etude de dalot
6. Exemples de vérification de capacité d'évacuation

## **VI. LA CHAUSSEE EXISTANTE**

1. Etat générale
2. Méthode de dimensionnement
3. Exemple de dimensionnement

## **PARTIE III: EVALUATION DU PROJET**

### **I. MODE D'EVALUATION DU PROJET**

1. Cout des Travaux
2. Définition des prix
3. Devis quantitatif
4. Devis estimatif

### **II. LES TECHNIQUES D'EXECUTION DES TRAVAUX**

1. DISPOSITIONS GENERALES
2. TERRASSEMENTS
3. ASSAINISSEMENTS
4. CHAUSSEE
5. OUVRAGE

### **III. CONTROLE ET SURVEILLANCE DES TRAVAUX**

1. Considération générale sur le contrôle
2. Le contrôle de la qualité des matériaux
3. Le contrôle des conditions de mise en œuvre

## **CONCLUSION GENERALE**

## **BIBLIOGRAPHIE**

## **ANNEXES**

## REMERCIEMENTS

A l'occasion de l'achèvement de ce mémoire de fin d'études, nous voudrions exprimer nos vifs remerciements à :

- DIEU tout puissant qui nous a donné le courage et la patience pour parfaire la présente étude ;
- Monsieur RAMANANTSIZEHENA Pascal, Directeur de l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo, pour sa collaboration et sa volonté de diriger durant nos études à l'ESPA ;
- Monsieur RABENATOANDRO Martin, Maître de conférences, Chef du Département BTP à l'ESPA ; ses conseils et ses directives nous ont aidés à l'élaboration de cet ouvrage ;
- Monsieur RALAIARISON Moïse, Maître de conférences à l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo et Rapporteur du présent mémoire, qui a fourni tous ses efforts et tous ses conseils afin de mener à bon terme ce présent mémoire ;
- Tous les honorables Membres du Jury, qui malgré leurs lourdes responsabilités, ont bien voulu accepter d'examiner ce mémoire ;
- Monsieur le Directeur Général de l'Autorité Routière de Madagascar, qui a bien voulu nous accepter au sein de son établissement pour effectuer un stage de fins d'études ;
- Monsieur ANDRIAMAROLAHY RANAIVOSON Armand Grégoire, Chef de Division Travaux d'Entretien Courant de l'ARM, pour ses conseils et directives ;
- Monsieur RANDRIANASOLO Manga, Chargé d'Itinéraire Bloc N°3 de l'ARM, pour ses conseils et directives durant notre stage sur terrain ;
- Tous les Enseignants de l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo qui ont contribué à notre formation durant trois (3) ans dans cette école ;
- Toute ma famille et mes amis pour leur soutien moral et financier ;
- Et à tous ceux qui, de près ou de loin ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

## LISTE DES ABREVIATIONS

ARM: Autorité Routière de Madagascar ;

BAD: Banque Africaine de Développement ;

BM: Banque Mondiale ;

BTP: Bâtiment et Travaux Publics ;

BV: Bassin versants ;

CBR: Californian Bearing Ratio ;

CEBTP: Centre d'Etudes de Bâtiments et Travaux Publics ;

ES: Equivalent de Sable ;

FER: Fonds d'Entretien Routier ;

GNT: Grave Non Traitée ;

LA: Los Angeles ;

LNTPB: Laboratoire National des Travaux Publics et du Bâtiment ;

MDE: Micro-Déval en présence d'eau ;

MJA: Moyenne Journalière Annuel ;

MS: Matériau Sélectionné ;

MTPM: Ministère des Travaux Publics et de la Météorologie ;

OPM: Optimum Proctor Modifié ;

PCD: Plan Communal de Développement ;

PK: Point Kilométrique ;

PL: Poids lourds ;

RN: Route Nationale ;

RRL: Road Research Laboratory ;

TMJ: Trafic Moyen Journalier ;

TVA : Taxe sur les Valeurs Ajoutées ;

ZP: Zandarimariam-Pirenena.

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Domaines d'activités de l'ARM.....	2
Figure 2 : Moyens humains de l'Entreprise.....	3
Figure 3 : les Partenaires de l'ARM.....	4
Figure 4 : Les sources de financements de l'ARM.....	4
Figure 5 : Situation géographique de la zone d'études.....	6
Figure 6 : Caractéristiques d'un BV.....	53
Figure 7 : Caractéristiques d'un fossé de pieds.....	57

## LISTE DES PHOTOS

Photo 1 : Logo de l'ARM.....	2
Photo 2 : Couche de roulement en MS.....	8
Photo 3 : Tôles ondulées.....	17
Photo 4 : Nids-de-poules.....	18
Photo 5 : Bourbier.....	<b>19</b>
<b>Ravinement.....</b>	<b>19</b>
Photo 6 : rigoles d'érosion.....	20
Photo 7 : Arrosage.....	87
Photo 8 : malaxage.....	87
Photo 9 : Nivellement de la plateforme.....	90
Photo 10 : Compactage.....	90

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Pluviométrie de la Région Alaotra.....	10
Tableau 2 : Température.....	10
Tableau 3 : Démographie de la Commune d'Ambandrika et de Feramanga.....	11
Tableau 4 : taux d'accroissement naturel.....	12
Tableau 5 : Répartition agricole de la zone.....	13
Tableau 6 : Evolution et Entretien des dégradations.....	21
Tableau 7 : Classification des véhicules.....	27
Tableau 8 : Coefficient d'agressivité.....	29
Tableau 9 : Facteur de correction $\alpha$ .....	30
Tableau 10 : coefficient correcteur $\beta$ .....	30
Tableau 11: Tableau état des lieux et d'aménagements.....	32
Tableau 12 : Localisation des fossés latéraux sur le tronçon.....	51
Tableau 13 : Localisation des buses sur le tronçon.....	52
Tableau 14 : Localisation des dalots.....	52
Tableau 15 : Coefficient de ruissèlement.....	55
Tableau 16 : Coefficient de rugosité K.....	58
Tableau 17 : Usure annuelle des routes non revêtues.....	64
Tableau 18 : Catégories du trafic.....	65
Tableau 19 : Devis quantitatif des Travaux.....	76
Tableau 20 : Bordereau de Détail Estimatif de la RN 44 Nord.....	82

## **LISTE DES ANNEXES**

ANNEXE N°1 : Charte Routière.....	1a
ANNEXE N°2 : MATRICULE ROUTIERE.....	17a
ANNEXE N°3 : ABAQUES DE DIMENSIONNEMENTS.....	20a
ANNEXE N°4 : Dimensionnement de Chaussée.....	23a
ANNEXE N°5 : Dimensionnement des Ouvrages Hydrauliques.....	26a
ANNEXE N°6 : Quantité Prévisionnelle des Matériaux.....	34a
ANNEXE N°7 : Exemple de Sous Détail de Prix.....	37a
ANNEXE N°8 : Photos d'exécution des Travaux.....	40a

## REMERCIEMENTS

A l'occasion de l'achèvement de ce mémoire de fin d'études, nous voudrions exprimer nos vifs remerciements à :

- DIEU tout puissant qui nous a donné le courage et la patience pour parfaire la présente étude ;
- Monsieur RAMANANTSIZEHENA Pascal, Directeur de l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo, pour sa collaboration et sa volonté de diriger durant nos études à l'ESPA ;
- Monsieur RABENATOANDRO Martin, Maître de conférences, Chef du Département BTP à l'ESPA ; ses conseils et ses directives nous ont aidés à l'élaboration de cet ouvrage ;
- Monsieur RALAIARISON Moïse, Maître de conférences à l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo et Rapporteur du présent mémoire, qui a fourni tous ses efforts et tous ses conseils afin de mener à bon terme ce présent mémoire ;
- Tous les honorables Membres du Jury, qui malgré leurs lourdes responsabilités, ont bien voulu accepter d'examiner ce mémoire ;
- Monsieur le Directeur Général de l'Autorité Routière de Madagascar, qui a bien voulu nous accepter au sein de son établissement pour effectuer un stage de fins d'études ;
- Monsieur ANDRIAMAROLAHY RANAIVOSON Armand Grégoire, Chef de Division Travaux d'Entretien Courant de l'ARM, pour ses conseils et directives ;
- Monsieur RANDRIANASOLO Manga, Chargé d'Itinéraire Bloc N°3 de l'ARM, pour ses conseils et directives durant notre stage sur terrain ;
- Tous les Enseignants de l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo qui ont contribué à notre formation durant trois (3) ans dans cette école ;
- Toute ma famille et mes amis pour leur soutien moral et financier ;
- Et à tous ceux qui, de près ou de loin ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

## LISTE DES ABREVIATIONS

ARM: Autorité Routière de Madagascar ;

BAD: Banque Africaine de Développement ;

BM: Banque Mondiale ;

BTP: Bâtiment et Travaux Publics ;

BV: Bassin versants ;

CBR: Californian Bearing Ratio ;

CEBTP: Centre d'Etudes de Bâtiments et Travaux Publics ;

ES: Equivalent de Sable ;

FER: Fonds d'Entretien Routier ;

GNT: Grave Non Traitée ;

LA: Los Angeles ;

LNTPB: Laboratoire National des Travaux Publics et du Bâtiment ;

MDE: Micro-Déval en présence d'eau ;

MJA: Moyenne Journalière Annuel ;

MS: Matériau Sélectionné ;

MTPM: Ministère des Travaux Publics et de la Météorologie ;

OPM: Optimum Proctor Modifié ;

PCD: Plan Communal de Développement ;

PK: Point Kilométrique ;

PL: Poids lourds ;

RN: Route Nationale ;

RRL: Road Research Laboratory ;

TMJ: Trafic Moyen Journalier ;

TVA : Taxe sur les Valeurs Ajoutées ;

ZP: Zandarimariam-Pirenena.

## LISTE DES FIGURES

Figure 8 : Domaines d'activités de l'ARM.....	2
Figure 9 : Moyens humains de l'Entreprise.....	3
Figure 10 : les Partenaires de l'ARM.....	4
Figure 11 : Les sources de financements de l'ARM.....	4
Figure 12 : Situation géographique de la zone d'études.....	6
Figure 13 : Caractéristiques d'un BV.....	53
Figure 14 : Caractéristiques d'un fossé de pieds.....	57

## LISTE DES PHOTOS

Photo 11 : Logo de l'ARM.....	2
Photo 12 : Couche de roulement en MS.....	8
Photo 13 : Tôles ondulées.....	17
Photo 14 : Nids-de-poules.....	8
Photo 15 :	
Bourbier.....	19
Photo.....	
Ravinement.....	19
Photo 16 : rigoles d'érosion.....	20
Photo 17 :	
Arrosage.....	87
Photo 18 : malaxage.....	87
Photo 19 : Nivellement de la plateforme.....	90
Photo 20 : Compactage.....	90

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 21 : Pluviométrie de la Région Alaotra.....	10
Tableau: Température.....	10
Tableau 22 : Démographie de la Commune d' Ambandrika et de Feramanga.....	11
Tableau 23 : taux d'accroissement naturel.....	12
Tableau 24 : Répartition agricole de la zone.....	13
Tableau 25 : Evolution et Entretien des dégradations.....	21
Tableau 26 : Classification des véhicules.....	27
Tableau 27 : Coefficient d'agressivité.....	29
Tableau 28 : Facteur de correction $\alpha$ .....	30
Tableau 29 : coefficient correcteur $\beta$ .....	30
Tableau 30: Tableau état des lieux et d'aménagements.....	32
Tableau 31 : Localisation des fossés latéraux sur le tronçon.....	51
Tableau 32 : Localisation des buses sur le tronçon.....	52
Tableau 33 : Localisation des dalots.....	52
Tableau 34 : Coefficient de ruissèlement.....	55
Tableau 35 : Coefficient de rugosité K.....	58
Tableau 36 : Usure annuelle des routes non revêtues.....	64
Tableau 37 : Catégories du trafic.....	65
Tableau38 : Devis quantitatif des Travaux.....	76
Tableau 39 : Bordereau de Détail Estimatif de la RN 44 Nord.....	82

## LISTE DES ANNEXES

ANNEXE N°1 : Charte Routière.....	1a
ANNEXE N°2 : MATRICULE ROUTIERE.....	17a
ANNEXE N°3 : ABAQUES DE DIMENSIONNEMENTS.....	20a
ANNEXE N°4 : Dimensionnement de Chaussée.....	23a
ANNEXE N°5 : Dimensionnement des Ouvrages Hydrauliques.....	26a
ANNEXE N°6 : Quantité Prévisionnelle des Matériaux.....	34a
ANNEXE N°7 : Exemple de Sous Détail de Prix.....	37a
ANNEXE N°8 : Photos d'exécution des Travaux.....	40a

## INTRODUCTION GENERALE

La route reflète l'évolution et le développement d'un pays. Or, dans notre pays, elle est totalement négligée si bien dans leurs constructions que dans leurs Entretiens.

Les dégradations entraînant l'impraticabilité de la plupart de nos routes proviennent le plus souvent de cette négligence de l'Entretien ainsi que les effets de surcharges des poids lourds et l'insuffisance d'évacuation des eaux. La Route Nationale N°44 Nord y fait partie.

En effet, le mauvais état d'un réseau ou d'un tronçon routier implique une baisse de compétitivité de l'import-export et contribue à la stagnation de l'économie.

Dans notre projet intitulé : « Entretien Courant de la RN 44 du PK 159+000 au PK 169+000 », nous nous intéresserons à l'étude et l'exécution des Travaux de son Entretien afin de la maintenir en bon état et d'assurer la sécurité des usagers.

La RN 44 est un réseau important pour l'économie de Madagascar, traversant l'ancienne Sous-préfecture d'Ambatondrazaka, premier grenier à riz de notre grande île et contenant le plus grand lac de Madagascar. Il s'agit d'un axe important pour le ravitaillement de toute l'île.

Le présent projet vise, compte tenu de la situation décrite précédemment, à permettre, par l'Entretien Courant d'un tronçon sur la RN 44 Nord d'une longueur de 10Km, à contribuer au maintien de la durée de vie du réseau routier, à améliorer la circulation sur ce tronçon et à contribuer par voie de conséquence à la réalisation d'un transport efficace des biens et des personnes.

Nous aborderons en premier lieu dans ce travail **l'environnement du projet**, ensuite **les études techniques**, enfin **l'évaluation du projet**.

**PARTIE I :**  
**ENVIRONNEMENT DU**  
**PROJET**

## PRESENTATION DE L'ARM

### Création :

L'ARM ou autorité routière de Madagascar est une nouvelle catégorie d'établissement public créée par la loi 2005-046 du 24 Avril 2006 portant création de l'autorité routière. Elle est placée sous la tutelle technique du Ministère des Travaux Publics et de la Météorologie, et sous la tutelle financière du Ministère de l'Economie, des Finances et du Budget.

Elle se situe à l'Immeuble ARM Rue RANAIVO Paul Alarobia ANTANANARIVO 101.

### Photo 21 : Logo de l'ARM



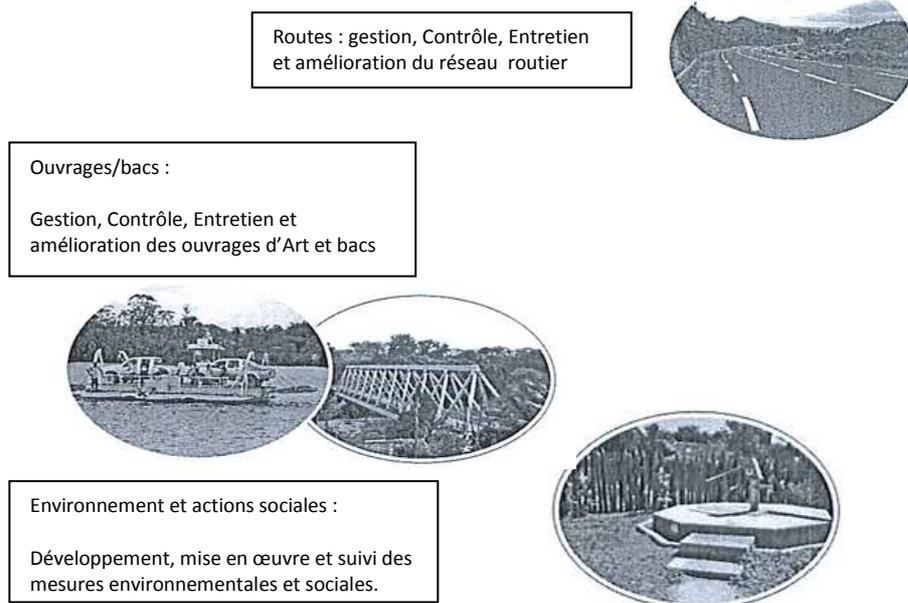
### Mission :

L'ARM a pour mission :

- d'assurer la maîtrise d'ouvrage délégué dans le domaine des infrastructures routières ;
- de se charger de contrôler, gérer, entretenir, améliorer, exploiter le réseau routier national qui lui est délégué.

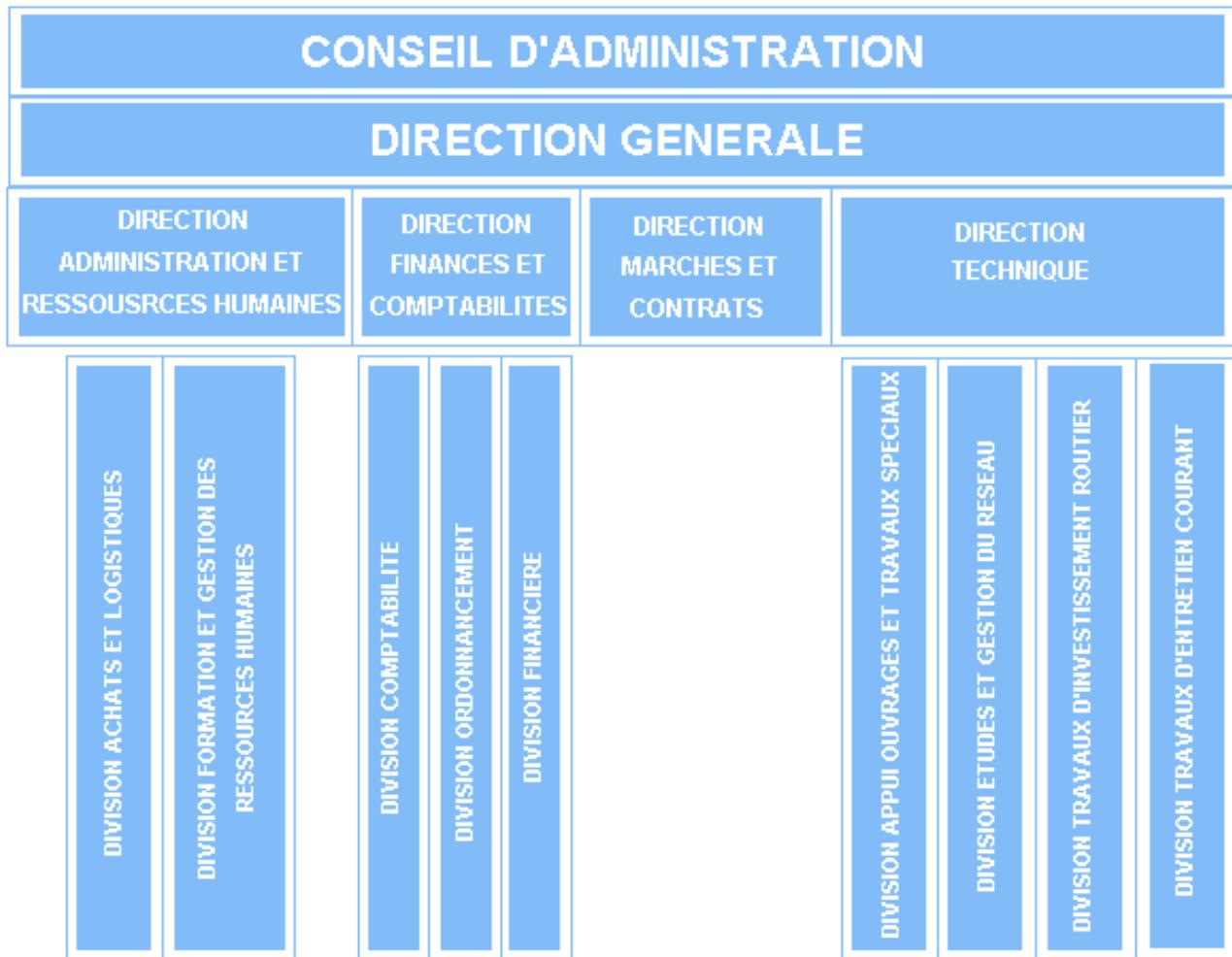
### Domaines d'activités :

Figure 15 : Domaines d'activités de l'ARM



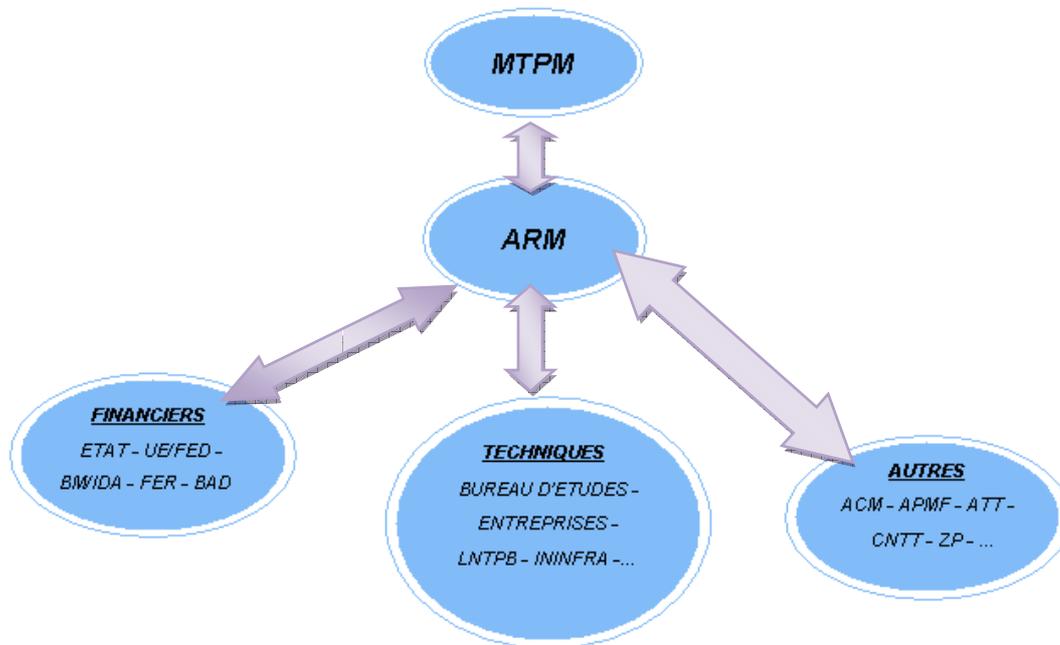
**Moyens humains :**

**Figure 16 : Moyens humains de l'Entreprise**



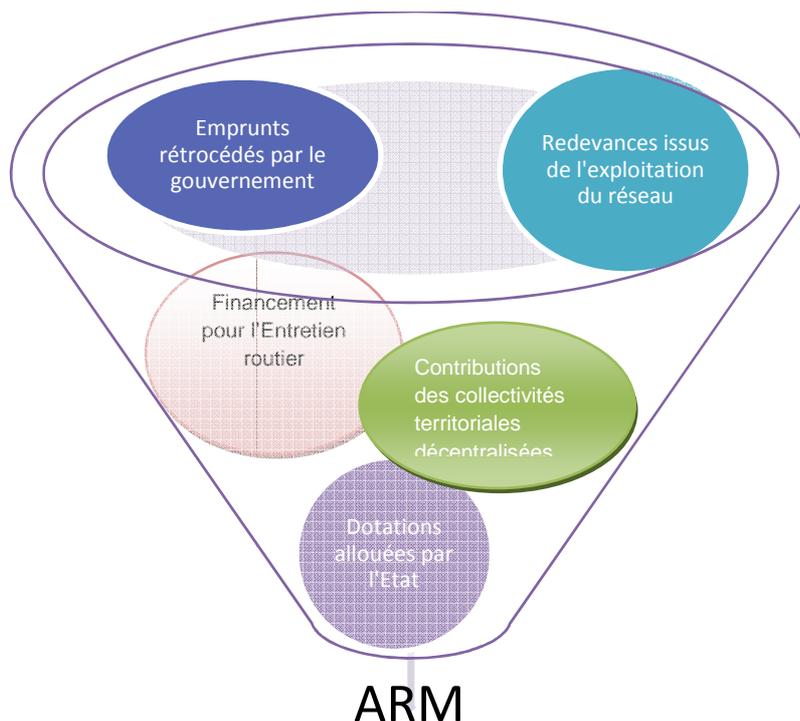
Partenaires :

Figure 17 : les Partenaires de l'ARM



Financements :

Figure 18 : Les sources de financements de l'ARM.



**Les attributions de l'ARM :**

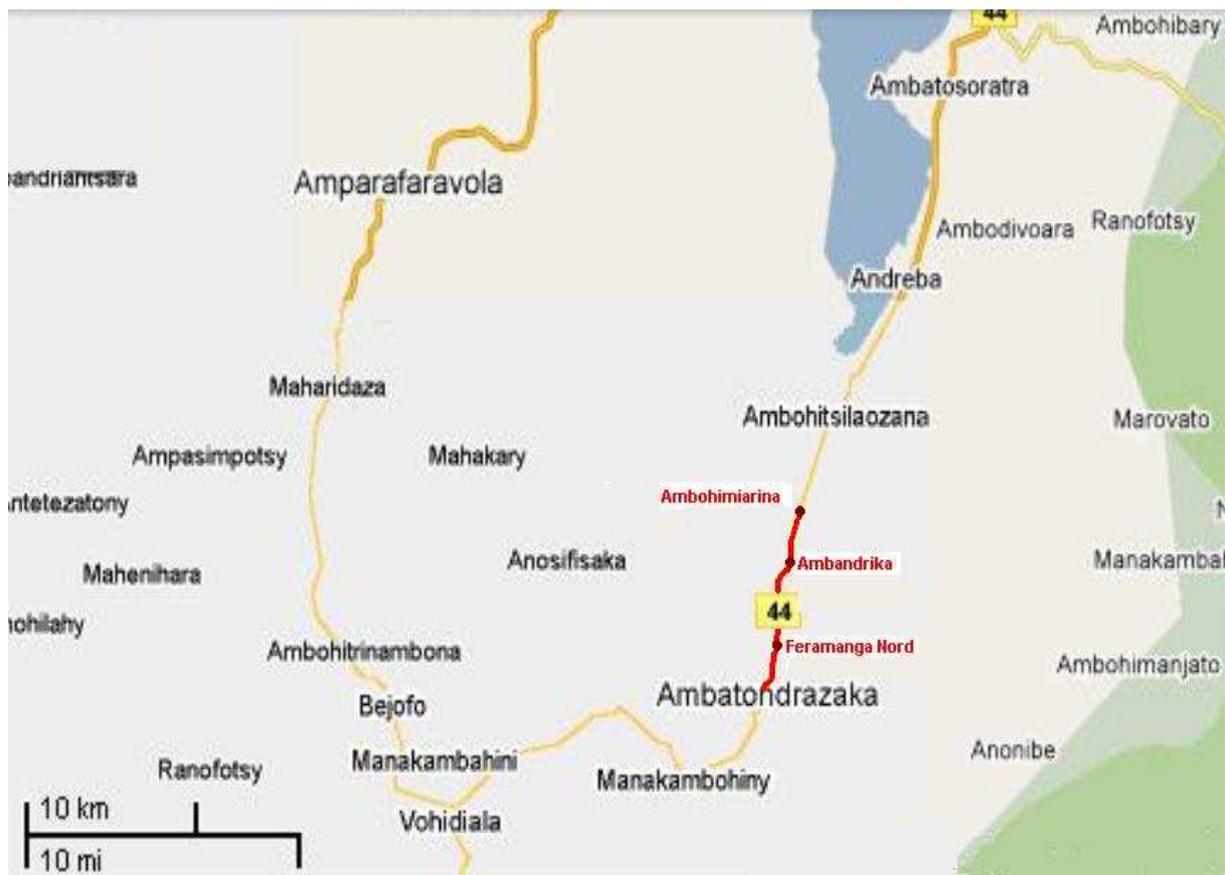
- Exécution de missions de maîtrise d'ouvrage déléguée afférentes à l'amélioration et à l'Entretien du réseau routier ;
- Contribution au développement des normes pour les routes et Travaux Routiers ;
- Contribution au développement des études d'ingénierie, sur la circulation, environnementales, sociales et économiques pour l'Entretien, la sécurité et l'amélioration du réseau national routier ;
- Contribution au développement des systèmes de gestion du patrimoine routier pour le réseau national ;
- Evaluation des besoins en Entretien et en Réhabilitation pour le réseau national routier ;
- Exécution de mission de maîtrise d'œuvre ;
- Acquisition pour le compte de l'Etat, propriétaire des terrains pour les Travaux Routiers y compris les emprunts gîtes et carrières nécessaires aux Travaux ;
- Délégation de l'Entretien et de la protection de toutes les routes, tout pont ou bac du réseau national routier ;
- Conseil technique et appui au Gouvernement ;
- Contribution à la recherche, à l'éducation et à la formation se rapportant à la gestion routière et aux Travaux Routiers ;
- Gestions des concessions des Routes Nationales à péage ;
- Mise en œuvre de toute autre attribution afférente aux routes formellement requise par le Ministère de Tutelle.

## PRESENTATION GENERAL DU PROJET

### II. 1. Localisation du Projet :

Le tronçon étudié se situe dans la Région d'Alaotra – Mangoro, plus précisément sur la Route Nationale N°44 Nord (RN 44 Nord) en partant d'Ambatondrazaka au PK 159+000 jusqu'à Ambohimiarina au PK 169+000. Ce tronçon est en état de dégradation.

Figure 19 : Situation géographique de la zone d'études.



## **II. 2. Objet :**

Le Projet s'intègre dans le cadre des Travaux d'Entretien Courant de la RN 44 Nord du PK 159+000 (Ambatondrazaka) au PK 179+000 (Angoja).

## **II. 3. But :**

Le Projet consiste à remédier aux problèmes rencontrés pendant la période de crue et à l'Entretien Améliorant de la chaussée et de ses dépendances.

Ces Travaux permettent :

- de maintenir la route en bon état ;
- d'améliorer la circulation ;
- d'assurer la sécurité des usagers.

## **II. 4. Historique de la RN44 :**

L'historique de la chaussée permet de faciliter la connaissance des conditions de construction et des Entretien antérieurs de la chaussée. La qualité des études est liée à la qualité des informations disponibles sur l'historique de la chaussée ; pour cela une documentation auprès de l'Autorité Routière de Madagascar est indispensable pour bien assimiler la méthodologie de la construction de la chaussée. Dans notre cas, le Matricule routier de la RN 44 est donné en Annexe N° 2.

Les derniers Travaux de Réhabilitation de notre tronçon (RN 44 Nord) datait de 2007 par l'ENTREPRISE SNCTPC/SMATP.

## **II. 5. La structure :**

La RN 44 Nord est en majeure partie en remblai, la largeur de la chaussée varie de 5.00 à 6.50m. C'est une Route Non Revêtue (RNR).

C'est en 2007 qu'a été réalisée la dernière intervention (réhabilitation), ce tronçon est composé :

- d'une plateforme ;
- d'une couche de fondation ;
- d'une couche de surface ou couche de roulement.

Ces couches sont successivement superposées pour absorber les contraintes venant de la couche de roulement.

**Plateforme :**

La plateforme est constituée par le sol naturel de l'emprise de la chaussée.

**Couche de fondation :**

Notre couche de fondation est réalisée avec du sable limoneux. Son épaisseur varie selon le trafic.

**Couche de roulement :**

C'est la couche qui est en contact direct avec les charges pneumatiques. Elle est la couche supérieure de la chaussée.

Pour notre tronçon, la couche de roulement est réalisée avec des matériaux sélectionnés (MS) de 20 cm d'épaisseur.

**Photo 22 : Couche de roulement en MS**



## **MONOGRAPHIE DE LA ZONE D'ETUDE :**

### **III. 1. Présentation des Communes traversées :**

Notre tronçon traverse la Commune de Feramanga Nord et la Commune d'Ambandrika. Ces deux Communes appartiennent à la Sous Préfecture d'Ambatondrazaka Région d'Alaotra-Mangoro et ex-Province de Tamatave.

### **III. 2. Milieu physique :**

#### **III. 2. 1. Altitude :**

Le Projet se trouve à peu près à la même altitude qu'Ambatondrazaka qui est de 780m.

#### **III. 2. 2. Relief et paysages :**

Sur le plan général, cette zone a une topographie moins accidentée par rapport à d'autres. Elle est déterminée au Nord par la rivière de Manamontana et est caractérisée aussi par l'existence d'une vaste surface de baibofo propice pour les cultures maraîchères.

#### **III. 2. 3. Conditions climatiques :**

Apparemment le climat est tropical et ne présente aucune spécificité. La station qui a servi à notre étude se situe à Ambohitsilaozana et les données présentées dans ce sous chapitre ont été relevées de la station synoptique au cours de l'année 2001.

#### ***Pluviométrie :***

La période de pluie débute en octobre. La précipitation maximum enregistrée se situe toujours au mois de Janvier et il décroît au mois d'Avril. La période la plus sèche est en Septembre.

**Tableau 40 : Pluviométrie de la Région Alaotra.**

Station	Altitude (m)	Période	Pluviométrie annuelle (mm)	Nombre de mois		
				Nombre de mois	Nombre de jours	Précipitation (mm)
Ambohitsilaozana	786	1994	1230.3	4	21	19.7
		1995	934.5	5	31	15.5
		1996	1301.1	6	33	14.2
		1997	1092.0	4	26	22.2

Source : BVLac

*Température :***Tableau 41 : Température.**

Station	Altitude (m)	Période	Température moyenne				
			Annuelle	Mois le plus chaud	Mois le plus froid		
Ambohitsilaozana	786	1993	21°2	Mars	23°9	Août	18°0
		1994	20°4	Janv	24°0	Juil	17°5
		1995	20°9	Déc	23°9	Juil	16°8
		1996		Mars	23°9		
		1997	21°4	Déc	23°9	Juil	17°0

Source : BVLac

*Vents :*

La Région montre une prépondérance écrasante des vents de secteur Est quel que soit le mois considéré. En été, l'apparition des courants de mousson interrompt cette prédominance ; mais qu'ils viennent de l'Est ou d'autres secteurs, les vents restent faibles et modérés.

**III. 2. 4. Hydrologie :**

Le seul Bassin Versant qui concerne notre itinéraire se trouve à l'extérieur du Fokontany de Miadampaonina avec une superficie de plus de 450Ha.

### III. 2. 5. Sols :

Le sol rencontré dans cette zone est de type argilo-limoneux favorable pour la riziculture associée à des cultures sèches de plateaux.

### III. 2. 6. Végétations :

Suite à la déforestation effectuée depuis longtemps, cette zone n'a qu'une couverture végétale moins importante dominée essentiellement par des savanes et de forêt de reboisement plus ou moins exploité irrationnellement.

## III. 3. Milieu humain :

### III. 3. 1. Population :

**Tableau 42 : Démographie de la Commune d'Ambandrika et de Feramanga.**

Commune	Superficie (Km2)	Nombre de population totale résidente	Masculin	Féminin	Densité (hab/Km2)
Ambandrika	44	11146	4821	6325	253.32
Feramanga Nord	132	19743	9737	10006	149.57

**Source : PCD Ambandrika et Feramanga Nord (2005)**

### III. 3. 2. Croissance démographique :

#### *Evolution :*

Le taux de croissance durant les trois dernières années est de 4.9%, cette valeur est très supérieure à la moyenne nationale. Ce taux assez élevé s'explique par un phénomène d'immigration dont la Région continue à être l'objet.

#### *Taux de croissance naturel :*

Compte tenu des statistiques sur le taux de natalité et le taux de mortalité, le taux d'accroissement naturel est donné dans le tableau suivant :

**Tableau 43 : taux d'accroissement naturel.**

Commune	Taux de natalité	Taux de mortalité	Taux d'accroissement naturel
Feramanga Nord	3.61	0.6	3.01
Ambandrika	4.06	0.67	3.39

Source : PCD Ambandrika et Feramanga Nord (2005)

### III. 3. 3. Composition et répartition :

#### *Composition ethnique :*

Dans l'Alaotra, les Sihanaka constituent la Grande majorité de la population. Les Merina suivent de très loin et les Betsimisaraka en troisième lieu avant les Betsileo, les Bezanozano et les Antandroy.

#### *Population urbaine et population rurale :*

La population rurale constitue 98.2% de la population totale de la zone d'étude, le taux d'urbanisation est seulement de 1.8%.

### III. 4. Secteur économique :

#### III. 4. 1. Agriculture :

L'Alaotra est le premier grenier à riz de Madagascar. Elle comprend des zones agricoles dans lesquelles sont pratiquées généralement la culture du riz aquatique dans les terrains bas et la culture sur terrain. Cette attribution lui donne un atout non négligeable.

Le riz constitue le produit comme étant la première source de revenu des paysans de ces deux Communes. Les cultures maraichères jouent aussi un rôle important dans le complément des sources de revenus familiaux et ce, grâce à la présence des baibofo qui ont une potentialité énorme pour la production des tomates, concombre, aubergine, oignons, patates douces, haricot, arachide, etc....

**Tableau 44 : Répartition agricole de la zone.**

Commune	Superficie totale cultivable (Ha)	Surface cultivée en riz (Ha)	Surface cultivée sur tanety (Ha)	Surface cultivés sur baibofo (Ha)
Ambandrika	1190	385	70	305
Feramanga	4725	1701	283	1420

**Source : PCD Ambandrika et Feramanga Nord (2005)**

Les produits agricoles sont évacués :

- Dans les marchés locaux ;
- A Antananarivo ;
- Dans toute la grande île.

**Caractéristique des exploitations :**

Les cultures vivrières occupent la totalité des cultures existantes dans cette zone car elles constituent 99.8% des surfaces totales cultivables.

### **III. 4. 2. Elevage :**

Le gros élevage, notamment l'élevage bovin, reste prédominant. Nous dénombrons 7260 têtes de bœufs dans les deux Communes.

L'élevage des autres types de bétail se rapporte essentiellement sur le porc, les caprins, les ovins et les volailles.

### **III. 4. 3. Le marché :**

Deux types de marché se trouvent dans cette zone :

- Les marchés de produits en général : qui constituent les produits agricoles et d'élevages, les produits de première nécessité, les tissus, etc....
- Le marché de bétail.

### **III. 4. 4. Artisanat :**

Les nattes et la poterie est la seule production artisanale des deux Communes. L'artisanat est surtout marqué par l'absence d'ateliers de production faute de moyens et de matériels chez les quelques artisans.

### **III. 4. 5. Transport :**

Nous y trouvons presque tous les moyens de transport terrestre comme :

- Les automobiles ;
- Les motos ;
- Les bicyclettes ;
- La charrette.

**Conclusion partielle :**

**Les enquêtes effectuées dans les Communes traversées par le Projet nous ont permis de savoir que la RN 44 Nord est très utilisée pour pouvoir évacuer les produits locaux, surtout les cultures vivrières de la Région.**

**PARTIE II :**  
**ETUDES**  
**TECHNIQUES**

## GENERALITES SUR L'ENTRETIEN ROUTIER

### II. 6. Différents types d'Entretien :

On distingue deux types d'Entretien Routier :

- ❖ **L'Entretien Curatif** : qui englobe l'Entretien d'urgence et la Réhabilitation ;
- ❖ **L'Entretien Préventif** : qui englobe l'Entretien Périodique et l'Entretien Courant.

C'est d'ailleurs ce dernier point qui fait l'objet de notre travail.

#### Entretien Préventif :

L'Entretien Préventif est réalisé pour :

- Eviter la dégradation des éléments de la chaussée ;
- Maintenir les ouvrages d'assainissements ;
- Restaurer l'imperméabilité de la Couche de Roulement ;
- Maintenir une bonne qualité de la plateforme ;
- Maintenir une bonne condition de confort et de sécurité des usagers.

Il englobe :

#### I. 1. 1. L'Entretien Périodique :

Pour les Routes non Revêtues, l'Entretien Périodique consiste à faire un Reprofilage lourd ou un Rechargement suivi d'une mise en œuvre d'une nouvelle couche de roulement.

#### I. 1. 2. L'Entretien Courant :

Constitué par des opérations locales pour éviter l'apparition des dégradations, il doit être commencé et poursuivi dès le 1<sup>er</sup> jour de mise en service de la route.

L'objectif principal de l'Entretien Courant des Routes non Revêtues est de les maintenir en bon état pour que l'eau puisse s'évacuer rapidement.

L'exécution des Travaux peut être soit :

- Manuellement ;
- Par des équipes mobiles ;
- Par une combinaison de ces deux méthodes.

## II. 7. Entretien Courant d'une Route Non Revêtue :

### I. 2. 1. Les types de dégradations :

#### *Les tôles ondulées :*

Ce sont des ondulations de faible longueur d'onde et qui sont perpendiculaires à l'axe de la chaussée.

Les tôles ondulées sont causés par les actions combinées du vent et de la force tangentielle d'accélération des roues des véhicules et par le manque de teneur en eau.

#### **Photo 25 : Tôles ondulées.**



#### *Les ornières :*

Ce sont des affaissements localisés apparaissant sous le passage des véhicules et pouvant affecter, soit la couche de roulement, soit la chaussée.

Ces affaissements localisés sont causés principalement par l'insuffisance de la portance du sol support ou du corps de la chaussée par rapport au trafic.

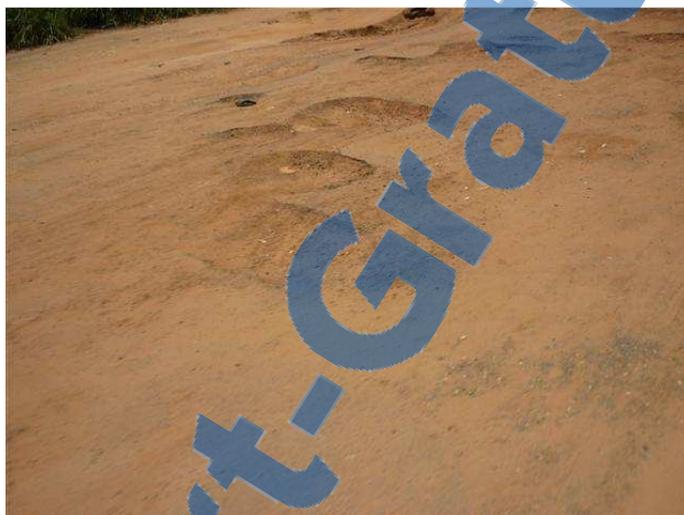
#### *Les nids-de-poules :*

Les nids-de-poules sont des cavités de forme arrondie sur la surface de la couche de roulement.

Ils sont causés par :

- Arrachements localisés de matériaux
- Fondation de qualité insuffisante
- Irrégularité et mauvais compactage du sol support.

**Photo 26 : Nids-de-poules.**



#### *Les bourbiers :*

Ce sont des dégradations qui se manifestent en saison de pluie par la présence de boue profonde, mais en période sèche elle se manifeste par la présence de matériaux poussiéreux.

Les causes principales des bourbiers sont :

- l'insuffisance de portance des sols ;
- l'évolution sans Entretien des dégradations précédentes.

**Photo 27 : Bourbier.**



### *Les ravinements :*

Caractérisés par la présence d'excavation ou ravines de plus ou moins grandes dimensions, longitudinales ou transversales sur la chaussée et les accotements.

Elles sont dues à l'érosion de la surface de roulement par les eaux de ruissellement.

### **Photo 28 : Ravinement.**



### *Les rigoles d'érosions :*

Ce sont des traces d'érosions qui se manifestent sur la chaussée.

Ils sont causés par :

- l'absence de bombement des la chaussée ;
- l'insuffisance des ouvrages d'assainissements.

**Photo 29 : rigoles d'érosion.**



***Le tassement :***

Il se manifeste par la baisse de niveau de la digue apparaissant généralement dans les zones basses.

L'affaissement est dû à :

- l'insuffisance de la portance des sols ;
- congestionnement des ouvrages de franchissement ou d'assainissement.

## I. 2. 2. Les interventions :

Tableau 50 : Evolution et Entretien des dégradations.

Dégradations	Evolutions sans Entretien	Solutions
<b>Tôles ondulées</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>formation de nids de poule.</li> </ul>	Reprofilage léger par grattage
<b>Ornière</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elargissement et approfondissement de l'ornière ;</li> <li>Profil en W.</li> </ul>	Traitement par point-à-temps.
<b>Nids de poules</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Agrandissement du nid de poule ;</li> <li>Bourbiers.</li> </ul>	Traitement par point-à-temps.
<b>Rigoles d'érosions</b>	Ravinements	Traitement par point-à-temps.
<b>Ravinements</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Point noirs ;</li> <li>Rupture de la chaussée.</li> </ul>	Traitement par point-à-temps.
<b>Bourbiers</b>	Approfondissement et élargissement des bourbiers	Traitement par point-à-temps.
<b>Tassement</b>	Rupture de la chaussée	Rehaussement du niveau du remblai

Les résultats de l'analyse de dégradations de la chaussée sur la RN 44 Nord ont permis d'adopter les solutions suivantes :

- **Le Reprofilage léger** pour les tôles ondulés qui sont généralement presque sur tout le long du tronçon ;
- **Le traitement par Point-à-temps** pour le traitement des ornières, les nids de poules, les ravinements, les rigoles d'érosions et les bourbiers. Les dégradations rencontrés tout le long du Projet sont d'assez faible profondeur ;
- **Le rehaussement du niveau du remblai** ;
- **Le Reprofilage lourd** si les dégradations sont profondes.

## LES MATERIAUX ROUTIERS

### II. 1. Provenance des matériaux :

#### Les carrières:

Le choix d'un gisement rocheux dépend de :

- La distance du gisement par rapport au site du Projet ;
- La situation et les moyens d'accès pour l'exploitation ;
- Le volume exploitable ;
- La nature de la roche ;
- Les qualités géotechniques des matériaux.

Qualités géotechniques :

- *Le coefficient Los Angeles (LA)*: permet de donner la résistance de la fragmentation des roches ;
- *Le Micro-Déval (MDE)* : donne la résistance à l'usure des roches ;
- *Le Coefficient d'aplatissement*.

#### Le sol :

##### *Définition :*

On appelle « sol » les matériaux minéraux extraits de la partie meuble de l'écorce terrestre dont les grains sont facilement séparables par agitation dans de l'eau.

##### *Type :*

On distingue :

- Le sol pulvérulent : formé essentiellement des grains grenus dépourvus de cohésion ;
- Le sol cohérent : constitué d'un pourcentage important de particules fines. Ce sol est doté de force de cohésion.

##### *Utilisations :*

Dans le domaine du Génie Civil, les sols sont largement utilisés : soit comme assise de fondation, soit comme matériaux de construction (dans le cas de remblai et de mise en œuvre de couche de roulement en MS).

*Provenance :*

Les sols nécessaires à la construction des remblais et des autres couches de chaussées doivent provenir de gisements situés au plus faible distance possible des lieux d'emploi.

## **II. 2. Qualité des matériaux :**

La bonne qualité géotechnique des matériaux joue un rôle très important au niveau de la solidité de la structure de la route.

La détermination de la bonne qualité des matériaux routiers est faite par des essais qui répondent aux exigences des Technologies de Construction Routière. Ces essais permettent de bien déterminer les caractéristiques des matériaux.

Ces caractéristiques sont :

### **II. 2. 1. Les caractéristiques de compactage :**

- L'indice CBR  $I_{CBR}$ ;
- Le poids volumique sec  $\gamma_d$  ;
- La teneur en eau  $W$ .

### **II. 2. 2. Les caractéristiques de portance :**

Elle est caractérisée par l'indice CBR

### **II. 2. 3. Les caractéristiques physiques :**

- Pourcentage des fines (%F) ;
- Equivalent de sable (ES) ;
- Granulométrie par tamisage ;
- Coefficient de gonflement linéaire  $\lambda$ .

## **II. 3. Corps de chaussée :**

### **II. 3. 1. La couche de fondation :**

La couche de fondation a été réalisée avec du sable limoneux d'épaisseur variant de 20 à 25cm.

### **II. 3. 2. La couche de roulement :**

La couche de roulement a été réalisée avec du matériau sélectionné (MS). Sur notre tronçon la couche de roulement est constituée par du graveleux latéritique ou quartzite comme MS.

## ETUDE DU TRAFIC

### III. 1. Généralités :

Le trafic est le nombre de véhicules circulant sur une route pendant une période donnée (généralement pendant un jour).

Il joue un rôle important lors de la conception de la chaussée du fait qu'il permet de :

- déterminer la structure de la chaussée ;
- dimensionner la route;
- fixer les matériaux de la couche de roulement.

L'étude de trafic comporte :

- l'étude du trafic passé ;
- l'étude du trafic actuel ;
- l'étude du trafic futur.

### III. 2. Le trafic passé :

Le trafic passé est le nombre de véhicules circulant sur la route durant les années passées. La connaissance du trafic permet de :

- Justifier le comportement de la chaussée et de vérifier l'hypothèse de sous-dimensionnement de certaines parties du tronçon ;
- Fournir les informations sur la détermination du trafic futur à l'aide du taux d'accroissement à prendre en compte.

#### Taux d'accroissement du trafic :

Il est obtenu par la formule suivante :

$$i = \frac{100}{n} \times \left[ \frac{T_n}{T_0} - 1 \right]$$

Où :

T<sub>n</sub> : trafic à l'année d'étude n ;

T0 : trafic à l'année de statistique;

n : nb d'années écoulées entre T0 et Tn.

Pour notre cas, on prend la valeur du taux de croissance annuelle du trafic à 6% (cas des Routes en nationales à Madagascar, scénario moyen).

### III. 3. Le trafic actuel :

Le trafic actuel est le trafic qui à circulé au moment de l'étude.

Le comptage des véhicules sur votre tronçon a été fait par des agents de police qui ont effectués le comptage pendant 07 jours consécutifs de 05h à 21h.

#### **Le comptage des véhicules dans notre tronçon a donné :**

TMJ : 390 Véhicules/jour ;

MJA : 28 Véhicules/jour ;

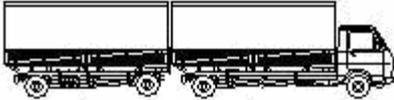
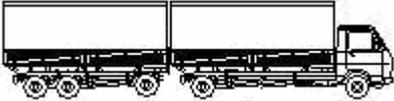
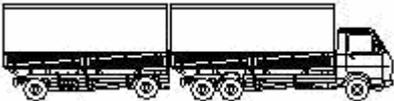
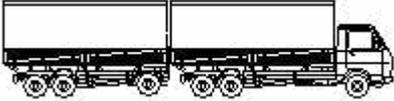
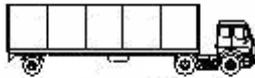
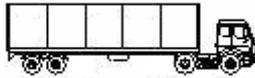
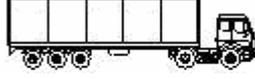
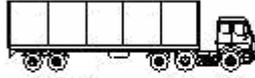
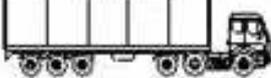
N : 100 Véhicules/jour.

Où :

- TMJ : est le Trafic Moyen Journalier pour toutes catégories de véhicules utilisés pour la méthode de dimensionnement CEBTP ;
- MJA : Moyenne Journalière Annuel des poids lourds utilisé pour la méthode LCPC;
- N : Nombre de poids lourds supérieurs à 30KN ou 3 tonnes/jour ou nombre de poids lourd de Poids Total en charge supérieurs à 3T (méthode LNTPB).

Le comptage du trafic doit tenir compte de la répartition des véhicules selon leur poids, leurs nombres, les dispositions de leurs essieux et leur catégorie.

Tableau 51 Classification des

TYPE	CLASSE	DESCRIPTIONS	SILHOUETTES
Véhicule léger	1	Voiture légère, minibus, véhicule 4x4, 403, 404, 504, 504 bâchés, pick-up, fourgonnette, MB 508, J7, M309.	
Poids lourds	2	Camion à deux essieux simple, autocar, bus	
	3	Camion à trois essieux (1essieu simple + 1essieu tandem)	
	4	1 essieu simple + remorque (2 essieux simples)	
	5	1essieu simple + remorque (1essieu simple + essieu tandem)	
	6	1 essieu tandem + remorque (2 essieux simples)	
	7	1 essieu tandem + remorque (1 essieu simple + 1 essieu tandem)	
	8	3 essieux simples	
	9	2 essieux simples + 1 essieu tandem	
	10	2essieux simples + 1 essieu tandem	
	11	(1essieu simple + 1 essieu tandem) + 1 essieu tandem	
	12	(1 simple + tandem) + tandem	

### III. 4. Trafic futur :

L'étude du trafic futur consiste à estimer le nombre de véhicules qui circuleront sur la route durant sa durée de vie.

Le dimensionnement d'une nouvelle structure dépendra aussi de la connaissance de ce trafic.

**Trafic cumulé de poids lourds pendant la durée de service :**

C'est le nombre cumulé en nombre d'essieu standard de poids lourds à deux essieux qui est symbolisée par la lettre N.

Sa formule est donné par :

$$N = t \times A \times n \times C$$

Avec :

t : trafic moyen journalier en nombre de poids lourds à l'année de mise en service t=100;

n : durée de service en nombre d'années (on prend **5ans** pour les Routes Non Revêtues) ;

A : agressivité des poids lourds ;

C : facteur de cumul.

**Facteur de cumul C :**

Il est donné par l'expression :

$$C = 365 \times \left[ \frac{(1 + i)^n - 1}{n \times i} \right]$$

Avec :

n : durée de service en nombre d'années

i : taux de croissance du trafic (%).

II : ETUDES TECHNIQUES

AN :

$$C = 365 \times \left[ \frac{(1+0.06)^5 - 1}{5 \times 0.06} \right] \quad C = 411,51$$

Coefficient d'agressivité A :

Pour notre étude, nous avons pris le coefficient d'agressivité moyen qui est donné par ce tableau :

**Tableau 52 : Coefficient d'agressivité.**

Structure de la chaussée	Trafic moyen	Trafic faible
Bitumineux souple	0.8	0.5
Semi rigide	1.3	0.8
Mixte – matériaux bitumineux	0.8	0.5
MLTH	1.5	0.8
GRH	1.0	1.0
Sol – GNT - GB ≥ 20cm	1.0	1.0

D'où  $A = 1$

**Calcul de trafic futur en nombre cumulé N :**

$$N = 100 \times 1.00 \times 5 \times 411.51$$

II : ETUDES TECHNIQUES

N = 205 755 essieux

**Prévision du trafic supérieur à 3 tonnes dans les deux sens :**

Si le taux de croissance  $i \leq 10\%$  et la durée de service  $n \leq 15$  ans, le trafic corrigé est donné par la relation suivante :

$$N = \alpha \times \beta \times N$$

où :

$\alpha$  : coefficient correcteur correspondant aux taux d'accroissement du véhicule donné par le tableau suivant :

**Tableau 53 : Facteur de correction  $\alpha$ .**

Taux de croissance (%)	Facteur de correction $\alpha$
6	0.73
8	0.85
10	1.00
12	1.17
15	1.50

$\beta$  : coefficient correcteur correspondant à la durée de vie de la chaussée, il est donné par :

**Tableau 54 : coefficient correcteur  $\beta$  :**

Durée de vie (ans)	Facteur de correction $\beta$
8	0.36
10	0.50
15	1
20	1.8

AN :

$$N = 0.85 \times 0.36 \times 100$$

**N' = 31 véhicules.**

## AUSCULTATIONS VISUELLES OU RELEVES DES DEGRADATIONS

L'auscultation visuelle consiste à parcourir à pieds la route pour détecter et relever visuellement les déformations de la chaussée et de ses accessoires.

Elle est indispensable afin :

- d'établir le schéma d'itinéraire et d'aménagement à proposer ;
- de quantifier les travaux à effectuer.

**Tableau 55: Tableau état des lieux et d'aménagements.**

PK		Points et localisation	Longueur en m	Etat des lieux		Proposition d'aménagement	
Début	Fin			Plateforme et Chaussée	Assainissements et ouvrages	Plateforme et Chaussée	Assainissements et ouvrages
<b>Section N°01: du PK 159+000 au PK 161+200 terrain plat, largeur des accotements = 1,00m.</b>							
<b>159+000</b>	<b>159+300</b>	P0 Début du tronçon P0 au P1 Traversée de la ville d'Ambatondrazaka	300	* Tracé en plan: -Droite * Largeur de la chaussée = 6,00m; *Nids-de-poules.	*Fossé sur 60m sur le côté gauche; *Fossé en terre sur 250m sur le côté droit : totalement obstrué et envahi par des végétations; *Buses 04 $\phi$ 80 cm.	*Point-à-temps.	*Curage + débroussaillage de fossé ;

PK		Points et localisation	Longueur en m	Etat des lieux		Proposition d'aménagement	
Début	Fin			Plateforme et Chaussée	Assainissements et ouvrages	Plateforme et Chaussée	Assainissements et ouvrages
<b>159+300</b>	<b>159+600</b>	P1 au P2  En rase campagne	300	<p>* Tracé en plan: - Début de Courbe N°01 (DC1) vers la gauche au PK 159+300 Fin de Courbe N°01 (FC1) au PK 159+370; -DC2 vers la droite au PK 159+500 FC2 au PK 159+600.</p> <p>*Bretelle d'accès vers Mangalaza;</p> <p>* Largeur de la chaussée = 6,00m;</p> <p>*Nids-de-poules groupés sur toute la plateforme et tôles ondulées.</p>	<p>*Fossé maçonné sur 100m sur le côté gauche;</p> <p>*Dalot 80 x 80 cm : obstrué.</p>	<p>*Reprofilage léger avec apport de Matériaux Sélectionnés.</p>	<p>*Curage du dalot.</p>

PK		Points et localisation	Longueur en m	Etat des lieux		Proposition d'aménagement	
Début	Fin			Plateforme et Chaussée	Assainissements et ouvrages	Plateforme et Chaussée	Assainissements et ouvrages
<b>159+600</b>	<b>160+000</b>	P2 au P3  En rase campagne	400	* Tracé en plan: - Droite  * Largeur de la chaussée = 6,50m;  *Tôles ondulées;  *Absence de bombement.	* Dalot 60 x 60 cm;  *Buses 4 $\phi$ 60 cm : obstruées.	*Reprofilage léger avec apport de Matériaux Sélectionnés.	*Curage des buses;
<b>160+000</b>	<b>160+600</b>	P3 au P4  En rase campagne	600	* Tracé en plan: - Droite * Largeur de la chaussée = 6,50m; *Tôles ondulées et Nids-de-poules groupés sur toute la plateforme de la chaussée; *Ornières.	* Dalot 200 x 150 cm : mur en aile sur le côté droit dégradé;  *Dalot 100 x 100 cm. dégradé	*Reprofilage léger avec apport de Matériaux Sélectionnés. *Point-à-temps.	*Démolition et reconstruction du mur en aile;  *Démolition + reconstruction du dalot ;  *Saignée tous les 50m alternativement sur les deux côtés de la plateforme.

PK		Points et localisation	Longueur en m	Etat des lieux		Proposition d'aménagement	
Début	Fin			Plateforme et Chaussée	Assainissements et ouvrages	Plateforme et Chaussée	Assainissements et ouvrages
<b>160+600</b>	<b>160+950</b>	P4 au P5 En rase campagne	350	* Tracé en plan: - DC3 vers la droite au PK 160+625 FC3 au PK 160+710 - DC4 vers la gauche au PK 160+710 FC4 au PK 160+765 * Largeur de la chaussée = 6,50m; *Tôles ondulées.	*Dalot 100 X 100 cm ; *Buse $\phi$ 100 cm; *Dalot 2 X100 x 100 cm; *Dalot 100 x 100 cm: remblai d'ouvrage érodé sur le côté gauche + aile gauche dégradée.	*Remblai d'ouvrage + protection du talus avec engazonnement. *Reprofilage léger.	*démolition + reconstruction du mur en aile.

PK		Points et localisation	Longueur en m	Etat des lieux		Proposition d'aménagement	
Début	Fin			Plateforme et Chaussée	Assainissements et ouvrages	Plateforme et Chaussée	Assainissements et ouvrages
<b>160+950</b>	<b>161+200</b>	P5 au P6  En rase campagne	250	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Tracé en plan: - Droite</li> <li>* Largeur de la chaussée = 6,50m;</li> <li>* Ravinements longitudinaux sur le côté gauche de la chaussée et sur l'accotement gauche;</li> <li>* Nids-de-poules;</li> <li>* Affaissement + érosion à l'entrée et à la sortie des radiers;</li> <li>* Niveau de la digue assez bas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 2 radiers submersibles de longueur = 30m : érosion à l'entrée;</li> <li>* Pont de longueur = 25m;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Point-à-temps + protection en engazonnement du talus et de l'accotement;</li> <li>* Reprofilage lourd ;</li> <li>* Rehaussement en remblai du niveau de la digue + apport de MS : <ul style="list-style-type: none"> <li>- sur 40m à l'entrée Sud du radier</li> <li>- sur 50m à l'entrée Nord du radier.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Empierrement à l'entrée et à la sortie du radier.</li> <li>. * Pose de protection en maçonnerie de moellons de pierres à l'entrée Nord du radier sur 100m des deux côtés et à l'entrée Sud sur 50m</li> </ul>

PK		Points et localisation	Longueur en m	Etat des lieux		Proposition d'aménagement	
Début	Fin			Plateforme et Chaussée	Assainissements et ouvrages	Plateforme et Chaussée	Assainissements et ouvrages
<b>Section N°02: du PK 161+200 au PK 161+300 terrain en rampe, largeur des accotements = 1,00m.</b>							
<b>161+200</b>	<b>161+300</b>	P6 au P7  En rase campagne	100	* Tracé en plan: - Droite  * Largeur de la chaussée = 6,50m;  *Tôles ondulées;	*Dalot 150 x 150.	*Reprofilage léger.	
<b>Section N°03: du PK 161+300 au PK 161+400 légère pente, largeur des accotements = 1,00m.</b>							
<b>161+300</b>	<b>161+400</b>	P7 au P8  En rase campagne	100	* Tracé en plan: - Droite - DC5 vers la gauche au PK 161+350;  * Largeur de la chaussée = 6,50m;  *Tôles ondulées;		*Reprofilage léger.	

PK		Points et localisation	Longueur en m	Etat des lieux		Proposition d'aménagement	
Début	Fin			Plateforme et Chaussée	Assainissements et ouvrages	Plateforme et Chaussée	Assainissements et ouvrages
<b>Section N°04: du PK 161+400 au PK 164+000 terrain plat, largeur des accotements = 1,00m.</b>							
<b>161+400</b>	<b>161+880</b>	P8 au P9  En rase campagne	480	* Tracé en plan: - FC5 au PK 161+450 - Droite  * Largeur de la chaussée = 6,50m;  *Nids-de-poules;	*Dalot 150 x 150 cm ;  *Dalot 2 x 100x100cm;  *Dalot 100 x 100 cm	* Reprofilage léger.	
<b>161+880</b>	<b>162+000</b>	P9 au P10  En rase campagne;  Début de la commune Feramanga Nord	120	* Tracé en plan: - Droite - DC6 vers la gauche au PK 161+910 FC6 au PK 161+975  * Largeur de la chaussée = 6,50m; *Nids-de-poules; *Tôles ondulées; *Bretelle vers l'Aérodrome au PK 161+890 : formation de borbiers à l'entrée de la bretelle.		* Reprofilage léger ;  *purge + remplacement des mauvais matériaux;	

PK		Points et localisation	Longueur en m	Etat des lieux		Proposition d'aménagement	
Début	Fin			Plateforme et Chaussée	Assainissements et ouvrages	Plateforme et Chaussée	Assainissements et ouvrages
<b>162+000</b>	<b>162+300</b>	P10 au P11  En rase camagne;	300	* Tracé en plan: - Droite - Croisement avec un chemin de fer : trépidations ; * Largeur de la chaussée = 6,50m; * Tôles ondulées; * Absence de bombement.		*Reprofilage léger.	
<b>162+300</b>	<b>162+850</b>	P11 au P12 Traversée du village de Feramanga Nord	550	* Tracé en plan: - DC7 vers la droite au PK 162+300 FC7 au PK 162+410 - DC8 vers la droite au PK 162+500 FC8 au PK 162+575  * Largeur de la chaussée = 6,50m;  * Nids-de-poules groupés.	* Buse $\phi$ 60 cm : obstrué;  * Buse 2 $\phi$ 40 et $\phi$ 80 cm ;  * fossé en terre sur 250m sur le côté droit : érodé;  * Buse 2 $\phi$ 100 cm : obstruée.		* Mise en place de saignée tous les 50m des deux côtés. * Curage des buses;  * Reprofilage du fossé.
						*Reprofilage léger	

PK		Points et localisation	Longueur en m	Etat des lieux		Proposition d'aménagement	
Début	Fin			Plateforme et Chaussée	Assainissements et ouvrages	Plateforme et Chaussée	Assainissements et ouvrages
<b>162+850</b>	<b>163+750</b>	P12 au P13  En rase campagne	900	* Tracé en plan: - Droite  * Largeur de la chaussée = 6,50m;  * Nids-de-poules groupés sur toute la plateforme de la chaussée;  * Affaissement + brèche au PK 162+925	* Buse $\phi$ 60 cm : Côté gauche totalement dégradé;  * Ponceau de longueur 10m	* Reprofilage léger + apport de MS.  * Recblement de la brèche;	* Démolition de la buse + construction d'un dalot 100x100cm au même emplacement que l'ancienne.

		Points et localisation	Longueur en m	Etat des lieux		Proposition d'aménagement	
Début	Fin			Plateforme et Chaussée	Assainissements et ouvrages	Plateforme et Chaussée	Assainissements et ouvrages
<b>163+750</b>	<b>164+000</b>	P13 au P14  Traversée du village de Betoloho	250	<p>* Tracé en plan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Droite</li> <li>- DC9 vers la gauche au PK 163+750</li> <li>FC9 au PK 163+820</li> <li>- DC10 vers la droite au PK 163+940</li> </ul> <p>* Largeur de la chaussée = 6,50m;</p> <p>* Rigoles d'érosion sur la plateforme dans les courbes;</p> <p>* Nids-de-poules groupés sur toute la largeur de la chaussée</p>	<p>* Fossé maçonné sur 175m sur le côté droit : ensablé et envahi par des végétations.</p>	<p>* Reprofilage + dévers dans les courbes.</p>	<p>* Curage et débroussaillage des fossés</p>

PK		Points et localisation	Longueur en m	Etat des lieux		Proposition d'aménagement	
Début	Fin			Plateforme et Chaussée	Assainissements et ouvrages	Plateforme et Chaussée	Assainissements et ouvrages
<b>Section N°05: du PK 164+000 au PK 164+450 terrain en rampe, largeur des accotements = 0,50m.</b>							
<b>164+000</b>	<b>164+450</b>	P14 au P15 Traversée du village de Betoloho	450	* Tracé en plan: - FC10 au PK 164+060 - Droite - DC11 vers la gauche au PK 164+175 FC11 au PK 164+225 - DC12 vers la droite au PK 164+300 FC12 au PK 164+350 - DC13 vers la gauche au PK 164+350 FC13 au PK 164+450 * Largeur de la chaussée = 6,00m; * Nids-de-poules; * Rigoles d'érosions.	* Fossé maçonné sur 90m sur le côté droit ;  * Dalot 80 x 80 cm : obstrué par des déchets		
						* Reprofilage + dévers dans les courbes.	* Curage et nettoyage du dalot.

PK		Points et localisation	Longueur en m	Etat des lieux		Proposition d'aménagement	
Début	Fin			Plateforme et Chaussée	Assainissements et ouvrages	Plateforme et Chaussée	Assainissements et ouvrages
<b>Section N°06: du PK 164+450 au PK 166+000 terrain plat, largeur des accotements = 1,00m.</b>							
<b>164+450</b>	<b>165+000</b>	P15 au P16  Traversée du village d'Ambandrika	550	* Tracé en plan: - Droite - DC14 vers la droite au PK 164+645 FC14 au PK 164+740 - DC15 vers la gauche au PK 164+850 FC15 au PK 164+925  * Largeur de la chaussée = 6,00m;  *Nids-de-poules;  *rigoles d'érosions.	*fossé maçonnée sur 150m sur le côté gauche : obstrué  *Dalot 80 x 80cm : - totalement obstrué par des déchets -mur en aile du côté aval totalement dégradée,		*Curage des fossés;  *Curage et nettoyage du dalot; -Démolition des murs en aile + reconstruction,
						*Reprofilage + dévers dans les courbes.	

PK		Points et localisation	Longueur en m	Etat des lieux		Proposition d'aménagement	
Début	Fin			Plateforme et Chaussée	Assainissements et ouvrages	Plateforme et Chaussée	Assainissements et ouvrages
<b>165+000</b>	<b>165+620</b>	P16 au P17  Traversée du village d'Ambandrika	620	* Tracé en plan: - Droite - DC16 vers la gauche au PK 165+500 FC16 au PK 165+610  * Largeur de la chaussée = 6,50m;  *Nids-de-poules groupés.	*Fossé en terre sur 150m sur le côté droit;  *Dalot 100 x 100cm : obstrué + érosion sur le côté gauche;  *05 Dalots 100x100cm	*Remblai du dalot + protection en engazonnement du talus sur 5m de longueur à l'entrée Nord et à l'entrée Sud du dalot.  *Reprofilage léger.	*Curage du dalot.

PK		Points et localisation	Longueur en m	Etat des lieux		Proposition d'aménagement	
Début	Fin			Plateforme et Chaussée	Assainissements et ouvrages	Plateforme et Chaussée	Assainissements et ouvrages
<b>165+620</b>	<b>166+000</b>	P17 au P18  Rase campagne	380	* Tracé en plan: - DC17 vers la gauche au PK 165+855 FC17 au PK 165+895 * Largeur de la chaussée = 6,50m; *Nids-de-poules groupés; *Bretelle vers Mangalahala au PK 165+780 : formation de borbiers.	* Pont de longueur 50m : érosion à l'entrée et à la sortie du pont.	*Reprofilage léger.  *Purge + remplacement des mauvais matériaux;	*Empierrements.

PK		Points et localisation	Longueur en m	Etat des lieux		Proposition d'aménagement	
Début	Fin			Plateforme et Chaussée	Assainissements et ouvrages	Plateforme et Chaussée	Assainissements et ouvrages
<b>Section N°07: du PK 166+000 au PK 166+300 terrain en rampe, sans accotements.</b>							
<b>166+000</b>	<b>166+300</b>	P18 au P19  Rase campagne	300	* Tracé en plan: - Droite - DC18 vers la droite au PK 166+100 FC18 au PK 166+140 - DC19 vers la droite au PK 166+180 FC19 au PK 166+240  * Largeur de la chaussée = 6,00m;  *Bretelle vers Jepasika au PK 166+220 sur le côté gauche: borbier;  *bretelle vers Ambohitrapirana au PK 166+225 sur le côté droit : borbier;	*Dalot 100 x 100cm : érosion à l'amont et à l'aval de l'ouvrage;  *Buse $\phi$ 60 cm : dégradé et érodé à l'amont et à l'aval de l'ouvrage.	* Remblai du dalot érodé + protection des talus en engazonnement;          *Purge + remplacement des mauvais matériaux;	*démolition de buse + construction d'un dalot 100X100 au même emplacement.

PK		Points et localisation	Longueur en m	Etat des lieux		Proposition d'aménagement	
Début	Fin			Plateforme et Chaussée	Assainissements et ouvrages	Plateforme et Chaussée	Assainissements et ouvrages
				*Nids-de-poules et tôles ondulées;  *Rigoles d'érosions sur les accotements des deux côtés de la plateforme.		*Reprofilage léger.  *Rechargement des accotements + engazonnement.	
<b>Section N°08: du PK 166+300 au PK 167+000 terrains en pente (1%), sans accotements.</b>							
<b>166+300</b>	<b>167+000</b>	P19 au P20  En rase campagne	700	* Tracé en plan: - Droite  * Largeur de la chaussée = 6,50m;  *Nids-de-poules et tôles ondulées.	*Stagnation d'eau sur la chaussée.  *Buse $\phi$ 60cm : obstruée.	*Reprofilage léger.	*Saignée tous les 50m des deux côtés;  *Curage de buse.

PK		Points et localisation	Longueur en m	Etat des lieux		Proposition d'aménagement	
Début	Fin			Plateforme et Chaussée	Assainissements et ouvrages	Plateforme et Chaussée	Assainissements et ouvrages
<b>Section N°09: du PK 167+000 au PK 168+550 terrain plat, largeur des accotements = 1,00m.</b>							
<b>167+000</b>	<b>167+875</b>	P20 au P21  En rase campagne	875	* Tracé en plan: - Droite  * Largeur de la chaussée = 6,50m;  *Nids-de-poules et tôles ondulées.  *Ornières.  *Absence de bombement.	*Buse $\phi$ 80cm : obstruée ;  *Dalot 150 x 150 cm : érosion à l'amont.	*Rechargement du remblai d'ouvrage + engazonnement ;  *Reprofilage léger.	*Curage de buse.       *Saignée tous les 50m des deux côtés;

II : ETUDES TECHNIQUES

PK		Points et localisation	Longueur en m	Etat des lieux		Proposition d'aménagement	
Début	Fin			Plateforme et Chaussée	Assainissements et ouvrages	Plateforme et Chaussée	Assainissements et ouvrages
<b>167+875</b>	<b>168+555</b>	P21 au P22  En rase campagne	680	* Tracé en plan: - Droite  * Largeur de la chaussée = 6,50m;  *Bretelle vers Ambongabe au PK 168+020 sur le côté droit : érosion à l'entrée,  *Nids-de-poules et tôles ondulées.  *Ornières.	*Dalot 80 x 80 cm;  *Buse $\phi$ 80 cm.	*Purge + remplacement des mauvais matériaux;  *Reprofilage léger.	*Saignée tous les 50 m.

PK		Points et localisation	Longueur en m	Etat des lieux		Proposition d'aménagement	
Début	Fin			Plateforme et Chaussée	Assainissements et ouvrages	Plateforme et Chaussée	Assainissements et ouvrages
<b>Section N°10: du PK 168+550 au PK 168+800 terrain en rampe, largeur des accotements = 1,00m.</b>							
<b>168+550</b>	<b>168+800</b>	P22 au P23  En rase campagne	250	* Tracé en plan: - Droite * Largeur de la chaussée = 6,50m; *Nids-de-poules et tôles ondulées.  *Ornières.		* Rechargement + Reprofilage.;  *Purge + remplacement des mauvais matériaux;	*saignée tous les 50m.
<b>Section N°10: du PK 168+800 au PK 169+000 terrain en pente, largeur des accotements = 1,00m.</b>							
<b>168+800</b>	<b>169+000</b>	P23 au PK24  En rase campagne.  Fin du tronçon à Ambohimiarina.	200	* Tracé en plan: - Droite  * Largeur de la chaussée = 6,50m;  *Nids-de-poules et tôles ondulées.  *Ornières.	*2 Dalots 2x200x150 cm : -Erosion à l'entrée sud du dalot -Mur en aile sur le côté gauche dégradé.	*Remblai du dalot + protection en engazonnement;  * Rechargement ;  *Reprofilage.	*démolition + reconstruction du mur en aile.   *Saignée tous les 50m.

## ETUDE HYDRAULIQUE ET HYDROLOGIQUE

### V. 1. Généralités :

Les ouvrages hydrauliques font partie des éléments principaux d'une route. Ils sont destinés à franchir et à assainir la chaussée pour garantir sa mise hors d'eau.

On peut citer comme ouvrages hydrauliques :

- Les fossés ;
- Les buses et les dalots ;
- les ponts et les radiers ;
- Etc....

Lors de l'auscultation des ouvrages, nous avons constaté plusieurs dégradations. De ce fait, il faut vérifier les dimensions des ouvrages pour savoir les causes de dégradations (sous-dimensionnement ou manque d'Entretien).

### V. 2. Localisation des ouvrages :

#### V. 2. 1. Fossés latéraux

**Tableau 56 : Localisation des fossés latéraux sur le tronçon.**

N°	Localisation	Côté	Nature
	159+080 au 159+190	Gauche	Maçonné
2	159+075 au 159+340	Droite	En terre
3	159+350 au 159+445	Gauche	Maçonné
4	163+825 au 164+000	Droite	Maçonné
5	164+050 au 164+200	Droite	Maçonné
6	164+725 au 164+875	Gauche	Maçonné
7	165+000 au 165+150	Droite	En terre

#### V. 2. 2. Buses :

**Tableau 57 : Localisation des buses sur le tronçon.**

---

---

N°	Localisation	Dimension $\phi$ (cm)
1	159+220	04 x 80
2	159+840	04x 80
3	160+790	100
4	162+575	60
5	162+750	40 et 80
6	162+770	2 x 100
7	162+925	60
8	166+200	60
9	166+830	60
10	167+500	80
11	168+325	80
12	168+525	100

V. 2. 3. Dalots :

**Tableau 58 : Localisation des dalots.**

N°	Localisation	Dimension $\phi$ (cm)
1	159+220	04 x 80
2	159+840	04x 80
3	160+790	100
4	162+575	60
5	162+750	40 et 80
6	162+770	2 x 100
7	162+925	60
8	166+200	60
9	166+830	60
10	167+500	80
11	168+325	80
12	168+525	100

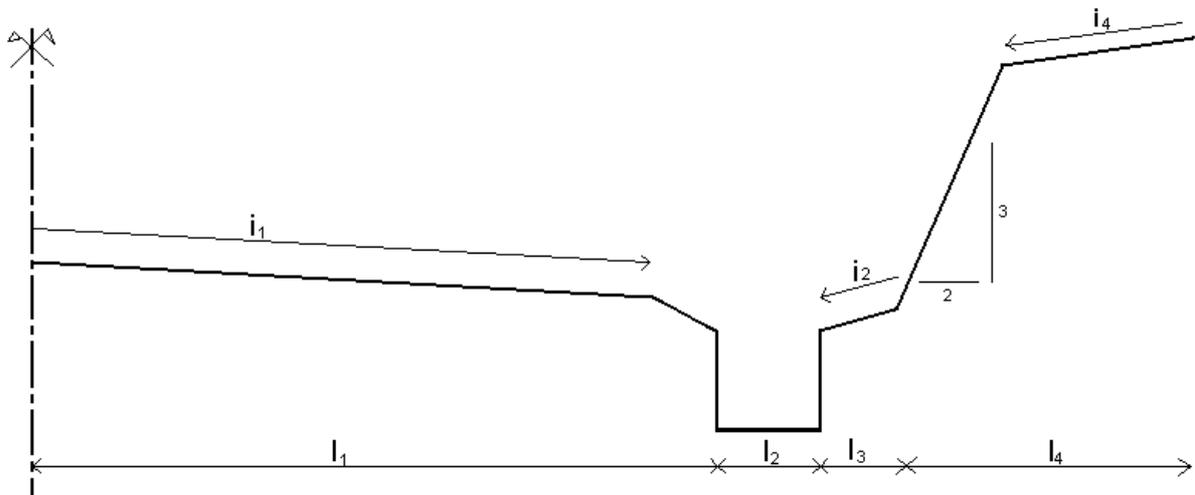
### V. 3. Capacité d'évacuation :

#### V. 3. 1. Caractéristiques d'un Bassin Versant :

Le bassin versant (BV) est l'ensemble des surfaces qui vont recueillir les eaux de surface convergeant vers les fossés. Il est délimité par la ligne de partage des eaux de surface qui transforme la pluie en débit.

Pour notre tronçon d'étude, les caractéristiques du BV sont généralement comme la figure suivante :

Figure 25 : Caractéristiques d'un BV.



Avec :

$i_i$  : pente de la surface  $i$  (%)

$l_i$  : largeur de la surface  $i$  (Km)

*Surface du BV :*

La surface du BV est déterminée à partir de la formule :

$$A = L \sum_{i=1}^n l_i$$

Avec :

A : surface du BV (Km<sup>2</sup>)

L : longueur du BV (Km)

l<sub>i</sub> : largeur de la surface i (Km)

AN :

$$\mathbf{A = 1,1625 \times 10^{-3} Km^2}$$

*Coefficient de ruissellement pondéré :*

$$C = \frac{\sum C_i l_i}{\sum l_i}$$

Où :

l<sub>i</sub> : largeur de la surface i (Km)

C<sub>i</sub> : coefficient de ruissellement de la surface i.

AN :

$$\mathbf{C = 0,92}$$

Ce tableau représente les valeurs du coefficient de ruissellement pour chaque nature de couverture :

**Tableau 59 : Coefficient de ruissèlement.**

Nature de la couverture	Valeurs de C pour un petit BV de 0 à 10 Ha avec une pente de :			
	≤5%	5 à 10%	10 à 30%	>30%
Plateforme et chaussée	0.95			
Terrain dénudé ou à végétation non courante	0.80	0.85	0.90	0.95
Cultures courantes	0.75	0.80	0.85	0.90
Prairie ou brousse dense	0.70	0.75	0.80	0.85
Forêt ordinaire, sous bois touffus	0.30	0.50	0.80	0.70
Grande forêt primaire	0.2	0.25	0.30	0.40

### V. 3. 2. Débit de crue :

Le débit de crue définit le débit à évacuer en mètre cube par seconde par l'ouvrage. Il est défini par la formule de BCEOM suivante :

$$Q_0 = 0.278 \times C \times I(t_u, p) \times A$$

Où :

A : surface du BV (Km<sup>2</sup>)

C : coefficient de ruissellement pondéré

I (t<sub>u</sub>, p) : intensité de pluie pour une durée de l'averse égale au temps de concentration t<sub>c</sub> (mm/h).

AN:

$$Q_0 = 0,085\text{m}^3/\text{s}$$

Intensité moyenne de la pluie :

Elle est déterminé par :

$$I(t_u, p) = 28 (t_u + 18)^{-0.763} \times I_0(10\text{ans}, 1h)$$

Avec :

- $I_0(10\text{ans}, 1h)$  : intensité moyenne de la pluie dans une période de retour de 10 ans. Elle est donnée par la courbe des isohyètes pour les différents régions de Madagascar.

Dans la région d'Alaotra – Mangoro,  $I_0(10\text{ans}, 1h) = 97\text{mm/h}$

- $t_u$  : temps utile (mn).

AN :

$$I(t_u, p) = 287\text{mm}$$

Temps utile

Le temps utile est déterminé par :

$$t_u = 0.87 t_c^{0.82}$$

Avec :

$t_c$  : Temps de concentration qui se calcule par la formule de Ventura (mn):

$$t_c = 0.1272 \left( \frac{A}{Im} \right)^{1/2}$$

A : surface du BV

Im : pente moyenne du BV (mm/m)

$$Im = \frac{\sum l_i l_i}{\sum l_i}$$

Les applications numériques effectuées en annexe N°5 ont donnés :

$$Im = 2,24\%$$

$$t_c = 0,020 \text{ mn}$$

$$t_u = 0,035 \text{ mn arrondi à } 1 \text{ mn}$$

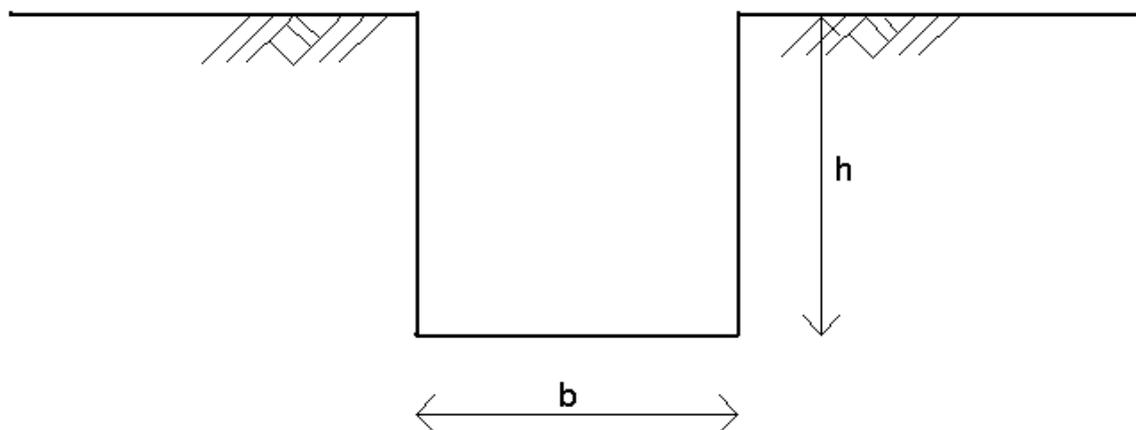
#### V. 4. Etude du fossé du PK 163 + 825 :

##### V. 4. 1. Débit évacuable :

Le débit évacuable est la quantité d'eau que le fossé peut évacuer sans créer de dégâts. Il sert à vérifier si l'ouvrage arrive à évacuer le débit de crue.

Le fossé que nous étudions a la forme géométrique comme sur la figure suivante :

Figure 26 : caractéristiques d'un fossé de pieds.



Le débit évacuable (en m<sup>3</sup>/s) s'obtient à partir de la formule de Manning Strickler :

$$Q = V \times w$$

Avec :

$w$  : ouverture efficace maximale (m<sup>2</sup>);

$V$  : vitesse d'écoulement maximale (m/s).

AN :

$$Q = 0.365\text{m}^3/\text{s}$$

***Ouverture efficace maximale :***

Pour un fossé rectangulaire :

$$w = b \times h$$

$$w = 0.16\text{m}^2$$

***Vitesse d'écoulement maximale :***

La vitesse d'écoulement maximale est donnée par :

$$V = k \times R^{2/3} \times i^{0.5}$$

Avec :

- $i$  : pente d'écoulement au niveau de la section de calcul ( $i = 2\%$ )
- $k$  : coefficient de rugosité de la surface d'écoulement donné par le tableau suivant :

**Tableau 60 : Coefficient de rugosité K.**

Caractéristique de la surface d'écoulement	K (état de la surface)		
	Bon	Passable	Mauvais
sol			
Sol sableux	50	50	40
Sol argileux : - compacte	59	56	
-lâche	56	53	
Revêtement en bois	100	83	71
Revêtement en béton : - surface lisse	83	77	
- surface rugueuse	71	67	56
Maçonnerie : -En pierres jointoyés	71	67	62
-En pierres sèches	50	45	37
Gazonnage	33	33	29

- R : rayon hydraulique de la section (en m) qui est déterminé par :

$$R = \frac{w}{\chi}$$

Où :

w : ouverture efficace maximale (m<sup>2</sup>):

$\chi = b + 2h$  : périmètre mouillée (m) ;  $\chi = 1.2m$

AN :

$$R = 0.133m$$

$$V = 2,28m/s$$

#### V. 4. 2. Vérifications :

Nous vérifierons que l'ouvrage est bien dimensionné pour évacuer le débit venant du BV à l'aide des conditions suivantes :

##### *La vitesse :*

Il faut que la vitesse soit comprise entre la vitesse d'ensablement et la vitesse d'affouillement :

$$V_{ens} < V < V_{aff}$$

Avec :

- $V_{ens} = 0.25m/s$  pour les terrains limoneux :
- $V_{aff} = 6.5m/s$  pour les maçonneries en pierres jointoyés.

Si V n'entre pas dans cette fourchette, il y a un problème d'affouillement ou d'ensablement.

Pour notre fossé :

$$0.25m/s < 2.28m/s < 6.5m/s$$

**Il n'y a pas de problème d'affouillement ni d'ensablement.**

##### *L'évacuation :*

Il faut que :

$$\frac{Q_0 - Q}{Q_0} \times 100 < 5\%$$

Pour notre étude :

$$\frac{|Q_0 - Q|}{Q_0} \times 100 = 329\% < 5\%$$

*Le fossé est surdimensionné.*

### V. 5. Etude de dalot :

Les paramètres de dimensionnement dalot sont :

- Le débit ;
- La pente critique ;
- La vitesse.

#### V. 5. 1. Le débit :

$$Q^* = \frac{Q_0}{\sqrt{gB^5}}$$

Avec :

$Q_0$  : débit à évacuer (m<sup>3</sup>/s)

B : base du dalot (m)

g : accélération de la pesanteur (m/s<sup>2</sup>).

Applications numériques :

$$Q^* = 0.027\text{m}^3/\text{s}$$

#### V. 5. 2. La pente critique :

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

L'abaque de dimensionnement hydraulique sur la variation de la pente critique en fonction du débit permet de déterminer  $I^*$ .

$$I^* = 3.3$$

Pour tenir compte de l'imperfection de confection d'un dalot, on prend  $I = 1.20 I_{cr}$  comme pente réelle de l'ouvrage.

AN :

$$I_{cr} = 0.00842$$

$$I = 0,010$$

### V. 5. 3. La vitesse :

Connaissant  $Q^*$  et en se référant à l'abaque sur la vitesse d'écoulement, nous aurons  $V^*$  et nous obtenons :

$$V = V^* \times k \times i^{0.5} \times B^{2/3}$$

Ce qui nous donne : **V=1,885 m/s**

On vérifie alors que :

$$V_{ens} < V < V_{aff}$$

Avec :

- $V_{ens} = 0.25 \text{ m/s}$  pour les terrains limoneux :
- $V_{aff} = 3 \text{ m/s}$  pour les maçonneries en pierres jointoyés.

$$0.25 \text{ m/s} < 1,885 \text{ m/s} < 3,00 \text{ m/s}$$

**Il n'y a pas de problème d'affouillement ni d'ensablement.**

**V. 6. Exemples de vérification de capacité d'évacuation :**

Nous effectuerons les vérifications de la capacité d'évacuation à l'annexe N°5

## LA CHAUSSEE EXISTANTE

### VI. 1. Etat générale :

En général notre tronçon a subi des dégradations de surface ainsi que du corps de chaussée. Ceux-ci se justifient dans le tableau N°11 page 31.

### VI. 2. Méthode de dimensionnement :

Le dimensionnement des chaussées non revêtues consiste à déterminer l'épaisseur de la couche de roulement. Le dimensionnement concerne le rechargement de la chaussée.

Il existe deux méthodes de dimensionnement de la couche de roulement des Routes en Terres :

- La méthode CBR ;
- La méthode du RRL.

### VI. 3. Exemple de dimensionnement :

#### VI. 3. 1. Méthode CBR à partir de la formule de PELTIER :

L'épaisseur de la couche de roulement de la chaussée est donné par la formule :

$$e_{CR} = e_{calculée} + e_{usure}$$

Avec :

- $e_{CR}$  : épaisseur de la couche de roulement (cm);
- $e_{calculée}$  : épaisseur de la couche de roulement obtenu par calcul (cm) ;
- $e_{usure}$  : épaisseur d'usure de la couche de roulement pendant sa durée de vie (cm).

#### *Epaisseur calculée :*

$$e_{calculée} = \frac{100 + \left(75 + 50 \log \frac{N}{10}\right) \sqrt{P}}{CBR \text{ corrigé} + 5}$$

Où :

N : nombre de Poids Lourds (PL) de Poids Total en Charge (PTC) supérieur à 3T/j ;

P : poids maximal d'une roue ;

CBR corrigé : donné par la formule

$$CBR \text{ corrigé} = \frac{CBR_{4j}}{0.7}$$

Avec :  $CBR_{4j}$  est le CBR à 4 jour d'immersion.

### *Epaisseur d'usure :*

Pour prévenir l'usure de la couche de roulement durant sa durée de vie, il est nécessaire d'ajouter une épaisseur d'usure qui se calcule par :

$$e_{usure} = usure \text{ annuelle} \times durée \text{ de vie}$$

L'usure annuelle des routes non revêtues est donnée par le tableau suivant :

**Tableau 61 : Usure annuelle des routes non revêtues.**

Trafic PL (V/j)	Usure annuelle
10 – 30	1cm
30 – 100	2cm
100 – 300	3cm

$$e_{calculée} = 15,18 \text{ cm}$$

$$e_{usure} = 10 \text{ cm}$$

$$e_{CR} = 15.18 + 10.00 \quad \text{d'où} \quad \boxed{e_{CR} = 25,18 \text{ cm}}$$

La note de calcul est donnée à l'Annexe N°4.

### VI. 3. 2. Méthode du Road Research Laboratory (RRL):

L'épaisseur de la couche de roulement est donnée par la formule :

$$e_{CR} = e_{abaque} + e_{usure}$$

Où :

$e_{abaque}$  : Épaisseur de la couche de roulement déterminé à partir de l'abaque (cm);

$e_{usure}$  : Épaisseur d'usure (cm).

Obtention de  $e_{abaque}$  :

L'épaisseur de cette couche est déterminée à partir des Abaques de dimensionnement du RRL qui est fonction du CBR corrigé du sol support et de l'intensité du trafic.

L'intensité du trafic est classée en 5 catégories selon le tableau suivant :

**Tableau 62 : Catégories du trafic.**

Classe	Nombre de PL de PTC $\geq 3T/j$
A	0 – 15
B	15 – 45
C	45 – 150
D	150 – 450
E	450 - 1500

D'après notre hypothèse, notre tronçon se trouve dans la classe de courbe C.

L'abaque du Road Research Laboratory a donné:  $e_{abaque} = 15,20 \text{ cm}$

Ce qui nous donne :

$$e_{CR} = 25,20 \text{ cm}$$

**Conclusion partielle :**

**Les Auscultations visuelles nous ont permis de constater des dégradations de surface sur toute la plateforme du projet, ce qui justifie notre intervention sur le tronçon. Pour cela il a fallu effectuer des études de vérification des ouvrages et des études de dimensionnement.**

**PARTIE III :**  
**EVALUATION**  
**DU**  
**PROJET**

## MODE D'EVALUATION DU PROJET

### II. 8. Cout des Travaux :

Il consiste à déterminer la quantité des Travaux et des matériaux pour la réalisation du projet et d'établir par la suite le prix de la construction.

### II. 9. Définition des prix :

#### INSTALLATION ET REPLI DE CHANTIER :

##### *Prix N°1.1*

Ce prix rémunère au FORFAIT (Fft) l'installation et le repli du Titulaire sur le Chantier faisant l'objet du Marché.

Il comprend :

- L'aménagement des bases et campements de l'Entreprise Titulaire ;
- l'amenée sur chantier et le repli des matériels et équipements en bon état de marche nécessaires à l'exécution des Travaux.
- les dispositions nécessaires au bon fonctionnement et à la sécurité du chantier ;
- le repli de chantier ;
- la remise en état des lieux après le repli du chantier ;
- et toutes sujétions.

Ce prix sera payé au Titulaire selon l'échéancier suivant :

- SOIXANTE POUR CENT (60%) au début du chantier, après constatation de l'amenée sur le site de tous les matériels nécessaires au chantier et de la conformité des éléments de signalisation ;
- QUARANTE POUR CENT (40%) en fin de chantier, après la réception provisoire, et sous réserve que le Titulaire ait satisfait toutes les obligations contractuelles

### **TERRASSEMENT :**

#### ***Prix N° 2.1 Débroussaillage :***

Ce prix rémunère au METRE CARRE (m<sup>2</sup>), de surface mesurée en projection, horizontale le débroussaillage du terrain existant préalablement à la réalisation des remblais et autres Travaux.

Il comprend :

- Toutes les sujétions d'accès ;
- le désherbage, le déboisement, le déracinage et le dessouchage des arbres existants d'une circonférence inférieure à 0.5m mesuré à 1m au dessus du sol ;
- l'enlèvement de la couche végétale jusqu'à 20cm de profondeur ;
- l'évacuation des produits obtenus à des endroits agréés par l'Ingénieur de contrôle ;
- le réglage sommaire de la surface et toutes sujétions.

#### ***Prix N° 2.2 Curage des ouvrages:***

Ce prix s'applique au METRE LINEAIRE (ml) de curage de tous les ouvrages de traversée et d'assainissement dans la mesure où cette opération n'est pas incluse dans des prestations inhérentes à des Travaux rémunérés par d'autres prix.

Il comprend :

- L'extraction des matériaux existants dans les ouvrages ;
- le chargement et le transport sur toutes distances ;
- le déchargement et le régalaux aux lieux et dépôt agréés ;
- toute sujétion de nettoyage.

#### ***Prix N° 2.3 Purge :***

Ce prix rémunère au METRE CUBE (m<sup>3</sup>) l'enlèvement des terres de mauvaise tenue.

Ce prix comprend :

- L'extraction des matériaux de mauvaise tenue ;
- le chargement et le transport quelle que soit la distance ;
-

- la mise en dépôt en des lieux agréés par l'Ingénieur de Contrôle ;
- autres sujétions d'exécutions.

### ***Prix N°2.4 Remblai d'emprunt:***

Ce prix rémunère au METRE CUBE (m3) la mise en œuvre de matériaux meubles pour la construction ou la reconstruction de remblais conformément aux Spécification Particulières des Travaux.

Il comprend :

- L'extraction, le chargement et le transport des matériaux adéquats ;
- le décapage et la préparation de l'assise du remblaiement ;
- la mise en œuvre selon « les règles de l'art » ;
- et toutes les autres sujétions.

Il s'applique au mètre cube de remblai compacté, mesuré contradictoirement.

### ***Prix N° 2.5 Remblai d'ouvrage :***

Ce prix rémunère au METRE CUBE (m3) la fourniture et la mise en œuvre de matériaux sélectionnés (MS) pour le remblaiement d'ouvrages.

Ce prix comprend :

- La recherche et l'identification des Gîtes ;
- l'extraction des matériaux, la mise en tas par gerbage et le tri si nécessaire ;
- le chargement, le transport, le déchargement et le régalage ;
- le réglage mécanique ou manuel de la surface suivant le profil prévu ;
- l'arrosage et le compactage selon les conditions des Spécifications Techniques et Particulières ; la remise en état des Gîtes et les autres sujétions.

### ***Prix N° 2.6 Rechargement d'accotement :***

Ce prix rémunère au METRE CUBE (m3) le rechargement d'accotements existants au moyen de matériaux sélectionnés.

Il comprend :

- La recherche des matériaux adéquats ;
- le chargement, le transport sur toute distance, le déchargement ;
- le réglage par couche de 30cm d'épaisseur au maximum.
- le réglage selon le profil de l'accotement existant ou suivant le profil en travers défini par l'Ingénieur de contrôle ;
- l'arrosage et le compactage.

### *Prix N° 2.7 Scarification :*

Ce prix rémunère au METRE CARRE (m2) la scarification de la chaussée par moyen mécanique.

Il comprend :

- le piochage de la chaussée existante sur l'épaisseur définie par l'Ingénieur de Contrôle pouvant aller jusqu'à 20cm d'épaisseur ;
- la mise en cordon successif et leur évacuation aux lieux agréés par l'Ingénieur chargé de Contrôle ;
- la mise en cordon des débris de concassage au bord de la route.

### *Prix N° 2.8 Engazonnement :*

Ce prix rémunère au METRE CARRE (m2) l'engazonnement de talus de remblais (ou de déblais), des abords d'ouvrages et des accotements.

Il comprend :

- la découpe de plaques de gazon d'environ 20cm de côté et d'environ 6cm d'épaisseur ;
- le chargement et le transport jusqu'au lieu de mise en œuvre ;
- la mise en place sur les surfaces à engazonner et la fixation de chaque plaque au moyen d'un piquet – bois fichés de 20cm dans le sol ;
- l'arrosage et l'Entretien jusqu'à la réception provisoire.

**ASSAINISSEMENT :**

***Prix N° 3.1 Reprofilage de fossé en terre :***

Ce prix rémunère au METRE LINEAIRE (ml) le reprofilage des fossés en terres selon le plans-type :

Il comprend :

- L'extraction et le chargement de tous matériaux et débris végétaux obstruant le fossé ;
- Le transport et le déchargement de ces matériaux ;
- Le réglage de la banquette amont ;
- Toutes sujétions de nettoyage.

***Prix N° 3.2 Dalot mixte de 100 x 100 cm :***

Ce prix rémunère au METRE LINEAIRE (ml) la construction d'un dalot de section intérieure 100 x 100 cm, et conformément aux dispositions générales du plan-type.

Il comprend :

- L'implantation de l'ouvrage ;
- Si nécessaire la mise en place des systèmes de détournement, d'épuisement et de protection contre les eaux courantes et d'infiltrations ;
- Les terrassements et fouilles en terrains de toute nature ;
- Les fournitures et leurs transports ;
- La mise en place du coffrage et du ferrailage ;
- Le coulage et la cure du béton de la dalle ;
- La réalisation du radier et des piédroits en maçonnerie de moellons ;
- Le remblaiement jusqu'au niveau supérieur de la plateforme avec apport de matériaux sélectionnés ;
- L'arrosage, le compactage et la finition de la forme ;
- Toutes sujétions d'exécution, y compris les divers essais et contrôles de qualité.

***Prix N° 3.3 Reconstruction des murs en aile du dalot :***

Ce prix rémunère au METRE CUBE (m<sup>3</sup>) la démolition partielle ou totale et la reconstruction des maçonneries des murs en aile du dalot.

Il comprend :

- Tous les terrassements nécessaires ;
- La démolition complète ou partielle de l'ouvrage ;
- Le tri, le nettoyage, la récupération et le stockage des moellons ;
- Le chargement, le transport et la mise en dépôt des autres gravois ;
- La fourniture ;
- La reconstruction de l'ouvrage ;
- Toutes autres sujétions

Les quantités à métrer sont les volumes des maçonneries en place avant démolition.

***Prix N° 3.4 saignée en terre :***

Ce prix rémunère au METRE LINEAIRE (ml) les Travaux d'exécution de saignée en terre, le réglage et la finition en terrain de toutes natures.

Il comprend :

- Le débroussaillage et le désherbage ;
- Le réglage selon le gabarit ;
- L'évacuation et la mise en dépôt des produits de désherbage.

**CHAUSSEE :**

***Prix N° 4.1 Reprofilage léger :***

Ce prix rémunère au METRE LINEAIRE (ml) le reprofilage léger d'une chaussée non revêtue présentant des dégradations marquées (nids-de-poules supérieur à 50/Km, ornières, ravinements supérieur à 10cm de profondeur, ou route en creux avec pentes transversales négatives). Le volume de matériau apporté est inférieur ou égale à 100m<sup>3</sup>/100ml.

Il comprend :

- La mobilisation d'une niveleuse, d'une arroseuse et d'un compacteur ;
- La mise ne forme de gabarit de la plateforme conformément au plan-type ;
- L'arrosage et le compactage des matériaux travaillés par la niveleuse ;
- L'approvisionnement en eau autant que besoin et sur toute distance ;
- Toutes les sujétions diverses.

### *Prix N° 4.2 Reprofilage lourd*

Ce prix rémunère au METRE LINEAIRE (ml) le reprofilage lourd d'une chaussée non revêtue présentant des dégradations très marquées. Le volume de matériau apporté est supérieur à 100m<sup>3</sup>/100ml.

Il comprend :

- La mobilisation d'une niveleuse, d'une arroseuse et d'un compacteur ;
- La mise ne forme de gabarit de la plateforme conformément au plan-type ;
- L'arrosage et le compactage des matériaux travaillés par la niveleuse ;
- L'approvisionnement en eau autant que besoin et sur toute distance ;
- Toutes les sujétions diverses.

### *Prix N° 4.3 Matériaux sélectionnés :*

Ce prix rémunère au METRE CUBE (m<sup>3</sup>) la fourniture et la mise en œuvre des MS pour la constitution de la couche de roulement.

Il comprend :

- Tout les frais et sujétions d'exploitation des gîtes ;
- Le transport des matériaux extraits ;
- La mise en œuvre conformément aux règles de l'art ;
- Toutes sujétions diverses.

### ***Prix N° 4.4 Point-à-temps :***

Ce prix rémunère au METRE CUBE (m3) la réparation des dégradations de faible importance sur la chaussée.

Il comprend :

- Le découpage à bord vif et verticaux des dégradations ;
- Le dressage soigné des parois de la cavité ;
- L'arrosage, le régaling et le compactage par couche inférieure à 10cm.

### ***Prix N° 4.5 Empierrement 40/70 :***

Ce prix rémunère au METRE CARRE (m2) la fourniture et la mise en œuvre de la couche de roulement en empierrement 40/70.

Il comprend :

- La fourniture et le transport des matériaux ;
- Toutes sujétions pour des Travaux selon les règles de l'art.

## **OUVRAGE :**

### ***Prix N° 5.1 Maçonnerie de moellons***

Ce prix rémunère au METRE CUBE (m3) l'exécution de maçonnerie de moellons pour ouvrages divers. Il s'applique aux aménagements de faible ou de grand volume quelles que soient les dimensions des ouvrages.

Il comprend :

- Les terrassements et fouilles en terrain de toute nature ;
- Le chargement, le transport et le déchargement sur un dépôt agréé des fournitures ;
- L'exécution de la maçonnerie selon les règles de l'art ;
- Toutes autres sujétions de mise en œuvre.

**II. 10. Devis quantitatif :**

**I. 3. 1. Quantité des Travaux à faire :**

Partie II. ETUDE TECHNIQUES

Tableau63 : Devis quantitatif des Travaux

	Localisation		aménagement	QUANTITE DES TRAVAUX																	
				TERRASSEMENT							CHAUSSEES					ASSAINISSEMENT				OUVRG	
	PK			Débr	C	Purge	Rembl	RO	RC	Scar	ENG	RI	RL	MS	PAT	EMP	Rft	D	MAD	SAIG	MM
	Début	Fin		m2	ml	m3	m3	m3	m3	m2	m2	ml	ml	m3	m3	ml	ml	U	U	ml	m3
			Débr	100																	
			C		250																
			PAT											0,945							
			C		6																
			Scar					1500													
			RI							300											
			MS									240									
03	159+600	160+000																			
			C		26																
			Scar					3900													
			RI							600											
			MS									360									
04	160+000	160+600																			
			Scar					3575													
			RI							600											
			MS									480									
			PAT										3,5								
			MAD															1			
			SAIG																18		
			RO				2,4														
			ENG						6												
			RI							350											
			D														1				
			MAD															1			

Partie II. ETUDE TECHNIQUES

N°	Localisation		aménagement	QUANTITE DES TRAVAUX																	
				TERRASSEMENT							CHAUSSEES					ASSAINISSEMENT				OUVR G	
	PK			Débr	C	Purge	Rembl	RO	RC	Scar	ENG	RI	RL	MS	PAT	EMP	RFt	D	MA	SAIG	MM
	Début	Fin		m2	ml	m3	m3	m3	m3	m2	m2	ml	ml	m3	m3	ml	ml	U	U	ml	m3
			<b>Rembl</b>				234														
			<b>ENG</b>						50												
			<b>RL</b>								165										
			<b>MS</b>									247,5									
			<b>PAT</b>											40,5							
			<b>EMP</b>												4						
			<b>MM</b>																	450	
			<b>Scar</b>						650												
			<b>RI</b>								100										
			<b>Scar</b>							1625											
			<b>RI</b>								250										
			<b>Scar</b>							2112,5											
			<b>RI</b>								325										
			<b>MS</b>									162,5									
			<b>Purge</b>			1,2															
			<b>RI</b>								120										
			<b>MS</b>									25									
			<b>Scar</b>							1950											
			<b>RI</b>								300										
			<b>SAIG</b>																	39	

Partie II. ETUDE TECHNIQUES

o	Localisation		aménagement	QUANTITE DES TRAVAUX																		
	PK			TERRASSEMENT							CHAUSSEES					ASSAINISSEMENT			OUVRG			
	Début	Fin		Débr	C	Purge	Rembl	RO	RC	Scar	EN	RI	R	L	MS	PA	EM	Rft	D	MA	SAIG	MM
				m2	ml	m3	m3	m3	m3	m2	m2	ml	m	l	m3	m3	ml	ml	U	U	ml	m3
			C	6,5																		
			Scar					3575														
			RI							550												
			RI							450												
			MS										360									
			D														1					
			Débr	70																		
			C	175																		
			Scar					1625														
			RI							250												
			MS										187,5									
			C	6																		
			RI							350												
			MS										262,5									
			C	156																		
			Scar					2550														
			RI							425												
			MS										212,5									
			MAD															1				

Partie II. ETUDE TECHNIQUES

N°	Localisation		aménagement	QUANTITE DES TRAVAUX																	
				TERRASSEMENT							CHAUSSEES					ASSAINISSEMENT			OUVRG		
	PK			Débr	C	Purge	Rembl	RO	RC	Scar	ENG	RI	RL	MS	PAT	EMP	Rft	D	MA	SAIG	MM
	Début	Fin		m2	ml	m3	m3	m3	m3	m2	m2	ml	ml	m3	m3	ml	ml	U	U	ml	m3
			<b>C</b>		6,5																
			<b>RO</b>					4,5													
			<b>Scar</b>						2600												
			<b>ENG</b>						10												
			<b>RI</b>							400											
			<b>MS</b>									200									
			<b>Purge</b>			4,5															
			<b>RI</b>							380											
			<b>MS</b>									190									
			<b>EMP</b>											4							
			<b>Purge</b>			2,25															
			<b>RO</b>					2,7													
			<b>RC</b>						9,34												
			<b>ENG</b>							7,5											
			<b>RI</b>								300										
			<b>MS</b>									150									
			<b>D</b>														1				
			<b>C</b>		6,5																
			<b>Scar</b>							3575											
			<b>RI</b>								550										
			<b>SAIG</b>																14		

Partie II. ETUDE TECHNIQUES

N°	Localisation		aménagement	QUANTITE DES TRAVAUX																		
				TERRASSEMENT							CHAUSSEES					ASSAINISSEMENT				OUVR G		
PK		Début	Fin	Débr	Curage	Purge	Rembl	RO	RC	Scar	ENG	RI	RL	MS	PAT	EMP	RFt	D	MAD	SAIG	MM	
				m2	ml	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m2	m2	ml	ml	m3	m3	ml	ml	U	U	ml
				Curage	6,5																	
				RO				3,02														
				ENG							1,5											
				RI								750										
				MS										375								
				SAIG																	17,5	
				Purge			1,25															
				RI								675										
				MS										337,5								
				SAIG																	13,5	
				RI								250										
				MS										125								
				PAT											22,25							
				SAIG																	5	
				RO				1,25														
				ENG							1,84											
				RI								200										
				MS										160								
				MAD																2		
				SAIG																	4	
TOT AL	159+0 00	169+0 00			170,00	645,00	9,20	234,00	13,87	9,34	29238,00	76,84	8475,00	165,00	4075,00	67,19	8,00	250,00	3	5	111	450,00
				Débr	Curage	Purge	Rembl	RO	RC	Scar	ENG	RI	RL	MS	PAT	EMP	FT	D	MAD	SAIG	MM	
				m2	ml	m3	m3	m3	m3	m2	m2	ml	ml	m3	m3	ml	ml	U	U	ml	m3	

**Légende :**

Débr :	débroussaillage
Curage :	curage
Purge :	purge
Rembl :	remblai
RO :	remblai d'ouvrages
RC :	rechargement des accotements
Scar :	scarifications
ENG :	engazonnement
RI :	reprofilage léger
RL :	reprofilage lourd
MS :	matériaux sélectionnés
PAT :	point-à-temps
EMP :	empierrement
FT :	fossé en terre
D :	dalot
MAD :	mur en aile dalot
SAIG :	saignée
MM :	maçonnerie de moellons

**I. 3. 2. Quantité prévisionnel des matériaux :**

Elle est donnée en Annexe N°7

**II. 11. Devis estimatif :**

L'évaluation du projet est obtenue par l'application des prix unitaires aux paramètres de quantités (installations et repli de chantier, terrassement, assainissement, chaussée, ouvrages).

## Partie II. ETUDE TECHNIQUES

### Bordereau Détail Estimatif RN 44 Nord

N° Prix	Désignation des Travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire	Montant
1.1	Installation de chantier	Fft	1,00	1 200 000	1 200 000
1.2	Repli de chantier	Fft	1,00	400 000	400 000
SOUS TOTAL 1					<b>1 600 000</b>
2.1	Débroussaillage	m2	170,00	1 980	336 600
2.2	Curage des ouvrages	ml	645,00	1 359	876 555
2.3	Purge	m3	9,20	9 231	84 925
2.4	Remblai d'emprunt	m3	234,00	15 827	3 703 518
2.5	Remblai d'ouvrage	m3	13,87	18 752	260 090
2.6	Rechargement d'accotement	m3	9,34	12 758	119 160
2.7	Scarification	m3	3041,63	7 372	22 422 860
2.8	Engazonnement	m2	76,84	1 662	127 708
SOUS TOTAL 2					<b>27 931 416</b>
3.1	Reprofilage de fossé en terre	ml	250,00	4 112	1 028 000
3.2	Dalot	U	3,00	3 606 548	10 819 644
3.3	Reconstruction des murs en aile du dalot	U	5,00	653 131	3 265 655
3.4	Saignée en terre	ml	111,00	3 229	358 419
SOUS TOTAL 3					<b>15 471 718</b>
4.1	Reprofilage léger	ml	8475,00	7 469	63 299 775
4.2	Reprofilage lourd	ml	165,00	16 629	2 743 785
4.3	Matériaux Sélectionnés	m3	2585,00	21 152	54 677 920
4.4	Point-à-temps	m3	67,20	20 668	1 388 786
4.5	Empierrement	m2	54,00	8 367	451 818
SOUS TOTAL 4					<b>122 562 084</b>
5.1	Maçonnerie de moellons	m3	450,00	175 435	78 945 750
SOUS TOTAL 5					<b>78 945 750</b>
TOTAL GENERAL HTVA (Ar)					<b>246 510 968</b>
TVA 20%					49 302 194
TOTAL GENERAL (Ar)					<b>295 813 162</b>

Arrêté le montant des Travaux à la somme de « **Deux cent quatre vingt quinze millions huit cent treize milles cent soixante deux Ariary** » (Ar 295 813 162), y compris les Taxes sur la Valeur Ajoutée. Soit « **Vingt neuf millions cinq cent quatre-vingt un milles trois cent seize Ariary** » (Ar 29 581 316 ) le kilomètre

## LES TECHNIQUES D'EXECUTION DES TRAVAUX

### II. 1. DISPOSITIONS GENERALES

Avant l'exécution des Travaux, le Titulaire est tenu de protéger très rapidement toutes les zones sensibles du chantier par des Travaux préventifs et d'empêcher l'évolution des dégradations de la route.

Dans l'exécution des Travaux définitifs, le Titulaire est tenu de respecter le phasage des Travaux dans les conditions prévues. Si des dégradations apparaissent sur un ouvrage en cours d'exécution, du fait du Titulaire, par non respect du phasage des Travaux des différentes parties de l'ouvrage concerné, les Travaux de reprise seraient à la charge du Titulaire.

Les méthodes et matériels préconisés pour les différents ateliers. Toutefois, le Titulaire a la faculté de proposer d'autres méthodes et matériels sous réserve que :

- ils soient soumis au préalable à l'agrément du Représentant du Maître d'œuvre ;
- les résultats obtenus soient au moins égaux ;
- ils n'entraînent aucune augmentation des prix unitaires.

Le Titulaire est tenu de remédier rapidement à tous vices ou non-conformités constatées à l'exécution et d'apporter la justification, après reprise de l'ouvrage ou de la partie d'ouvrage concerné, que le problème est résolu.

### II. 2. TERRASSEMENTS

#### II. 2. 1. Préparation du terrain

La préparation du terrain dans les zones de terrassement comprend :

- La mise hors d'eau de la plateforme : elle consiste à évacuer les eaux vers l'extérieur de la structure de la plateforme par l'intermédiaire d'une conduite provisoire et permet aussi d'assurer l'accessibilité des engins de terrassement, d'empêcher l'arrivée des eaux et de drainer l'emprise ;
- Le désherbage et le débroussaillage ;
- L'arrachage et l'abatage d'arbres, broussailles et haies sur toute la largeur de l'assiette ;
- Le décapage d'une épaisseur de 20cm mesurée normalement au plan du terrain naturel sur toute la largeur de l'assiette.

La préparation du terrain peut être étendue à la limite de l'emprise (15 ml de part et d'autre de l'axe).

### II. 2. 2. Remblais

#### *Exécution des remblais*

- Les terres pour remblais sont régaliées sur toute la largeur de la plateforme ;
- Le régilage doit être mis en œuvre par couche n'excédant pas 25cm d'épaisseur, ce régilage est conduit de façon à ce que le profil en travers soit toujours convexe à tout stade d'avancement pour permettre l'écoulement des eaux pluviales ;
- L'arrosage, le malaxage, le nivellement et le compactage ;
- Pour les bords de talus, le Titulaire est tenu de suivre à l'exécution un profil provisoire élargi d'au moins 1m par talus ;
- Ce profil sera retouché et mis en profil définitif après compactage et avant engazonnement des talus. L'élargissement provisoire n'est pas pris en compte dans l'évaluation du volume mis en œuvre.

D'autre part, en période de pluie, le Titulaire doit prendre les dispositions utiles pour éviter le « matelassage » résultant du compactage de matériaux à des teneurs en eau proches de la saturation. Celles-ci doivent être adaptées à la nature des sols et au degré de compacité souhaité.

Toutes les zones accusant un matelassage sont scarifiées, aérées et recompactées après vérification des teneurs en eau.

#### *Contrôle de la qualité du compactage*

Le contrôle de la qualité d'un remblai est évalué à partir de la compacité des sols mis en œuvre. Cette règle générale du contrôle du taux de compactage peut se vérifier, soit directement par la mesure de densité sèche en place et en le comparant à une densité de référence ; c'est la

procédure classique utilisée pour les ouvrages à volume réduit où la géométrie ne permet pas l'application d'un compactage systématique aisé ; soit indirectement en contrôlant les modalités d'utilisation des engins de compactage.

Cette seconde méthode, dite "contrôle en continu" assure la qualité des Travaux pendant l'exécution du chantier.

Quelle que soit la procédure de contrôle du compactage retenue, sa mise en application et son interprétation sont d'autant plus aisées et fiables que les études de reconnaissance ont permis d'avoir une meilleure connaissance de la nature et de l'état des sols utilisés.

Toutefois, même dans le cas d'études de reconnaissance particulièrement complètes, il est toujours nécessaire de procéder au moment du contrôle des Travaux à des mesures complémentaires notamment :

- des mesures de la densité de référence Proctor dans le cas de la procédure de contrôle par densité;
- des mesures des critères d'identification (nature et état) dans le cas de la procédure de contrôle en continu.

Dans le premier cas, la méthode traditionnelle impose une grande quantité d'essais de référence Proctor ; dans le second cas, ce sont les essais d'identification et de teneur en eau sur le chantier qui sont à multiplier.

### *Méthode traditionnelle*

Les poids spécifiques secs des remblais doivent être supérieurs ou égaux à :

- 90 % de la densité OPM en corps de remblais
- 95 % de la densité OPM à la partie supérieure du remblai.

### *Méthode de contrôle continu*

La qualité de compactage est constatée par l'intermédiaire de la mesure de l'énergie de compactage dépensée et de l'épaisseur des couches mises en forme (e) pour toutes les catégories de sols.

Suite à cette dernière, la réception peut se faire à l'aide d'essai à la plaque uniquement, à condition que les modalités de mise en œuvre du matériau (épaisseur des couches, nature et état du sol, humidification et malaxage éventuel, ...) restent identiques à celles de la planche d'essais.

N.B. : l'essai de plaque peut être remplacé par des essais à la dynaplaque. Cet appareil permet les mêmes interprétations que l'essai de plaque mais il permet également une réception plus fine grâce à une forte densité de mesures.

### *Protection des talus de remblais*

La protection de certains talus de remblais sera assurées au fur et à mesure de leur réception par :

- un engazonnement qui consiste à la juxtaposition de plaques de gazon naturel posées à plat et maintenues par des piquets en bois fichés de 20cm avec une saisie n'excédant pas 5cm
- des aménagements particuliers tels qu'ensemencements, applications par projection de produits antiérosifs, perrés, etc.... ; pouvant être ordonnés par le Représentant du Maître d'œuvre dans le cadre des Travaux en régie.

**Photo 37 : Arrosage**



**Photo 38 : malaxage**



### **II. 2. 3. Remblai d'ouvrages :**

Pour des petits ouvrages tels que des dalots, le bloc technique comprend trois mètres (3m) de part et d'autre des piédroits extérieurs.

#### *Exécution des remblais d'ouvrage :*

- Le réglage du bloc technique se fait manuellement ;
- Les Travaux de compactage s'effectuent avec une dame mécanique, au vibro-dameur ou tout autre engin approprié, mais surtout pas avec de gros engins de compactage, de façon à obtenir en tout point la compacité exigée dans le Cahier des Charges

#### *Contrôle de la qualité du compactage :*

Après chaque compactage des essais sont effectués sur chaque corps de remblai et sur la plate-forme de chaque côté de l'ouvrage.

Si les qualités de finition ne sont pas atteintes, le Titulaire doit y remédier après éventuellement scarification évacuation des matériaux impropres, apports complémentaires de matériaux et recompactage.

D'autre part, si des dégradations sont constatées après réception, le Titulaire sur ordre écrit du Représentant du Maître d'œuvre assure, à ses frais, toutes les réfections nécessaires et représenter une demande de réception dans les conditions définies précédemment.

### **II. 2. 4. Rechargement des accotements :**

Les Travaux de rechargement concernent les accotements existants qui sont dénivelés ou érodés par le trafic ou les ruissellements d'eau.

- Les matériaux sont réglées manuellement par couche de 15cm d'épaisseur ;
- Le compactage se fait soit par dame mécanique soit par plaque vibrante ;
- Ce rechargement sera conduit de façon à assurer un profil en travers en toit à tout stade d'avancement, pour permettre l'écoulement des eaux pluviales.

## II. 3. ASSAINISSEMENTS :

### II. 3. 1. Curage des ouvrages d'assainissements:

Pour garder un système d'assainissement fonctionnel, les ouvrages doivent être dégagés de tout débris. Le curage des ouvrages d'assainissement consiste à enlever les matériaux produits par les ensablements et les affouillements tout en assurant leurs dimensions originales. Ils sont effectués aux moyens de divers lots d'outillages.

### II. 3. 2. Reprofilage de fossé en terre :

Le reprofilage de fossé en terre est réalisé avec des engins mécaniques (niveleuses) conformément au plat type.

Il comprend :

- Le clayonnage qui devra être exécuté immédiatement avec le réglage du fossé de façon à le protéger contre l'érosion.
- Le réglage et la finition.

### II. 3. 3. Reconstruction de mur en aile :

Ces Travaux concernent en particuliers les dalots de franchissement. La reconstruction s'effectue comme suit :

- Démolition de l'ouvrage existant avec récupération des matériaux s'il y a lieu ;
- Fouille éventuelle pour la mise en place de l'ouvrage ;
- Mise en œuvre du béton de propreté ;
- Mise en œuvre des maçonneries de moellons et de la surface d'écoulement ;

## II. 4. CHAUSSEE

### II. 4. 1. Reprofilage léger :

Le reprofilage léger consiste à améliorer la surface de roulement par le passage de niveleuse et à redonner la forme initiale du profil en travers de la plateforme, c'est-à-dire rétablir le bombement de pente 3 à 5% selon la qualité du sol de la couche de roulement.

Il consiste à:

- au nivellement de la plateforme de la chaussée avec ou sans apport de matériaux appropriés ;
- La mise en gabarit de la plateforme proprement dite après la réalisation de fossés latéraux, s'il y a lieu ;
- Compactage jusqu'à l'obtention de 95% OPM en tout points ;
- Travaux de finition de plateforme qui doit être prêt à recevoir la couche de roulement.

**Photo 39 : Nivellement de la plateforme.**



**Photo 40 : Compactage.**



#### **II. 4. 2. Reprofilage lourd :**

Le reprofilage lourd a pour but de rétablir le profil en travers de la chaussée en ajoutant des matériaux et de corriger les dégradations profondes de la plateforme.

Il consiste à :

- au nivellement de la plateforme de la chaussée avec apport de matériaux ;
- La mise en gabarit de la plateforme proprement dite après la réalisation de fossés latéraux, s'il y a lieu ;
- Compactage jusqu'à l'obtention de 90% OPM en tout points et 95% OPM sur les 30 dernières centimètres;
- Travaux de finition de plateforme qui doit être prêt à recevoir la couche de roulement.

#### **II. 4. 3. Couche de chaussée en Matériaux sélectionnés :**

La mise en œuvre de la couche de roulement en couche en MS s'effectue comme suit :

- Le régalage des matériaux par couche de 15cm au maximum ;
- Le réglage et le nivellement de la chaussée de façon à assurer un profil en travers en toit à tout stade d'avancement pour permettre l'écoulement des eaux pluviales;
- L'arrosage et le compactage de la plateforme.

#### **II. 4. 4. Travaux de point-à-temps :**

Les Travaux de point-à-temps consistent à réparer les petites dégradations localisées et de dimensions réduites.

L'opération de point-à-temps consiste à :

- Creuser et tailler à bord vif et verticaux les dégradations existantes jusqu'au matériau sain ;
- Rendre horizontal et bien compacter le fond de fouille ;
- Remplir et compacter la cavité avec du graveleux humide par couche inférieure à 10cm en prenant soin d'ajouter une surépaisseur de 3cm au dessus de la chaussée ;
- Compacter avec un petit Rouleau Vibrant.

#### **II. 4. 5. Empierrement :**

Il consiste à :

- Scarifier la surface existante jusqu'à 10cm d'épaisseur ;
- Répandre uniformément de la pierre concassé 40/70 ;
- Compacter avec un rouleau vibrant ;
- Arroser autant que nécessaire jusqu'à l'obtention du refus ;
- Effectuer un compactage de fermeture.

#### **II. 5. OUVRAGE :**

##### **Les murettes en maçonneries de moellons :**

Les murettes permettent de soutenir les matériaux de rive de la chaussée. Les Travaux s'effectuent comme suit :

- Fouille pour assise et fondation ;
- Mise en œuvre du béton de propreté dosé à 250Kg/m<sup>3</sup> ;
- Mise en place des moellons jointoyés par des mortiers de ciment dosé à 300Kg/m<sup>3</sup> ;
- Finitions par des chapes de ciment.

## **CONTROLE ET SURVEILLANCE DES TRAVAUX**

### **III. 1. Considération générale sur le contrôle :**

Le contrôle est un service chargé par le maître d'ouvrage pour s'assurer qu'un ouvrage soit conforme au projet conçu afin d'optimiser les ressources et d'assurer la durabilité du projet.

Le contrôle de l'exécution des Travaux se fait en trois étapes :

- Avant ;
- Pendant ;
- Et après l'exécution des Travaux.

#### **III. 1. 1. Contrôle avant l'exécution des Travaux :**

Il consiste à :

- Vérifier que les procédés administratifs sont en règles ;
- Vérifier techniquement que la qualité et la quantité des matériaux sont conformes aux exigences ;
- Vérifier la conformité des matériels et personnel employés par le Titulaire ;
- Faire les planches d'essais pour mettre au point la mise en œuvre à la réalisation de certains Travaux ;
- Faire le choix des meilleurs matériaux.

#### **III. 1. 2. Contrôle pendant l'exécution des Travaux :**

Il consiste surtout à la vérification de la mise en œuvre durant l'exécution des Travaux.

Le contrôle pendant l'exécution des Travaux concerne :

- La qualité des matériaux utilisés ;
- L'épaisseur au fur et à mesure de l'avancement des Travaux ;
- La compacté de la couche mise en place.

### III. 1. 3. Contrôle après l'exécution des Travaux :

Ce contrôle est simple si tous les contrôles précédents sont bien effectués et bien réalisés. Il consiste à vérifier par des sondages et essais sur place les épaisseurs et la compacité mise en œuvre.

### III. 2. Le contrôle de la mise en œuvre:

Le contrôle de la qualité des matériaux est réalisé avec des essais avant et pendant sa mise en œuvre. On constate les essais in-situ et les essais au laboratoire.

#### *Les essais in-situ :*

Essai au densitomètre à membrane :

C'est un essai destiné à mesurer le poids volumique sec  $\gamma_d$  qui est un paramètre nécessaire pour la vérification du compactage.

Essai au pénétromètre dynamique (contrôle de stabilité) :

C'est un essai destiné à la reconnaissance de la qualité successive des couches, il permet aussi d'évaluer l'homogénéité du terrain et le niveau du substratum.

#### *Les essais au laboratoire :*

Les essais de laboratoires permettent la détermination de la propriété géotechnique des matériaux. Pour assurer la fiabilité des essais effectués, mieux vaut faire appel à des organismes spécialisés.

Pour les Travaux sur les routes non revêtues, les matériels de laboratoire doivent au moins permettre la réalisation des essais suivants :

Essai sur les sols :

Analyse granulométrique ; Limites d'Atterberg ; Dosage en matières organiques ; Equivalent de sable ; Essai Proctor ; Teneur en eau ; Densité sèche ; Essai de poinçonnement et un essai à la plaque.

Essai sur les matériaux rocheux et sable :

Granulométrie ; Limites d'Atterberg ; Equivalent de sable ; essai Los Angeles ; essai Micro-Déval.

### **III. 2. 1. Le contrôle avant la mise en œuvre :**

L'agent chargé du contrôle et de surveillance doit :

- Décider sur le choix définitif des gîtes et des emprunts ;
- Contrôler la conformité des matériels utilisés par le Titulaire tel qu'ils correspondent bien en nature et en quantité aux besoins du chantier.

### **III. 2. 2. Le contrôle pendant la mise en œuvre :**

Il concerne surtout le contrôle d'approvisionnement, il consiste à surveiller :

- L'extraction ;
- La préparation des granulats.

### **III. 3. Le contrôle des conditions de mise en œuvre :**

#### **III. 3. 1. Le contrôle des terrassements :**

##### ***Contrôle avant l'exécution des terrassements :***

Ce contrôle se fait sur la vérification du nettoyage de la plateforme et la vérification de la qualité des matériaux à mettre en remblai.

##### ***Contrôle pendant l'exécution des terrassements :***

Pendant l'exécution des terrassements, le contrôle se fait par:

- La vérification du compactage de remblais ;
- La vérification de l'épaisseur maximale de la couche mise en œuvre ;
- Le contrôle de la teneur en eau des matériaux ;
- Le contrôle de compacité du corps de remblais.

*Contrôle après l'exécution des terrassements :*

La mission de contrôle et de surveillance effectue une réception du terrassement mise en œuvre sur la teneur en eau, la compacité et le nivellement.

**III. 3. 2. Le contrôle des chaussées :**

Il comprend :

*Le contrôle avant l'exécution des chaussées :*

Il consiste à vérifier le répandage, surtout :

- l'homogénéité des matériaux mis en œuvres ;
- la teneur en eau avant compactage ;

*Le contrôle pendant l'exécution des chaussées :*

Le contrôleur vérifie pour chaque couche :

- Le nivellement ;
- L'épaisseur ;
- Le compactage.

*Le contrôle après l'exécution des chaussées.*

**Conclusion partielle :**

**Tout les Travaux à exécuter doivent être énumérés dans le bordereau des prix pour pouvoir être rémunéré.**

**L'exécution des Travaux doit être conforme aux Spécifications Techniques Particulières, et ce, sous la surveillance de l'autorité chargé de contrôle et de surveillance des Travaux**

### CONCLUSION GENERALE

La construction des Routes Nationales et provinciales d'un Pays est primordiale pour assurer un développement rapide et durable. Cependant, ces dernières doivent être réhabilitées et entretenues de manière continue, dans le but d'assurer et d'améliorer les échanges commerciaux et la distribution des produits. Cela favorisera les importations et les exportations, ainsi que la circulation des personnes (usagers), afin de dynamiser l'économie nationale.

Bien que souvent coûteux, les programmes d'Entretien routier s'avèrent indispensables pour les pays en voie de développement. En effet, faute de pouvoir étendre les réseaux routiers par la construction de nouveaux axes, l'Entretien des axes existants s'impose comme une nécessité pour éviter un recul vers un sous développement profond.

Par conséquent, l'Entretien Courant de la RN 44 Nord (du PK 159+000 au PK 169+000) est indispensable ; un tronçon de la RN 44 qui relie Ambatondrazaka premier grenier à riz de Madagascar à Antananarivo la Capitale.

Du point de vue technique et économique, l'Entretien Préventif constitue une meilleure solution pour maintenir notre chaussée en bon état.

## BIBLIOGRAPHIE

- GERARD MELLIER – Entretien des routes en terre en zone tropicale – Manuel à l’usage du Chef de Secteur routier – Edition EYROLLES 1964 ;
- Routes Tome 1 et Tome 2 – G.ARQUIE – J.CROUDE – P.GAUDE et E. 1971 ;
- Hydraulique Routière – République Française – Ministère de la Coopération et de Développement – BCEOM – IMPRIME EN France ;
- Les routes dans les zones Tropicales et désertiques Tome 1 et Tome 2 – BCEOM – 1975 ;
- Cours d’Hydraulique Routière : Monsieur RABENATOANRO Martin ;
- Cours d’Entretien Routier et de Technologie Routière : Monsieur RALAIARISON Moïse ;
- Cours de Route I et II : Monsieur RANDRIANTSIMBAZAFY Andrianirina ;
- Documents – Monographie de la Région d’Alaotra-Mangoro- BVLac Ambatondrazaka ;
- Plan Communal de Développement Ambandrika et Feramanga Nord – 2003 ;
- INTERNET : <http://www.google.fr/>.

# **ANNEXES**

**ANNEXE N°1**  
**CHARTER ROUTIERE**

## LOI N° 98-026

### Portant refonte de la Charte Routière

L'Assemblée Nationale a adopté en sa séance du 18 Décembre 1998,

LE PRESIDENT DE LA REPUBLIQUE,

- Vu la Constitution,
- Vu la décision de la Haute Cour Constitutionnelle n° 01-HCC/D3 du 13 Janvier 1999,

Promulgue la loi dont la teneur suit :

### TITRE PREMIER

#### DES GENERALITES

Article premier. - : La présente loi constitue la Charte Routière à Madagascar. Elle définit les modalités de gestion rationnelle du patrimoine routier et détermine les niveaux de responsabilités de l'Etat, des Collectivités Territoriales Décentralisées et des opérateurs privés, en matière de construction, de réhabilitation, d'entretien et d'exploitation de la route, en relation étroite avec la protection de l'Environnement.

### TITRE II

#### DE LA CLASSIFICATION DES PROJETS

##### Chapitre Premier

##### Les catégories de réseaux

Art.2. :- Le patrimoine routier concerné par la présente loi est divisé en trois réseaux de routes :

- le réseau des routes nationales

- le réseau des routes provinciales
- le réseau des voies communales

Art. 3. – L'ordre de classement des routes dans l'un des trois réseaux définis ci-dessus est prononcé par décret pris en Conseil de Gouvernement, sur proposition du Ministère chargé des Travaux Publics, après une décision de l'Organe délibérant des Collectivités concernés.

Le déclassement d'une route est soumis à l'existence d'un contrat entre les Collectivités Décentralisées concernées. Le déclassement d'une route et son reclassement dans un autre réseau doivent faire l'objet d'une procédure d'enquête d'utilité publique.

## *Chapitre II*

### *Les critères de classement des routes*

Art. 4. : Les critères de classement d'une route dans le réseau des routes nationales, constituant l'épine dorsale du transport routier sont :

- Routes reliant deux chefs-lieux de Province Autonome (RN) ;
- Routes reliant les chefs-lieux de Province Autonome à des chefs-lieux de Région ;
- Routes reliant les chefs-lieux de Province Autonome à des chefs-lieux des ex-Fivondronampokontany, suivant l'Ordonnance N° 76-044 du 27 Décembre 1976 ;
- Routes d'accès à des zones d'intérêt touristique ;
- Routes revêtant un caractère stratégique ;
- Routes assurant l'intégrité territoriale.

Les routes d'accès aux chefs lieux de Fivondronampokontany, prévues à l'alinéa 3 du présent article peuvent être déclassées du réseau national et reclassées dans le réseau des routes provinciales défini à l'article 6, lors de la mise en place effective des Provinces Autonomes.

Sur la base de ces critères et en cette période transitoire, le Ministère des Travaux Publics doit établir, en conséquence, un premier décret de classement des routes nationales et des routes provinciales, servant de texte d'application de la Charte routière.

Art. 5. - : L'aménagement et la réhabilitation des routes du réseau des routes nationales incombent à l'Etat. A cet effet, le financement des travaux d'aménagement et de réhabilitation est pris en charge par le Budget Général de l'Etat dans le cadre d'un programme pluriannuel adopté par l'Assemblée Nationale. Le financement des travaux d'entretien est pris en charge par le Fonds d'Entretien Routier, sur présentation d'un programme approuvé par le Conseil d'orientation.

Art. 6. - : Les critères de classement d'une route dans le réseau des routes provinciales sont :

- Routes reliant un chef-lieu des ex-Fivondronampokontany à des chefs-lieux des Communes environnantes,
- Pistes de désenclavement et de desserte rurale servant de support aux activités agricoles,
- Pistes d'accès à des zones de développement rural.

Art. 7. - : L'aménagement et la réhabilitation des routes du réseau des routes provinciales incombent aux Provinces autonomes.

Le cofinancement des travaux d'entretien des routes du réseau des routes provinciales attribuées aux Provinces autonomes, est assuré conjointement par le Budget provincial et par le Fonds d'Entretien Routier, sur présentation par le Conseil Provincial au Conseil d'Orientation d'un programme pour approbation.

Art. 8. - : Sont classées dans le réseau des routes communales, les voiries se trouvant à l'intérieur des collectivités communales, à l'exclusion des routes nationales traversant ces agglomérations. Les Collectivités Communales assurent cependant dans tous les cas, la

maintenance des dépendances. Le principe de continuité d'Entretien aux diverses jonctions des réseaux doit être respecté par les deux maîtres de l'ouvrage concernés.

Article 9. - : L'aménagement et la réhabilitation des routes du réseau des routes communales incombent aux communes. A cet effet, le financement des travaux d'aménagement et de réhabilitation est pris en charge par le Budget Communal, dans le cadre d'un programme adopté par le Conseil Municipal. Le cofinancement des travaux d'entretien est assuré conjointement par le Budget Communal et par le Fonds d'Entretien Routier, sur présentation d'un programme approuvé par le Conseil Municipal ou communal et dont les allocations sont décidées par le conseil d'Orientation.

Article 10. - : Les routes ne faisant pas l'objet d'un classement dans l'un des réseaux défini à l'article 2 ne sont pas régies par la présente loi.

### TITRE III

-----

#### DE LA DEFINITION DES RESPONSABILITES DES MAITRES DE L'OUVRAGE

#### ET DE LEUR CHAMP DE COMPETENCES VIS-A-VIS DE LA ROUTE

----

#### *Chapitre Premier*

-----

#### Les responsabilités des Maîtres de l'ouvrage Public

#### *dans la gestion des réseaux routiers*

-----

Article 11. - : L'Etat représenté par le Ministère chargé des Travaux publics est le Maître de l'ouvrage des routes du réseau des routes nationales.

Les Gouverneurs des Provinces autonomes sont les Maîtres de l'ouvrage des routes du réseau des routes provinciales.

Les Maires sont les Maîtres de l'ouvrage des réseaux des routes Communales.

Article 12. - : Les Maîtres de l'ouvrage, en tant que questionnaires du réseau routier qui leur est attribué doivent mettre en œuvre les moyens les mieux adaptés permettant la sauvegarde de leur patrimoine routier et sa bonne exploitation.

Article 13. - : Les Maîtres de l'ouvrage peuvent déléguer tout ou partie de leurs compétences dans le cadre de la loi réglementant la maîtrise de l'ouvrage public.

#### TITRE IV

-----

#### DES MODES DE FINANCEMENT ET DES TYPES DE CONVENTIONS

#### PASSEES ENTRE MAITRES D'OUVRAGE

-----

#### *Chapitre Premier*

-----

#### *Les modes de financement*

-----

Article 14. - : Le financement des opérations d'aménagement ou de réhabilitation sur tous les réseaux routiers est pris en charge par les Maîtres de l'ouvrage concernés. Ceux-ci peuvent contracter des prêts ou bénéficier de subventions, d'aides ou de dons auprès de l'Etat et/ou des Bailleurs de fonds.

Dans le cadre de la convention de financement, les conditionnalités de la convention, résultent et qui sont susceptibles de porter atteinte à l'intégrité territoriale, à la souveraineté nationale, ou remboursement à terme échu des emprunts, à la libre concurrence et à la libéralisation par des clauses de monopolisation et d'exclusion sont prohibées.

Des textes réglementaires préciseront en tant que besoin, les modalités d'application de cet article.

Article 15. - : Quelle que soit son origine, le financement des opérations d'aménagement ou de réhabilitation est subordonné à la définition préalable sur le plan technique et financier, d'un dispositif d'entretien routier.

Article 16. - : Le financement des dépenses d'entretien et de gestion du réseau routier est supporté totalement ou partiellement par les Fonds d'Entretien Routier (FER), conformément au décret d'application de la loi portant création du F.E.R.

## *Chapitre II*

-----

Les types de conventions passées entre Maîtres de l'ouvrage public.

-----

Article 17. - : L'Etat peut conclure avec chaque Collectivité Territoriale Décentralisée, maître de l'ouvrage du réseau une convention pluriannuelle pour la mise en œuvre d'une politique routière.

Ces conventions précisent en particulier les modalités de financement et de réalisation des travaux ainsi que le cas échéant, les modalités de déclassement et de classement.

Article 18. - : Les Collectivités Territoriales Décentralisées peuvent, si elles en ont les moyens techniques et financiers réaliser elles-mêmes les missions de programmation de contrôle de suivi et de gestion relative aux travaux sur leur réseau routier. Dans le cas contraire, elles peuvent faire appel à titre onéreux au secteur privé ou .aux services de l'Etat pour des missions d'existence au maître de l'ouvrage, de délégation de maîtrise d'ouvrage et de maître d'œuvre. Les conditions de ces interventions sont précisées par des textes réglementaires.

Article 19. - : L'Etat et les Collectivités Territoriales Décentralisées, en tant que Maîtres de l'ouvrage, peuvent déléguer à des opérateurs privés, l'explication de la route et des équipements annexes tels les bacs.

## TITRE V

-----

### *DE LA STRATEGIE D'EXTENSION DES INFRASTRUCTURES ROUTIERES*

Article 20. - : L'Etat et les Collectivités Territoriales Décentralisées, en tant que Maîtres de l'ouvrage, peuvent confier à des concessionnaires privés la conception, l'exécution des travaux de reconstruction, de réhabilitation et/ou l'entretien et l'exploitation des axes routiers.

Article 21. - : Pour inciter la participation du secteur privé à la construction, à la réhabilitation et l'entretien des Infrastructures routières, les maîtres de l'ouvrage peuvent mettre en

concession une partie ou la totalité de leur réseau. Les concessions routières ne peuvent être attribuées qu'à la suite des procédures transparentes d'appel à la concurrence.

## TITRE VI

-----

### DU ROLE SPECIFIQUE DU MINISTERE CHARGE DES TRAVAUX PUBLICS

#### DANS LA PROGRAMMATION ET LA DEFINITION DES NORMES

-----

Article 22. - : La Politique Nationale Routière de l'Etat en matière d'aménagement, de réhabilitation et d'entretien routier est définie par le Gouvernement, conformément au schéma directeur de l'Aménagement du Territoire.

Le Ministre chargé des Travaux Publics définit les grands objectifs sur la base des propositions émanant de tous les Maîtres de l'ouvrage. Cette politique est traduite dans le schéma directeur d'aménagement des réseaux routiers approuvé en conseil de Gouvernement.

L'obtention de financement public est modulé en fonction du degré d'intégration, au sein du schéma directeur du projet présenté.

Article 23. - : L'Etat représenté par les Ministres chargés des Travaux Publics et de l'Aménagement du Territoire et de la Ville définit les normes techniques et les normes de services pour les besoins exprimés. Celles-ci sont arrêtées après concertation avec les organisations professionnelles du secteur.

## TITRE VII

-----

### DE LA STRATEGIE D'ENTRETIEN ROUTIER ET DES modes DE REALISATION DES TRAVAUX

-----

Article 24. - : Dans le cadre de la Politique Nationale Routière, l'Etat met un accent particulier sur l'entretien routier. Ceci se traduit en particulier par la mise en place du fonds. d'Entretien Routier et les prérogatives attribuées à celui-ci.

Article 25.- Les travaux sont confiés prioritairement au secteur privé. Ils peuvent, le cas échéant, être réalisés en régie directe par les services techniques des Collectivités Territoriales Décentralisées ou en régie pour les services déconcentrés de l'Etat.

## TITRE VIII

-----

### DU CONTROLE DE L'INTEGRITE DE L'EMPRISE DE LA ROUTE ET DE LA SECURITE ROUTIERE POUR LES MAITRES D'OUVRAGES

-----

Article 26. - : Le contrôle de l'intégrité de l'emprise d'une route est définie par l'Ordonnance 60-166 pour les routes nationales et par le décret 63-192 fixant le code de l'urbaine et de l'habitat.

Article 27. - : La politique de sauvegarde du patrimoine routier et de ses usagers est constituée par les composantes suivantes :

- La sécurité routière, au même titre que la sécurité des biens et des personnes,
- le confort et l'harmonie du trafic,
- la conservation du patrimoine routier,
- la police relative aux réseaux routiers.

Article 28. - : Les dispositions relatives à la sécurité routière, à la police générale de la route et du contrôle de l'intégrité de l'emprise d'une route provinciale et communale, sont prises dans des textes réglementaires.

## TITRE IX

### DE LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

-----

Article 29. - : Tous projets d'investissement routiers ayant trait à des travaux de construction de réhabilitation ou nécessitant des emprunts de matériaux sont soumis à l'étude d'impact environnemental. Ils doivent, suivant les réglementations en vigueur, se conformer aux conditions et aux procédures stipulées, notamment, au décret n° 95-377 du 23 avril 1995 relatif à la mise en compatibilité des investissements avec l'Environnement.

## TITRE X

### *DES DISPOSITIONS DIVERSES*

-----

Art. 30. - : Des textes réglementaires détermineront, en tant que besoin, les modalités d'application de la présente loi.

Art. 31. - : Toutes les dispositions législatives et réglementaires antérieurs contraires à celle de la présente loi sont et demeurent abrogées.

Art. 32. - : La présente loi sera publiée au Journal Officiel de la République.

Elle sera exécutée comme loi de l'Etat.

REPOBLIKAN'I MADAGASIKARA

Tanindrazana – Fahafahana – Fandrosoana

*MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS*

DECRET N° 99-776

Portant refonte du classement des Routes Nationales

-----

**LE PREMIER MINISTRE, CHEF DU GOURVENEMENT**

Vu la Constitution

- Vu la loi n°61-041 du 13 décembre 1961 portant programme de l'équipement routier national
- Vu la loi n°98-026 du 20 janvier 1999 portant refonte de la Charte Routière
- Vu les décrets n°62-193 du 02 mai 1962, n°62-639 du 05 décembre 1962, n°63-617 du 12 novembre 1963, n°64-401 du 24 septembre 1964, n°66-153 du 28 mars 1966 et n°070 du 14 février 1967, portant classement des routes nationales
- Vu le décret n°98-522 du 23 juillet 1998 portant nomination du Premier Ministre, Chef du Gouvernement.
- Vu le Décret n°98-530 du 31 juillet 1998 portant nomination des membres du Gouvernement
- sur proposition du Ministre des Travaux Publics

En conseil du Gouvernement,

DECRETE :

Article premier

–a) –sont classées, dans le réseau des routes nationales primaires, reliant les chefs-lieux des Faritany et suivant l’article 4, alinéa 1 de la loi n°98-026 du 20/01/99 portant refonte de la Charte Routière, les sections de routes figurant au tableau ci-dessous :

N°	ITINERAIRE	Kilométrage
R.N.P		
2	- Antananarivo – Moramanga – Brickaville – Toamasina	352
4	- Antananarivo – Ankazobe – Maevatanana – Ambondromamy – Mahajanga	570
6		713
7	- Ambondromamy – Antsohihy – Ambanja – Ambilobe - Antsiranana - Antananarivo – Antsirabe – Ambositra – Fianarantsoa – Ihosy Toliara	925
	TOTAL	2560

b)- sont classées, dans le réseau des routes nationales secondaires, reliant les chefs-lieux des Faritany à des chefs-lieux des régions, les sections de routes figurant au tableau suivant :

N°	ITINERAIRE	Kilométrage
R.N.S		e
1	- Antananarivo – Miarinarivo – Analavory – Ambalanirina - Tsiroanomandidy	234
1bis	- Analavory – Ihazomay – Tsiroanomandidy – Beravina – Bemahatazana - Maintirano	481
3	- Antananarivo – Talata Volonondry - Anjozorobe	90

5	- Toamasina – Fenerive – Soanierana Ivongo – Mananara - Maroantsetra	406
5a		431
10	- Isesy – Vohémar – Sambava – Antalaha – Maromandia - Marofinaritra	449
11	- Andranovory – Betioky – Ampanihy – Tsiombe - Ambovombe	101
12	- Carrefour RN.25 – Nosy varika	291
13	- Irondro – Manakara – Vohipeno – Farafangana - Vangaindrano	495
21	- Ihosy – Betroka – Ambovombe – Amboasary - Taolagnaro	61
25	- Ambodiatafa – Ambodifototra – Aniribe (Sainte Marie)	176
27	- Carrefour RN.7 Ambohimahaso – Vohiparara – Ifanadiana - Mananjary	272
30		10
30a	- Ihosy – Ivohibe – Vondrozo - Farafangana	27
32	- Carrefour RN.6 - Ankify	202
34	- Hell Ville – Djamanjary – Andilana	330
35	- Carrefour RN.6 – (Antsohihy) - Mandritsara	172
41	- Antsirabe – Betafo – Miandrivazo – Croisement RN.35	42
43	- Malaimbandy – Mahabo - Morondava	136
44	- Carrefour RN.7 Kelikampona – Sandrandahy - Fandriana	228
45	- Analavory – Soavinandriana – Faratsiho – Ambohibary - Sambaina	24
52	- Moramanga – Ambatondrazaka – Imerimandroso - Vohitraivo	6
57	- Alakamisy Ambohimaha - Vohiparara	12
58a	- Talatamaty – Aéroport d’Ivato	15
	- Hell-Ville - Fascène	
	-Ankadimbahoaka - Andranomena	
	TOTAL	4 691

c)- sont classées, dans le réseau des routes nationales temporaires, suivant l'article 4, alinéa 3 de la loi n°98-026 du 20/01/99, les sections de routes figurant au tableau ci-dessous :

N° R.N.T	ITINERAIRE	Kilometrage
2 bis	- Ankorahotra – Université Ankatso	2
3a	- Vohidiala – Amparafaravola – Vohitraivo - Andilamena	150
3b	- Croisement RN.5a Ambariomiambana - Andapa	97
8	- Marofotra – Belo Tsiribihina – Bekopaka - Antsalova	262
8a	- Maintirano – Betanatanana - Antsalova	123
8b	- Croisement RN4 – Marovoay - Ambolomoty	19
8c	- Bemahatazana – Morafenobe – Ambatomainty – Kandreho – Croisement RN.4	318
9	- Toliara – Manja – Mandabe - Dabara	472
11	- Nosy varika - Mahanoro	101
11a	- Mahanoro – Vatomandry - Antsampanana	204
12a	- Taolagnaro – Manantenina - Vangaindrano	238
14	- Ifanadiana – Tolongoina - Ikongo	94
15	- Sakaraha – Ankazoabo - Beroroha	232
16	- Carrefour RN27 – Ranotsara - Iakora	81
17	- Carrefour RN.13 - Bekily	41
17a	- Carrefour RN.10 – Bezaha - Benenitra	114
18	- Vangaindrano – Midongy Atsimo - Befotaka	130
19	- Maintirano – Besalampy – Soalala - Mitsinjo	523
20	- Carrefour RN11 – Ilaka – Antanambao Manampotsy	
22	- Antsikafoka – Vavatenina - Anjahambe	49
23	- Mahanoro - Marolambo	55
	- Moramanga – Anosibe an'ala	132

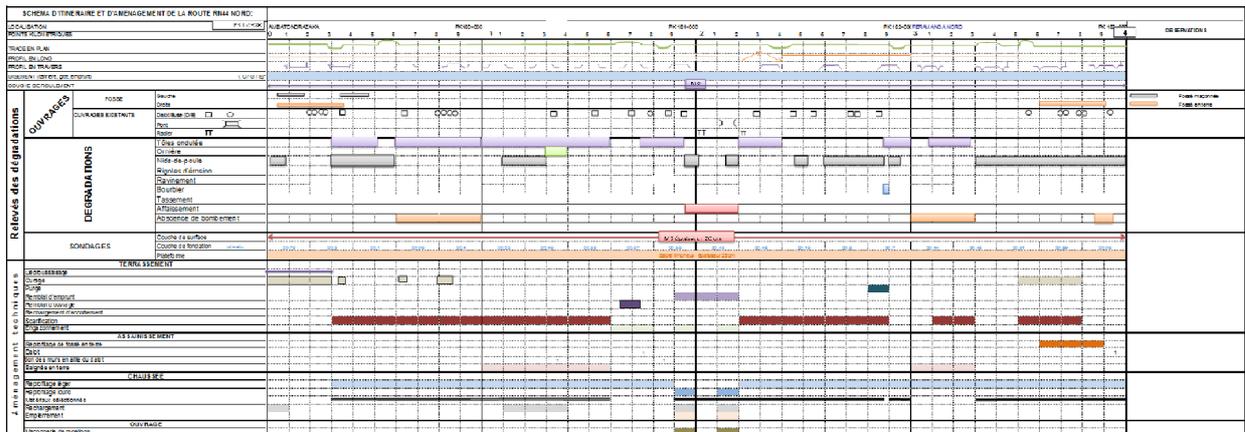
23a	- Carrefour RN.11 - Vohilava	71
24	- Carrefour RN.7 – Ilempona - Antanifotsy	42
26	- Carrefour RN – Ankazobetsiahy - Bealanana	3
31	- Carrefour RN6 - Analalava	
31a	- Morarano - Andriamena	100
33	- Carrefour RN 4 – Bekapaina - Tsaratanana	79
33a	- Carrefour R N4 – Andranofasika – Ambato-Boeni	88
33b	- Ivato – Ambatofinandrahana - Malaimbandy	82
35	- Carrefour RN.4 – Ampanotokana – Miantso – Firavahana - Fenoarivobe	23
36		274
		134
42	- Fianarantsoa – Isorana - Ikalamavony	
46	- RN7 - Ambovombe	95
47	- Ivato - Antoetra	17
		25
51	- Carrefour RN.3 - Ambohimanga	
53	- Antalaha – Aéroport d’Antsirabato	5
54	- Mahajanga – Aéroport d’Amborovy	13
55	- Carrefour RN.9 – Ambahikily – Antanandava - Morombe	8
56	- Arivonimamo – Terrain d’aviation	78
58b	- Ankadindratombo - Ambohimanambola	
59a	- Androrona – Port de Vohémar	3
59b	- Antsiranana - Ramena	7
		4
		20
	TOTAL	4 598

Article 2 : Le Ministre des Travaux Publics est chargé de l’application du présent décret qui sera publié au Journal Officiel de la République.

**ANNEXE N°2**

**SCHEMA D'ITINERAIRE**

**ET D'AMEMAGEMENT**



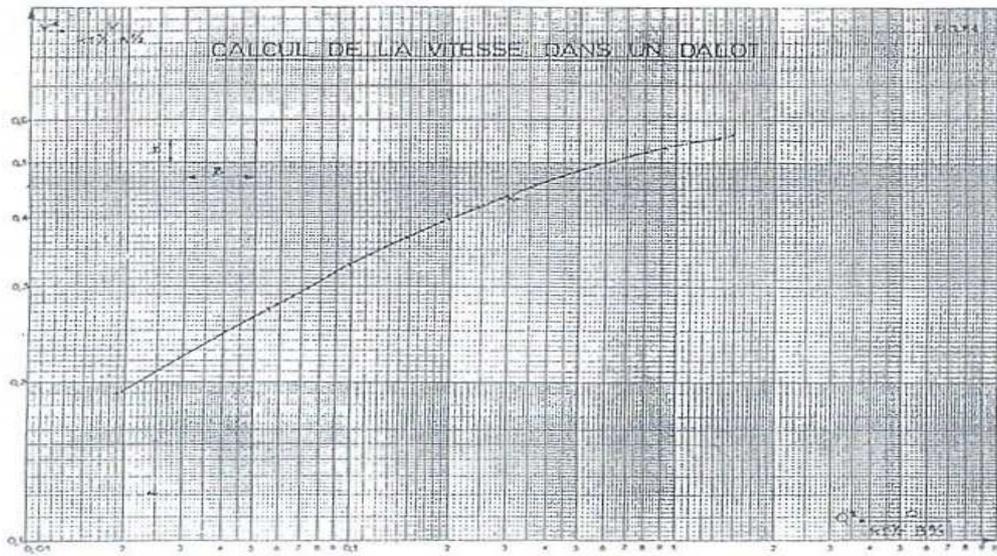


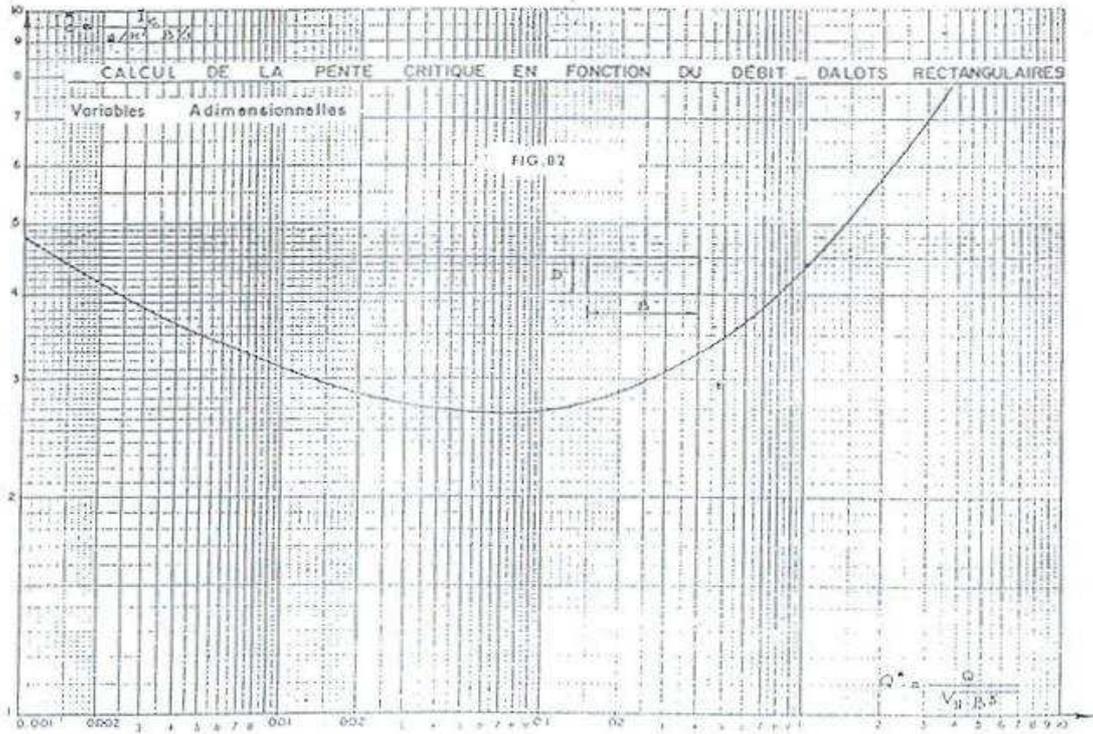


# ANNEXE N°3

## ABAQUES DE DIMENSIONNEMENTS







**ANNEXE N°4**  
**DIMENSIONNEMENT DE**  
**CHAUSSEE**

### Méthode CBR à partir de la formule de PELTIER :

L'épaisseur de la couche de roulement de la chaussée est donné par la formule :

$$e_{CR} = e_{calculée} + e_{usure}$$

Avec :

- $e_{CR}$  : épaisseur de la couche de roulement (cm);
- $e_{calculée}$  : épaisseur de la couche de roulement obtenu par calcul (cm);
- $e_{usure}$  : épaisseur d'usure de la couche de roulement pendant sa durée de vie (cm).

Epaisseur calculée :

$$e_{calculée} = \frac{100 + \left(75 + 50 \log \frac{N}{10}\right) \sqrt{P}}{CBR \text{ corrigé} + 5}$$

Où :

N : nombre de Poids Lourds (PL) de Poids Total en Charge (PTC) supérieur à 3T/j ;

P : poids maximal d'une roue ;

CBR corrigé : donné par la formule

$$CBR \text{ corrigé} = \frac{CBR_{4j}}{0.7}$$

Avec :  $CBR_{4j}$  est le CBR à 4 jour d'immersion.

Epaisseur d'usure :

Pour prévenir l'usure de la couche de roulement durant sa durée de vie, il est nécessaire d'ajouter une épaisseur d'usure qui se calcule par :

$$e_{usure} = usure \text{ annuelle} \times durée \text{ de vie}$$

L'usure annuelle des routes non revêtues est donnée par le tableau suivant :

**Tableau : Usure annuelle des routes non revêtues.**

Trafic PL (V/j)	Usure annuelle
10 – 30	1cm
30 – 100	2cm
100 – 300	3cm

Applications numériques :

*Hypothèses de calcul :*

- Nombre de PL de PTC supérieur à 3T/j : 100 V/j
- Poids maximal d'une roue : 5T
- $CBR_{4j}$  : 14
- Usure annuelle : 2cm
- durée de vie : 5ans

*Application numériques :*

$$CBR \text{ corrigé} = \frac{14}{0.7}$$

$$CBR \text{ corrigé} = 20$$

$$e_{calculée} = \frac{100 + (75 + 50 \log \frac{100}{10}) \sqrt{5}}{20 + 5}$$

$$e_{calculée} = 15,18 \text{ cm}$$

$$e_{usure} = 2 \times 5$$

$$e_{usure} = 10 \text{ cm}$$

$$e_{CR} = 15.18 + 10.00 \quad \text{d'où} \quad \boxed{e_{CR} = 25,18 \text{ cm}}$$

**Méthode du Road Research Laboratory (RRL):**

L'épaisseur de la couche de roulement est donnée par la formule :

$$e_{CR} = e_{abaque} + e_{usure}$$

Où :

$e_{abaque}$  : Épaisseur de la couche de roulement déterminé à partir de l'abaque (cm);

$e_{usure}$  : Épaisseur d'usure (cm).

Obtention de  $e_{abaque}$  :

L'épaisseur de cette couche est déterminée à partir des Abaques de dimensionnement du RRL qui est fonction du CBR corrigé du sol support et de l'intensité du trafic.

L'intensité du trafic est classée en 5 catégories selon le tableau suivant :

**Tableau : Catégories du trafic.**

Classe	Nombre de PL de PTC $\geq 3T/j$
A	0 – 15
B	15 – 45
C	45 – 150
D	150 – 450
E	450 - 1500

D'après notre hypothèse, notre tronçon se trouve dans la classe de courbe C.

L'abaque du Road Research Laboratory a donné :  $e_{abaque} = 15,20$  cm

Ce qui nous donne :

$$\boxed{e_{CR} = 25,20 \text{ cm}}$$

**ANNEXE N°5**

**DIMENSIONNEMENT DES**

**OUVRAGES**

**HYDRAULIQUES**

### Surface du BV :

La surface du BV est déterminée à partir de la formule :

$$A = L \sum_{i=1}^n l_i$$

Avec :

A : surface du BV (Km<sup>2</sup>)

L : longueur du BV (Km)

l<sub>i</sub> : largeur de la surface i (Km)

Hypothèses de calcul :

$$L = 250\text{m} = 0.250 \text{ Km}$$

$$l_1 = 3.25 \text{ m} = 0.00325 \text{ Km}$$

$$l_2 = 0.40 \text{ m} = 0.0004 \text{ Km}$$

$$l_3 = 1.00 \text{ m} = 0.001 \text{ Km}$$

Applications numériques :

$$A = 0.150 \times (0.00325 + 0.0004 + 0.001)$$

$$A = 0.0011625 \text{ Km}^2$$

D'où

$$A = 1.1625 \times 10^{-3} \text{ Km}^2$$

*Coefficient de ruissellement pondéré :*

$$C = \frac{\sum C_i l_i}{\sum l_i}$$

Où :

l<sub>i</sub> : largeur de la surface i (Km) ;

C<sub>i</sub> : coefficient de ruissellement de la surface i.

Le tableau ci-dessus présente les valeurs du coefficient de ruissellement pour chaque nature de couverture :

**Tableau 65 : Coefficient de ruissèlement.**

Nature de la couverture	Valeurs de C pour un petit BV de 0 à 10 Ha avec une pente de :			
	<5%	5 à 10%	10 à 30%	>30%
<b>Plateforme et chaussée</b>	0.95			
<b>Terrain dénudé ou à végétation non courante</b>	0.80	0.85	0.90	0.95
<b>Cultures courantes</b>	0.75	0.80	0.85	0.90
<b>Prairie ou brousse dense</b>	0.70	0.75	0.80	0.85
<b>Forêt ordinaire, sous bois touffus</b>	0.30	0.50	0.80	0.70
<b>Grand forêt primaire</b>	0.2	0.25	0.30	0.40

Hypothèses de calcul :

$$l_1 = 3.25 \text{ m} = 0.00325 \text{ Km}$$

$$l_2 = 0.40 \text{ m} = 0.0004 \text{ Km}$$

$$l_3 = 1.00 \text{ m} = 0.001 \text{ Km}$$

$$C_1 = 0.95$$

$$C_2 = 0.95$$

$$C_3 = 0.80$$

Applications numériques :

$$C = \frac{(0.00325 \times 0.95) + (0.0004 \times 0.95) + (0.001 \times 0.80)}{(0.00325 + 0.0004 + 0.001)}$$

$$C = 0,92$$

**Débit de crue :**

Le débit de crue définit le débit à évacuer en mètre cube par seconde par l'ouvrage. Il est défini par la formule de BCEOM suivante :

$$Q_0 = 0.278 \times C \times I(t_u, p) \times A$$

Où :

A : surface du BV (Km<sup>2</sup>)

C : coefficient de ruissellement pondéré.

I (t<sub>u</sub>, p) : intensité de pluie pour une durée de l'averse égale au temps de concentration t<sub>c</sub>.

**Intensité moyenne de la pluie :**

Elle est déterminé par :

$$I(t_u, p) = 28 (t_u + 18)^{-0.763} \times I_0(10ans, 1h)$$

Avec :

- I<sub>0</sub>(10ans, 1h) : intensité moyenne de la pluie dans une période de retour de 10 ans.  
Elle est donnée par la courbe des isohyètes pour les différents régions de Madagascar.  
Dans la région d'Alaotra – Mangoro, **I<sub>0</sub>(10ans, 1h) = 97mm/h**
- t<sub>u</sub> : temps utile

**Temps utile**

Le temps utile est déterminé par :

$$t_u = 0.87 t_c^{0.82}$$

Avec :

t<sub>c</sub> : Temps de concentration qui se calcule par la formule de Ventura (mn):

$$t_c = 0.1272 \left( \frac{A}{Im} \right)^{1/2}$$

A : surface du BV

Im : pente moyenne du BV (%)

$$Im = \frac{\sum i_i l_i}{\sum l_i}$$

**Hypothèses de calcul :**

$$l_1 = 3.25 \text{ m} = 0.00325 \text{ Km}$$

$$l_2 = 0.40 \text{ m} = 0.0004 \text{ Km}$$

$$l_3 = 1.00 \text{ m} = 0.001 \text{ Km}$$

$$i_1 = 2\%$$

$$i_2 = 3\%$$

$$A = 0.0011625 \text{ Km}^2$$

$$C = 0,92$$

$$I_0(10\text{ans}, 1h) = 97\text{mm/h}$$

### Applications numériques :

$$I_m = \frac{(0.02 \times 0.00325) + (0.03 \times 0.001)}{(0.00325 + 0.001)}$$

$$I_m = 2.24\%$$

$$t_c = 0.1272 \left( \frac{0.0006975}{0.0224} \right)^{1/2}$$

$$t_c = 0.020 \text{ mn}$$

$$t_u = 0.87 \times 0.020^{0.82}$$

$$t_u = 0.035 \text{mn arrondi à } 1 \text{mn}$$

$$I(t_u, p) = 28 (1 + 18)^{-0.763} \times 97$$

$$I(t_u, p) = 287 \text{mm}$$

D'où :

$$Q_0 = 0.278 \times 0,92 \times 287 \times 0.0011625$$

$$Q_0 = 0,085 \text{m}^3/\text{s}$$

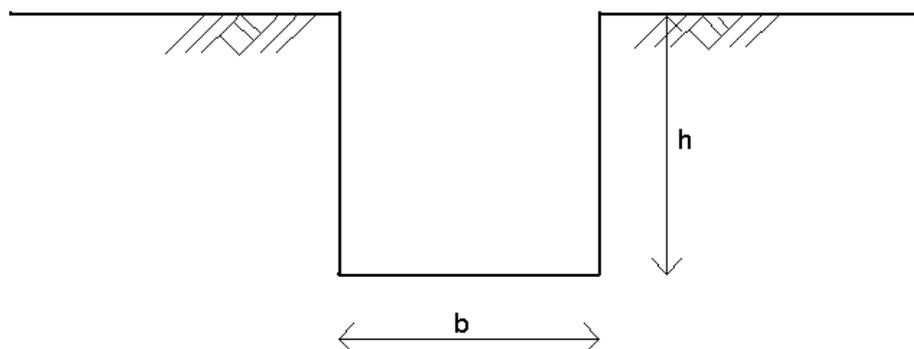
arrondi à

$$Q_0 = 0.085 \text{m}^3/\text{s}$$

### Etude du fossé du PK 163 + 825 :

#### Débit évacuable :

Figure : caractéristiques d'un fossé de pieds.



$$Q = V \times w$$

Avec :

$w$  : ouverture efficace maximale (m<sup>2</sup>);

$V$  : vitesse d'écoulement maximale (m/s).

Ouverture efficace maximale :

Pour un fossé rectangulaire :

$$= b \times h$$

Avec :

$$b = 0.40\text{m}$$

$$h = 0.40\text{m}$$

AN :

$$w = 0.40 \times 0.40$$

$$w = 0.16\text{m}^2$$

Vitesse d'écoulement maximale :

La vitesse d'écoulement maximale est donnée par :

$$V = k \times R^{2/3} \times i^{0.5}$$

Avec :

- $i$  : pente d'écoulement au niveau de la section de calcul ( $i = 2\%$ )
- $k$  : coefficient de rugosité de la surface d'écoulement donné par le tableau suivant :

Caractéristique de la surface d'écoulement	K (état de la surface)		
	Bon	Passable	Mauvais
sol			
Sol sableux	50	50	40
Sol argileux : - compacte - lâche	59	56	
	56	53	
Revêtement en bois	100	83	71
Revêtement en béton : - surface lisse - surface rugueuse	83	77	
	71	67	56
Maçonnerie : -En pierres jointoyés -En pierres sèches	71	67	62
	50	45	37
Gazonnage	33	33	29

- R : rayon hydraulique de la section qui est déterminé par :

$$R = \frac{w}{\chi}$$

Où :

w : ouverture efficace maximale (m<sup>2</sup>):

$\chi = b + 2h$  : périmètre mouillée (m).

**AN :**

$$\chi = 0.4 + (2 \times 0.4)$$

$$\chi = 1.2 \text{ m}$$

$$R = \frac{0.16}{1.2}$$

$$R = 0.133 \text{ m}$$

$$V = 62 \times 0.133^{2/3} \times 0.02^{0.5}$$

$$V = 2.28 \text{ m/s}$$

$$Q = 2.28 \times 0.16$$

$$Q = 0.365 \text{ m}^3/\text{s}$$

*Vérfications :*

Nous vérifions que l'ouvrage est bien dimensionné pour évacuer le débit venant du BV à l'aide des conditions suivantes :

La vitesse :

Il faut que la vitesse soit comprise entre la vitesse d'ensablement et la vitesse d'affouillement :

$$V_{ens} < V < V_{aff}$$

Avec :

- $V_{ens} = 0.25 \text{ m/s}$  pour les terrains limoneux :
- $V_{aff} = 6.5 \text{ m/s}$  pour les maçonneries en pierres jointoyés.

$$0.25 \text{ m/s} < 2.28 \text{ m/s} < 6.5 \text{ m/s}$$

***Il n'y a pas de problème d'affouillement ni d'ensablement.***

L'évacuation :

Il faut que :

$$\frac{|Q_0 - Q|}{Q_0} \times 100 < 5\%$$

$$\frac{|0.085 - 0.365|}{0.085} \times 100 = 329\% < 5\%$$

*Le fossé est surdimensionné.*

### **Etude de dalot :**

Les paramètres de dimensionnement dalot sont :

- Le débit ;
- La pente critique ;
- La vitesse.

### *Le débit :*

$$Q^* = \frac{Q_0}{\sqrt{gB^5}}$$

Avec :

$Q_0$  : débit à évacuer

B : base du dalot

g : accélération de la pesanteur.

Hypothèses de calcul :

B = 1,00m

g = 9.81 m/s<sup>2</sup>

$Q_0 = 0.085\text{m}^3/\text{s}$

Applications numériques :

$$Q^* = \frac{0.085}{\sqrt{9.81 \times 1,00^5}}$$

$$Q^* = 0.027\text{m}^3/\text{s}$$

### *La pente critique :*

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

L'abaque de dimensionnement hydraulique sur la variation de la pente critique en fonction du débit permet de déterminer  $I^*$ .

$$I^* = 3.3$$

Pour tenir compte de l'imperfection de confection d'un dalot, on prend  $I = 1.20 I_{cr}$  comme pente réelle de l'ouvrage.

AN :

$$I_{cr} = \frac{3.3 \times 9.81}{62^2 \times 1,00^{1/3}} \qquad I_{cr} = 0.00842$$

$$I = 1.20 I_{cr}$$

$$I = 0,010$$

#### *La vitesse :*

Connaissant  $Q^*$  et en se référant à l'abaque sur la vitesse d'écoulement, nous aurons  $V^*$  et nous obtenons :

$$V = V^* \times k \times i^{0.5} \times B^{2/3}$$

AN :

$$V^* = 0.215 \text{ m/s}$$

$$V = 0.215 \times 62 \times 0.02^{0.5} \times 1,00^{2/3}$$

$$V = 1,885 \text{ m/s}$$

On vérifie alors que :

$$V_{ens} < V < V_{aff}$$

Avec :

- $V_{ens} = 0.25 \text{ m/s}$  pour les terrains limoneux :
- $V_{aff} = 3 \text{ m/s}$  pour les maçonneries en pierres jointoyés.

$$0.25 \text{ m/s} < 1,885 \text{ m/s} < 3,00 \text{ m/s}$$

***Il n'y a pas de problème d'affouillement ni d'ensablement.***

ANNEXE N°6

**QUANTITE**

**PREVISIONNELLE DES**

**MATERIAUX**

**QUANTITE PREVISIONNELLES DES MATERIAUX DE CONSTRUCTION**

Matériaux	U	N B	Qté	Ciment	Acie r	Sabl e	Gravillo n	Moello n	Rembl ai	MS du PK 169+85 0	MS du PK 159+00 0	caillass e 40/70	gazo n	Planch e de 3m
				Kg	Kg	m3	m3	U	m3	m3	m3	m3	m2	U
<b>1/TERRASSEMENT</b>														
Remblai	m 3		234,00						234,00					
Remblai d'ouvrage	m 3		13,87						13,87					
Rechargement (MS)	m 3		9,34							9,34				
Engazonnement	m 2		76,84										76,8 4	
<b>2/CHAUSSEE</b>														
Matériaux sélectionnés	m 3		2585,0 0							1200,00	1385,00			
Point-à-temps	m 3		67,20							44,95	22,25			
Empierrement	m 2		54,00			2,7						3,25		
<b>3/ASSAINISSEMENT</b>														
<b><u>Dalot</u></b>		3												
Lit de pose de sable	m 3		1,27			1,27								
Béton de propreté 150	m 3		1,27	63,26		0,17	0,34							
Béton Armé Q350	m 3		5,70	664,65		0,76	1,52							
Armature	Kg		227,88		75,9 6									
Maçonnerie	m 3		37,51	1125,3 6		3,75		1094						
Chappe	m 2		46,20	61,60										
Coffrage	m 2		27,18											45

QUANTITE PREVISIONNELLES DES MATERIAUX DE CONSTRUCTION														
Matériaux	U	NB	Qté	Ciment	Acier	Sable	Gravillon	Moellon	Remblai	MS du PK 169+850	MS du PK 159+000	caillasse 40/70	gazon	Planche de 3m
				Kg	Kg	m3	m3	U	m3	m3	m3	m3	m2	U
<i>Mur en aille dalot:</i>		5												
Lit de pose de sable	m3		0,82			0,82								
Béton de propreté 150	m3		0,82	123,04		0,33	0,66							
Maçonnerie	m3		7,15	643,50		2,15		626						
Chappe	m2		24,31	97,24										
<b>4/OUVRAGE</b>														
<u>Maçonnerie de moellons</u>		4												
Lit de pose de sable	m3		22,50			22,50								
Béton de propreté	m3		22,50	168,75		0,45	0,90							
Maçonnerie de moellons	m3		450,00	40500,00		135,00		39375						
Chappe	m2		450,00	1800,00										
<b>TOTAL</b>				<b>45247,39</b>	<b>75,96</b>	<b>169,89</b>	<b>3,41</b>	<b>41094,73</b>	<b>247,87</b>	<b>1254,29</b>	<b>1407,25</b>	<b>3,25</b>	<b>76,84</b>	<b>45,30</b>
PU (Ar)				500	11000	10000	16000	400	5150	6500	6500	12000	300	15500
<b>MONTANT (Ar)</b>				<b>22623696,3</b>	<b>835560</b>	<b>1698879,3</b>	<b>54604,16</b>	<b>16437890</b>	<b>1276530</b>	<b>8152852</b>	<b>9147125</b>	<b>38965</b>	<b>23052</b>	<b>702150</b>
				Ciment	Acier	Sable	Gravillon	Moellon	Remblai	MS du PK 169+850	MS du PK 159+000	caillasse 40/70	gazon	Planche de 3m
				Kg	Kg	m3	m3	U	m3	m3	m3	m3	m2	U

<b>Montant total</b>	
<b>60 991 305</b>	Ar

ANNEXE N°7

**EXEMPLE DE SOUS  
DETAIL DE PRIX**

Description des tâches: <b>DEBROUSSAILLAGE</b>						Prix N°	Unité	Quantité	
Rendement	R =	28,5	m2/j			2.1	m2	170,00	
	K =	1,38							
COMPOSANTE DES PRIX			COUTS DIRECTS			Dépenses Directes			TOTAL (Ar)
Désignation	Unité	Quantité	Unité	Quantité	Prix Unitaire	MTRL	PRSNL	MTRO	
<b>Matériels</b>									
Lots d'outillage	Fft	1	h	2	1250	2500			
Camion à benne	U	1	h	1	12500	12500			
									15000
<b>Personnel</b>									
Chef de Chantier	Hj	1	h	1	1138		1138		
Chef d'équipe	Hj	1	h	8	1000		8000		
Chauffeur de camion	Hj	1	h	1	750		750		
Manceuvre	Hj	4	h	8	500		16000		
									25888
						Déboursé:		40888	
						PU = K x (D/R)		1979,84	
						Arrondi à:		1980	

Description des tâches: <b>REPROFILAGE LEGER</b>						Prix N°	Unité	Quantité	
Rendement R = 220 ml/j						4.1	ml	8475	
K = 1,38									
COMPOSANTE DES PRIX			COUTS DIRECTS			Dépenses Directes			TOTAL (Ar)
Désignation	Unité	Quantité	Unité	Quantité	Prix Unitaire	MTRL	PRSNL	MTRO	
<b>Matériels</b>									
Lots d'outillage	Fft	1	h	8	1250	10000			
Grader	U	1	h	8	51250	410000			
Compacteur	U	2	h	7	52750	738500			
								1158500	
<b>Personnel</b>									
Chef de Chantier	Hj	1	h	1	1138		1138		
Chef d'équipe	Hj	1	h	8	1000		8000		
Conducteur d'engins	Hj	2	h	8	938		15008		
Manceuvre	Hj	2	h	8	500		8000		
								32146	
						Déboursé:	1190646		
						PU = K x (D/R)	7468,59764		
						Arrondi à:	7482		

Description des tâches: <b>MACONNERIE DE MOELLONS</b>						Prix N°	Unité	Quantité	
Rendement R = 2,4 m3/j						22	m3	450	
K = 1,38									
COMPOSANTE DES PRIX			COUTS DIRECTS			Dépenses Directes			TOTAL (Ar)
Désignation	Unité	Quantité	Unité	Quantité	Prix Unitaire	MTRL	PRSNL	MTRO	
<b>Matériels</b>									
Lots d'outillage	Fft	1	h	8	1250	10000			
Camion à benne	U	1	h	3	12500	37500			
								47500	
<b>Personnel</b>									
Chef de Chantier	Hj	1	h	1	1138		1138		
Chef d'équipe	Hj	1	h	8	1000		8000		
Chauffeur de camion	Hj	1	h	3	750		2250		
Ouvrier Spécialisé	Hj	2	h	8	625		10000		
Manœuvre	Hj	5	h	8	500		20000		
								41388	
<b>Matériaux</b>									
Ciment	Kg	101,50	Kg	243,6	500			121800	
Sable	m3	0,37	m3	0,888	10000			8880	
Gravillons	m3	0,04	m3	0,096	16000			1536	
Moellons	U	88	U	210	400			84000	
								216216	
						Déboursé:		305104	
						PU = K x (D/R)		175434,8	
						Arrondi à:		175435	

ANNEXE N°8

**PHOTOS D'EXECUTION  
DES TRAVAUX**

## Panneau de chantier



## Extraction des matériaux









## TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION GENERALE	1
-----------------------	---

### PARTIE I : ENVIRONNEMENT DU PROJET

<u>I. PRESENTATION DE L'ARM</u>	2
<u>I. 1. Création :</u>	2
<u>I. 2. Mission :</u>	2
<u>I. 3. Domaines d'activités :</u>	2
<u>I. 4. Moyens humains :</u>	3
<u>I. 5. Partenaires :</u>	4
<u>I. 6. Financements :</u>	4
<u>I. 7. Les attributions de l'ARM :</u>	5
<u>II. PRESENTATION GENERAL DU PROJET</u>	6
<u>II. 1. Localisation du Projet :</u>	6
<u>II. 2. Objet :</u>	7
<u>II. 3. But :</u>	7
<u>II. 4. Historique de la RN44 :</u>	7
<u>II. 5. La structure :</u>	7
<u>II. 5. 1. Plateforme :</u>	8
<u>II. 5. 2. Couche de fondation :</u>	8
<u>II. 5. 3. Couche de roulement :</u>	8
<u>III. MONOGRAPHIE DE LA ZONE D'ETUDE :</u>	9
<u>III. 1. Présentation des Communes traversées :</u>	9
<u>III. 2. Milieu physique :</u>	9
<u>III. 2. 1. Altitude :</u>	9
<u>III. 2. 2. Relief et paysages :</u>	9

III. 2. 3.	<u>Conditions climatiques :</u>	9
III. 2. 4.	<u>Hydrologie :</u>	10
III. 2. 5.	<u>Sols :</u>	11
III. 2. 6.	<u>Végétations :</u>	11
III. 3.	<u>Milieu humain :</u>	11
III. 3. 1.	<u>Population :</u>	11
III. 3. 2.	<u>Croissance démographique :</u>	12
III. 3. 3.	<u>Composition et répartition :</u>	12
III. 4.	<u>Secteur économique :</u>	13
III. 4. 1.	<u>Agriculture :</u>	13
III. 4. 2.	<u>Elevage :</u>	14
III. 4. 3.	<u>Le marché :</u>	14
III. 4. 4.	<u>Artisanat :</u>	14
III. 4. 5.	<u>Transport :</u>	14
CONCLUSION PARTIELLE.....		15

## **PARTIE II : ETUDES TECHNIQUES**

I.	GENERALITES SUR L'ENTRETIEN ROUTIER	16
I. 1.	Différents types d'Entretien :	16
I. 1. 1.	L'Entretien Périodique :	16
I. 1. 2.	L'Entretien Courant :	16
I. 2.	Entretien Courant d'une Route Non Revêtue :	17
I. 2. 1.	Les types de dégradations :	17
I. 2. 2.	Les interventions :	21
II.	LES MATERIAUX ROUTIERS	22
II. 1.	Provenance des matériaux :	22
II. 1. 1.	Les carrières:	22

II. 1. 2.	Le sol : .....	22
II. 2.	Qualité des matériaux : .....	23
II. 2. 1.	Les caractéristiques de compactage : .....	23
II. 2. 2.	Les caractéristiques de portance : .....	23
II. 2. 3.	Les caractéristiques physiques : .....	23
II. 3.	Corps de chaussée : .....	23
II. 3. 1.	La couche de fondation : .....	23
II. 3. 2.	La couche de roulement : .....	24
III.	ETUDE DU TRAFIC	25
III. 1.	Généralités : .....	25
III. 2.	Le trafic passé : .....	25
III. 3.	Le trafic actuel : .....	26
III. 4.	Trafic futur : .....	28
IV.	AUSCULTATIONS VISUELLES OU RELEVES DES DEGRADATIONS	31
V.	ETUDE HYDRAULIQUE ET HYDROLOGIQUE	51
V. 1.	Généralités : .....	51
V. 2.	Localisation des ouvrages : .....	51
V. 2. 1.	Fossés latéraux.....	51
V. 2. 2.	Buses : .....	52
V. 2. 3.	Dalots : .....	52
V. 3.	Capacité d'évacuation : .....	53
V. 3. 1.	Caractéristiques d'un Bassin Versant : .....	53
V. 3. 2.	Débit de crue : .....	55
V. 4.	Etude du fossé du PK 163 + 825 : .....	57
V. 4. 1.	Débit évacuable : .....	57
V. 4. 2.	Vérifications : .....	59
V. 5.	Etude de dalot : .....	60

V. 5. 1.	Le débit :	60
V. 5. 2.	La pente critique :	61
V. 5. 3.	La vitesse :	61
V. 6.	Exemples de vérification de capacité d'évacuation :	62
<b>VI.</b>	<b>LA CHAUSSEE EXISTANTE</b>	<b>63</b>
VI. 1.	Etat générale :	63
VI. 2.	Méthode de dimensionnement :	63
VI. 3.	Exemple de dimensionnement :	63
VI. 3. 1.	Méthode CBR à partir de la formule de PELTIER :	63
VI. 3. 2.	Méthode du Road Research Laboratory (RRL):	65
CONCLUSION PARTIELLE.....		66

### **PARTIE III : EVALUATION DU PROJET**

<b>I.MODE</b>	<b>D'EVALUATION</b>	<b>DU</b>	<b>PROJET</b>
.....			67
I. 1.	Cout des Travaux :		67
I. 2.	Définition des prix :		67
I. 2. 1.	INSTALLATION ET REPLI DE CHANTIER :		67
I. 2. 2.	TERRASSEMENT :		68
I. 2. 3.	ASSAINISSEMENT :		71
I. 2. 4.	CHAUSSEE :		72
I. 2. 5.	OUVRAGE :		74
I. 3.	Devis quantitatif :		75
I. 3. 1.	Quantité des Travaux à faire :		75
I. 3. 2.	Quantité prévisionnel des matériaux :		81
I. 4.	Devis estimatif :		81

II. LES	TECHNIQUES	D'EXECUTION	DES	TRAVAUX	
.....					84
II. 1.	DISPOSITIONS GENERALES			.....	84
II. 2.	TERRASSEMENTS			.....	84
II. 2. 1.	Préparation du terrain			.....	84
II. 2. 2.	Remblais			.....	85
II. 2. 3.	Remblai d'ouvrages :			.....	88
II. 2. 4.	Rechargement des accotements :			.....	88
II. 3.	ASSAINISSEMENTS :			.....	89
II. 3. 1.	Curage des ouvrages d'assainissements:			.....	89
II. 3. 2.	Reprofilage de fossé en terre :			.....	89
II. 3. 3.	Reconstruction de mur en aile :			.....	89
II. 4.	CHAUSSEE			.....	89
II. 4. 1.	Reprofilage léger :			.....	89
II. 4. 2.	Reprofilage lourd :			.....	91
II. 4. 3.	Couche de chaussée en Matériaux sélectionnés :			.....	91
II. 4. 4.	Travaux de point-à-temps :			.....	91
II. 4. 5.	Empierrement :			.....	92
II. 5.	OUVRAGE :			.....	92
	Les murettes en maçonneries de moellons :			.....	92
III.	CONTROLE ET SURVEILLANCE DES TRAVAUX			.....	93
III. 1.	Considération générale sur le contrôle :			.....	93
III. 1. 1.	Contrôle avant l'exécution des Travaux :			.....	93
III. 1. 2.	Contrôle pendant l'exécution des Travaux :			.....	93
III. 1. 3.	Contrôle après l'exécution des Travaux :			.....	94
III. 2.	Le contrôle de la mise en œuvre:			.....	94
III. 2. 1.	Le contrôle avant la mise en œuvre :			.....	95

III. 2. 2. Le contrôle pendant la mise en œuvre :.....	95
III. 3. Le contrôle des conditions de mise en œuvre :.....	95
III. 3. 1. Le contrôle des terrassements :.....	95
III. 3. 2. Le contrôle des chaussées :.....	96
CONCLUSION PARTIELLE.....	97
CONCLUSION GENERALE.....	98
BIBLIOGRAPHIE.....	99