

TABLE DES MATIERES

AVANT – PROPOS.....	5
REMERCIEMENTS.....	6
LISTE DES ABREVIATIONS.....	7
LISTE DES FIGURES.....	8
LISTE DES CARTES.....	9
LISTE DES PHOTOS.....	9
LISTE DES ANNAEXES.....	10
LISTES DES TABLEAUX.....	11
LISTE DES SYMBOLES.....	13
INTRODUCTION.....	15
PREMIERE PARTIE.....	16
PRESENTATION DU PROJET ET L’ASPECT ECONOMIQUE.....	16
CHAPITRE I : GENERALITES SUR LE PROJET.....	17
I HISTORIQUE DU PROJET.....	17
II LOCALISATION DU PROJET.....	17
III BUT DU PROJET.....	17
III.1 Sur le plan politique.....	17
III.2 Sur le plan économique.....	17
III.3 Sur le plan technique.....	17
IV PLAN DE LOCALISATION DU PROJET.....	18
V SITUATION GEOGRAPHIQUE.....	19
V.1 GEOGRAPHIE.....	19
V.2 GEOLOGIE.....	19
V.3 CLIMATOLOGIE.....	20
CHAPITRE II : ETUDE DEMOGRAPHIQUE.....	23
II .1 POPULATION.....	23
II.2 CROISSANCE DEMOGRAPHIQUE.....	24
II.3 COMPOSITION ET REPARTITION.....	25
II.4 CARACTERISTIQUE DES MENAGES.....	27
II 5 MOUVEMENTS MIGRATOIRES.....	29
II.6 SERCICES SOCIAUX.....	30
II.7 CULTURES.....	34
CHAPITRE III ETUDE ECONOMIQUE.....	35
III.1 AGRICULTURE.....	35
III.2 CARACTERISTIQUES GLOBAUX	35
III.3 SUPERFICIE AGRICOLE	35
III.4 POPULATION ET EXPLOITANTS AGRICOLES.....	36
III.5 PRODUCTION.....	37
DEUXIEME PARTIE.....	39
ETUDE TECHNIQUE.....	39
CHAPITRE I ETUDE TOPOGRAPHIQUE.....	40

I.1 LEVE TOPOGRAPHIQUE.....	40
CHAPITRE II : METHODE DE DIAGNOSTIC.....	43
II.1 HISTORIQUE.....	43
II.2 EXAMEN VISUEL DE L'ITINERAIRE.....	43
II.2.1 Localités traversées par le projet.....	43
II.2.2 Caractéristiques géométriques de la route.....	43
II.2.2 a) Tracé en plan.....	43
II.2.2.b) Profil en long.....	44
II.2.2.c) Profils en travers.....	44
II.3 RELEVÉ DES DEGRADATIONS	44
II.3.1 Chaussée.....	44
II.3.2 Ouvrages d'assainissement.....	47
II.5 : INVENTAIRE DES SOLUTIONS.....	51
II.5.1 : Solutions ou variantes proposées.....	51
II.5.2 : Avantages de la réhabilitation.....	51
II.5.3 Les inconvénients de la réhabilitation.....	51
II.5.4 Photos des dégradations de la route.....	52
II.5.5 Analyse multicritère des variantes de couche de roulement.....	53
II.5.6 Choix de la variante principale.....	53
II.6 SCHEMA D'ITINERAIRE ET DIAGRAMME D'AMENAGEMENT.....	53
II.6.1 Etablissement du schéma d'itinéraire.....	53
CHAPITRE III ETUDE GEOTECHNIQUE.....	55
III.1 OBJECTIFS DE L'ETUDE GEOTECHNIQUE.....	55
III.2 RECONNAISSANCE DU GISEMENT.....	55
III.3 ESSAIS AU LABORATOIRE.....	56
III.4 : IDENTIFICATIONS DES CONSTITUANTS.....	56
III.5 COMMENTAIRES ET CONCLUSIONS :	57
CHAPITRE IV : ETUDES SUR LA CHAUSSEE.....	59
IV .1 ETUDE DU TRAFIC.....	59
IV.1.1 Trafic passé.....	59
IV.1.2 Trafic actuel.....	59
IV.1.3 Trafic futur.....	59
IV-2 DIMENSIONNEMENT DE LA ROUTE EN TERRE.....	60
IV.2.1 But.....	60
IV.2.2 Méthode de dimensionnement d'une couche de roulement d'une route en terre.....	60
IV.2.3 Calcul.....	60
IV.2.4 Surépaisseur d'usure (s.e.u).....	60
CHAPITRE V MISE EN ŒUVRE DE LA CHAUSSEE.....	63
V.1 COUCHE DE ROULEMENT EN EMPERREMENT PAR CLOUTAGE.....	63
V.2 COUCHE DE ROULEMENT EN MS.....	63
V.2.1 Compactage.....	63
V.2.2 Prise en compte des compacteurs	63
V.2.3 Détermination des nombres de passes.....	64
CHAPITRE VI ETUDES HYDROLOGIQUES ET ETUDES DES OUVRAGES.....	67
VI.1 ETUDES HYDROLOGIQUES.....	67
VI.1.1 Méthode de détermination des débits d'un bassin versant.....	67
VI.1.2 Plan de délimitation des bassins versants.....	68
VI.1.3 Calcul de surface.....	69
VI.1.6 Calcul du débit de crue.....	71
VI.2 ETUDES DES OUVRAGES.....	72
VI.2.1 Etude des fossés.....	72
VI.2.1.1 Calcul de dimensionnement.....	72

VI.2.2 Etude des dalots.....	76
VI.2.2.1 Calcul de dimensionnement.....	76
VI.2.2.2 Calcul des armatures d'un dalot (80 x 80).....	78
VI.2.2.3 Hypothèses de calcul des moments.....	78
VI.2.2.4 Calculs.....	82
VI.2.3 Etude des dallettes.....	86
VI.2.3.1 Calcul des armatures.....	86
VI.2.4 Murs de soutènement.....	90
VI.2.4.1 Les différents types d'ouvrage de soutènement.....	90
VI.2.4.2 Les forces agissantes.....	90
VI.2.4.3 Détermination de la poussée et de la butée.....	91
VI.2.4.4 Stabilité des murs poids.....	92
CHAPITRE VII ETUDES SUR L'ENVIRONNEMENT.....	97
VII.1 LES IMPACTS DE L'ENVIRONNEMENT SUR LAROUTE.....	97
VII.1.1 Le milieu naturel.....	97
VII.1.2 Le milieu social.....	97
VII.2 LES IMPACTS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT.....	98
IV.3 PLAN DEGESTION ENVIRONNEMENTALE.....	98
TROISIEME PARTIE.....	99
ETUDE FINANCIERE.....	99
CHAPITRE I : NOTION DE RENDEMENT.....	100
I Définitions.....	100
CHAPITRE II : EVALUATION DES TRAVAUX.....	102
II.1 : DEVIS DESCRIPTIF.....	102
II.2 DEVIS QUANTITATIF.....	105
II.3 DEVIS ESTIMATIF.....	106
II.4 RECAPITULATION DU DEVIS ESTIMATIF.....	107
ANALYSES ET SUGGESTIONS.....	108
CONCLUSION.....	109
BIBLIOGRAPHIE	
ANNEXES	

AVANT - PROPOS

Le présent mémoire est le fruit et le couronnement de trois années d'études passées à l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo . En effet, l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo a pour mission de former des Licenciés Professionnels immédiatement opérationnels, mais possédant des connaissances de base solide.

Des stages en entreprises viennent compléter le programme de formation, parmi lesquels, on peut distinguer le stage de deux mois de fin d'études.

A l'issue de ce stage, chaque étudiant élaborera son mémoire de fin d'études qui sera ensuite devant un membre de jury.

Ce stage a eu lieu au sein de l'entreprise « MASY » et au long duquel nous avons l'opportunité de suivre l'étude de l'Avant Projet Sommaire (APS) du projet de réhabilitation de la Route d'Intérêt Provincial RIP 84 reliant les Communes d'Alakamisikely et de Manalalondo, District d'Arivonimamo, Province d'Antananarivo

REMERCIEMENTS

Je voudrais, dans un premier temps, adresser du plus profond de mon cœur tous mes remerciements les plus sincères à Dieu tout puissant pour m'avoir indiqué la voie que je dois emprunter pour la réalisation de ce mémoire .

Ma profonde reconnaissance est aussi adressée à :

- ❖ Monsieur RAMANATSIZEHENA Pascal , Directeur Général de l'ESPA qui dirige et gère efficacement cette Ecole .
- ❖ Monsieur RABENATOANDRO Martin, Chef de Département de la Filière Bâtiment et Travaux Publics, qui nous a beaucoup aidé pendant toutes nos études .
- ❖ Monsieur RANDRIANTSIMBAZAFY Andrianirina, mon encadreur au sein de l'ESPA qui nous a dirigé dans ce mémoire et qui n'a jamais refusé de nous recevoir et de nous aider.
- ❖ Monsieur RAJEMIALISOA Raharinia Jean Jocelyn, mon encadreur professionnel au sein de l'Entreprise MASY, qui n'a jamais baissé les bras tout au long de mon travail .

Mes sincères gratitude vont également à :

- ❖ L'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo ou j'ai passé trois de mes meilleurs années inoubliables qui resteront gravées à jamais dans mes souvenirs. Les précieux enseignements, que le corps professoral nous a transmis et dont nous aurons besoin dans notre vie professionnelle qui nous ont été bénéfiques .
- ❖ Toutes les personnels de l'Entreprise MASY qui ont aimablement assisté et informé tout au long de mon travail .
- ❖ Toutes les communes concernées par ce projet, pour les innombrables informations et renseignements nécessaires à la confection de cet ouvrage .

A ma très chère Mère, mes frères et sœurs qui ont été toujours à mes côtés en toutes circonstances. Grâce à leurs conseils, leurs soutiens moraux et matériels je leur adresse ma plus profonde reconnaissance : Merci !

Enfin, je remercie vivement tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire de fin d'études .

LISTE DES ABBREVIATIONS

APD	:	Avant Projet Détaillé
APS	:	Avant Projet Sommaire
BA	:	Béton Armé
BE	:	Bureau d'Etude
BTP	:	Bâtiments et Travaux Publics
BV	:	Bassin Versant
CBR	:	Californian Bearing Ratio
CEBTP:		Centre Expérimental de recherche et d'étude du BTP
CEG	:	Collège d'Enseignement Général
CENUA	:	Commission Economique des Nations Unies pour l'Afrique
CHD	:	Centre Hospitalier de District
CHU	:	Centre Hospitalier Universitaire
CR	:	Couche de Roulement
EAB	:	Enquête Agricole de Base
ELS	:	Etat Limite de Service
EPP	:	Ecole Primaire Publique
ESPA	:	Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo
F	:	Femme
H	:	Homme
HIMO	:	Haute Intensité de Main d'œuvre
INSTAT:		Institut National des Statistiques
IP	:	Indice de Plasticité
LA	:	Los Angeles (Coefficient)
MDE	:	Micro-Deval en présence d'Eau (Coefficient)
MS	:	Matériau Sélectionné
OLE	:	Objet Linking and Embedding
ONG	:	Organisation Non Gouvernementale
OPT	:	Optimal (W_{OPT})
PAA	:	Province Autonome d'Antananarivo
PK	:	Point Kilométrique
RGHP	:	Recensement Général d'Habitat et de Population
RIP	:	Route d'Intérêt Provincial
RN	:	Route Nationale
S e u	:	Surépaisseur d'usure
SSD	:	Service de Santé du District
TVA	:	Taxe sur les Valeurs Ajoutées

LISTE DES FIGURES

<u>Figure n°1 : Répartition des décès infantiles.....</u>	<u>25</u>
<u>Figure n°2 : Pyramide des âges.....</u>	<u>26</u>
<u>Figure n°3 : Mesure de distance.....</u>	<u>40</u>
<u>Figure n°4 : Mesure en altitude par nivellement direct.....</u>	<u>41</u>
<u>Figure n°5: Mesure en altitude par nivellement indirect.....</u>	<u>41</u>
<u>Figure n°6 : Structure de la couche de roulement en MS.....</u>	<u>61</u>
<u>Figure n°7 : Structure de la couche de roulement en macadam clouté.....</u>	<u>62</u>
<u>Figure n°8 : principe de Mapinfo.....</u>	<u>70</u>
<u>Figure n°9 : Les forces agissantes sur le mur de soutènement.....</u>	<u>91</u>
<u>Figure n°10 : Dimensions du mur.....</u>	<u>94</u>

LISTE DES CARTES

Carte n°1	:	Plan de localisation du projet.....	18
Carte n°2	:	Plan de délimitation du bassin versant.....	68
Carte n°3	:	Programme quinquennale de réhabilitation des routes Fivondronana Arivonimamo, en annexe	

LISTE DES PHOTOS

Photo n°1	:	Fossé érodé.....	52
Photo n°2	:	Affouillement du fossé	52
Photo n°3	:	Effondrement du culé	52

LISTE DES ANNAEXES

Annexe n° I :	Présentation de l'entreprise
Annexe n° II :	Rapport de reconnaissance
Annexe n° III :	Schéma d'itinéraire
Annexe n° IV :	Profil en travers types
Annexe n° V :	Charges normatives et coefficients de surcharge
Annexe n° VI :	Abaque de dimensionnement du dalot
Annexe n° VII :	Tableau des section – poids – périmètres nominaux
Annexe n°VIII	Programme quinquennale de réhabilitation des routes Fivondronana Arivonimamo

LISTES DES TABLEAUX

<u>Tableau n°1 : Température moyenne.....</u>	<u>21</u>
<u>Tableau n°2 : Evaluation de la température mensuelle de 2000 à 2002.....</u>	<u>21</u>
<u>Tableau n°3 : Températures normales et absolues, période 1961 – 1990.....</u>	<u>21</u>
<u>Tableau n°4 : Pluviométrie annelle.....</u>	<u>22</u>
<u>Tableau n°5 : Evaluation de la pluviométrie mensuelle de la province d'Antananarivo (2000 à 2002).....</u>	<u>22</u>
<u>Tableau n°6 : Evaluation de la pluviométrie (période de Janvier à Juin 2002 et 2003) station Antananarivo.....</u>	<u>22</u>
<u>Tableau n°7 : Normales de précipitation (en mm et 1/10), période 1961 – 1990.....</u>	<u>22</u>
<u>Tableau n°8 : Répartition spatiale de la population.....</u>	<u>23</u>
<u>Tableau n°9 : Evolution de la population.....</u>	<u>23</u>
<u>Tableau n°10 : Taux de fécondité et de natalité.....</u>	<u>24</u>
<u>Tableau n°11 : Taux de mortalité.....</u>	<u>24</u>
<u>Tableau n°12 : Taux d'accroissement naturel.....</u>	<u>25</u>
<u>Tableau n°13 : Taux d'urbanisation.....</u>	<u>25</u>
<u>Tableau n°14 : Taille et répartition des ménages.....</u>	<u>27</u>
<u>Tableau n°15 : Sexe du chef de ménage.....</u>	<u>27</u>
<u>Tableau n°16 : Niveau de scolarisation.....</u>	<u>28</u>
<u>Tableau n°17 : Activité du chef de ménage.....</u>	<u>28</u>
<u>Tableau n° 18 : Nombre d'infrastructures sanitaires.....</u>	<u>30</u>
<u>Tableau n°19 : Nombre d'établissements sanitaires publics et privés.....</u>	<u>30</u>
<u>Tableau n°20 : Personnel soignant du service public et privé ou d'autres structures....</u>	<u>30</u>
<u>Tableau n°21 : Nombre de population par médecins.....</u>	<u>31</u>
<u>Tableau n°22 : Nombre d'établissements scolaires.....</u>	<u>32</u>
<u>Tableau n°23 : Nombre d'établissements scolaires publics et d'établissements scolaires privés.....</u>	<u>32</u>
<u>Tableau n°24: Nombre d'enseignants dans le secteur public et d'enseignants dans le secteur privé.....</u>	<u>33</u>
<u>Tableau n°25 : Taux de scolarisation</u>	<u>33</u>
<u>Tableau n°26 : Population agricole.....</u>	<u>36</u>
<u>Tableau n°27: Nombre d'exploitants agricoles.....</u>	<u>36</u>
<u>Tableau n°28 : Catégorie d'exploitation agricole</u>	<u>37</u>
<u>Tableau n°29 : Répartition des superficies par spéculation.....</u>	<u>37</u>

<u>Tableau n°30 : Evolution de la production et du rendement.....</u>	<u>37</u>
<u>Tableau n°31 : Récapitulation des dégradations de la chaussée.....</u>	<u>45</u>
<u>Tableau n°32 : Récapitulation des dégradations des ouvrages.....</u>	<u>49</u>
<u>Tableau n°34 : Caractéristiques géotechniques des sols et du matériau sélectionné</u>	<u>57</u>
<u>Tableau n° 35 : Caractéristiques géotechniques des concassés et du sable.....</u>	<u>57</u>
<u>Tableau n° 36 : Synthèse de trafic.....</u>	<u>59</u>
<u>Tableau n°37 : Usure sous trafic (méthode CEBTP).....</u>	<u>61</u>
<u>Tableau n°38 : Usure sous trafic (méthode CENUA).....</u>	<u>61</u>
<u>Tableau n°39 : Modalités des compactages des sols de remblai.....</u>	<u>66</u>
<u>Tableau n°40 : Valeur du coefficient de ruissellement C.....</u>	<u>71</u>
<u>Tableau n°41 : Analyse multicritère des types de fossé</u>	<u>72</u>
<u>Tableau n°42 : valeur de K et Vaff.....</u>	<u>74</u>
<u>Tableau n°43 : facteurs de capacité portante (N_γ , N_q , N_C) selon Caquot</u>	<u>94</u>
<u>Tableau n°44 : Facteurs affectant le rendement individuel.....</u>	<u>100</u>
<u>Tableau n°45 : Facteurs conditionnant la motivation.....</u>	<u>101</u>
<u>Tableau n°46 : Devis quantitatifs du projet.....</u>	<u>105</u>
<u>Tableau n° 47 : Devis estimatifs du projet.....</u>	<u>106</u>
<u>Tableau n° 48 : récapitulation de l'estimation du coût du projet.....</u>	<u>107</u>

LISTE DES SYMBOLES**A - Domaine de calcul hydraulique routière**

S :	Surface du bassin versant
k :	Coefficient de forme
P :	Périmètre du bassin versant
L :	Longueur du rectangle équivalent
ΔH :	Dénivellement
I :	Pente du bassin versant
Q :	Débit de crue du bassin versant
C :	Coefficient de ruissellement
$I(t_c, P)$:	Intensité de pluie déterminée par le temps de concentration
t_c :	Temps de concentration
$H(24h, P)$:	hauteur de pluie en 24h de période P
$I(1h, P)$:	Intensité de pluie qui dure pendant 1h de période P
V :	Vitesse d'écoulement
ω :	Section mouillée
K :	Coefficient de rugosité
ψ :	Périmètre mouillé
I :	Pente de cours d'eau
R :	Rayon hydraulique
b :	Base du fossé
h :	Hauteur d'eau dans le fossé
H :	Profondeur du fossé
V_{aff} :	Vitesse d'affouillement
V_{ens} :	Vitesse d'ensablement
ζ, β :	Coefficients permettant de définir h et b
m :	Valeur des pentes des talus du fossé
B :	Largeur du dalot
g :	Accélération de la pesanteur
I_{cr} :	Pente critique

B - Domaine de calcul BA

F_{fc28} :	Résistance caractéristique du béton en compression à 28 jours d'âge
F_{ft28} :	Résistance caractéristique du béton en traction à 28 jours d'âge
σ_s :	Contrainte de l'acier en service
f_e :	Limite d'élasticité de l'acier
σ_{bc} :	Contrainte de compression du béton en service
A :	Aire de l'armature tendue
HA :	Haute Adhérence
b :	Base de la section du béton
h :	Hauteur totale
d :	Distance du centre de gravité des armatures tendues à la fibre la plus tendue
y_1 :	Distance de l'axe neutre à la fibre la plus comprimée
d' :	Distance du centre de gravité des armatures comprimées à la fibre la plus comprimée
q :	Taux de charge
q^c :	Charge normative
n :	Coefficient de surcharge
\emptyset :	Diamètre des armatures
e_h :	Espacement horizontal des armatures longitudinales
t :	Espacement horizontal des armatures transversales

I :	Moment d'inertie
S_{yi} , S_{xi} :	Moments statiques
S :	Surface
\varnothing_t :	Diamètre des barres transversales
\varnothing_l :	Diamètre des barres longitudinales
\varnothing_{max} :	Diamètre maximal
\varnothing_{min} :	Diamètre minimal
l :	Longueur d'une pièce

C - Domaine géotechnique routière

ES :	Equivalent de sable
γ :	Poids volumique
γ_d :	Densité sèche
$\gamma_{d_{max}}$:	Densité sèche maximale
W_{nat} :	Teneur en eau naturelle
W_{OPT} :	Teneur en eau optimale correspondant à $\gamma_{d_{ma}}$
W_L :	Limite de liquidité
W_P :	Limite de plasticité
D_{max} :	Diamètre maximal des grains

D - Domaine de calcul des poussées de terre

γ :	Poids volumique du sol
δ :	Obliquité des contraintes sur l'écran
β :	Angle que fait le terre-plein avec l'horizontale
λ :	Angle que fait le parement intérieur avec la verticale
φ :	Angle de frottement interne
G :	Poids du mur
P :	Poussée de terre
B :	Butée
R :	Réaction du terrain de fondation
S :	Sous pression due à la nappe phréatique et généralement les efforts de l'eau sur l'ouvrage
h :	Hauteur du mur
l :	Largeur de la semelle
L :	Longueur du mur
k :	Coefficient de poussée
σ_{adm} :	Contrainte (Charge) admissible
N_γ , N_q , N_c :	Facteur de capacité portante

INTRODUCTION

La route a été jugée indispensable dans le développement socio-économique et culturel d'un pays : Principalement elle intervient dans le désenclavement de la région, l'écoulement et l'évacuation de leurs produits sur le marché, la mobilisation et le déplacement de la population à travers l'espace .

Ainsi, l'Etat Malagasy se lance actuellement dans un projet de grands travaux, notamment sur les ponts et chaussées. Il s'engage aussi bien dans les zones urbaines que dans les zones rurales. Des nombreuses routes sont en cours de construction, réhabilitation et entretien ; que ce soit revêtue ou en terre .

Aussi, vu que l'axe qui joint Alakamisikely à Manalalondo présente des potentialités économiques importantes, surtout qu'il se situe dans la périphérie de la capitale et relie la RN 1 avec la RN7 (ARIVONIMAMO-SAMBAINA), cet axe fait partie d'un tel projet que les autorités compétentes de la région : la subdivision des Travaux Publics et Transports et les communes concernées, s'efforcent à le réhabiliter.

Donc, cette étude qui s'intitule « Etude de réhabilitation de la Route d'Intérêt Provincial 84 reliant les communes Alakamisikely et Manalalodo » va développer les différentes parties essentielles pour une réhabilitation . En premier lieu, présentation du projet et aspect économique, en second lieu l'étude technique, en troisième lieu l'étude financière, l'analyse et suggestion

PREMIERE PARTIE

PRESENTATION DU PROJET ET L'ASPECT ECONOMIQUE

CHAPITRE I : GENERALITES SUR LE PROJET

I HISTORIQUE DU PROJET

Dans le cadre du développement rapide et durable en vue de la réduction de la pauvreté, tel que défini dans le Document de Stratégie de Réduction de la Pauvreté (DSRP) le Gouvernement Malagasy, avec l'appui des bailleurs de fonds, décide de mettre en œuvre le projet de désenclavement des mieux ruraux où vivent les 80% de la population Malagasy .

II LOCALISATION DU PROJET

Ce projet est localisé dans la sous-préfecture d'Arivonimamo entre la Commune Rurale d'Alakamisikely et la Commune Rurale d'Ambohiborona, distant de 40 Km. Mais le présent ouvrage est seulement le fruit d'une étude du tronçon d'Alakamisikely à Manalalondo distant de 12 Km

III BUT DU PROJET

Ce projet a trois principaux objectifs qui intéressent surtout le plan politique général, le plan économique et le plan technique .

III.1 Sur le plan politique

Sur le plan politique, l'objectif principal est basé sur le développement des milieux ruraux .

Elle vise à rétablir le niveau de service et de fonctionnalité des réseaux routiers au service de la population rurale, constituant la grande majorité des plus démunis du pays .

Il permet de réduire le coût de la construction des routes rurales ainsi que leur entretien en employant le système « Haute Intensité de Main d'œuvre » (HIMO) .

Il favorise le développement des services de transport en facilitant l'accessibilité de la route .

III.2 Sur le plan économique

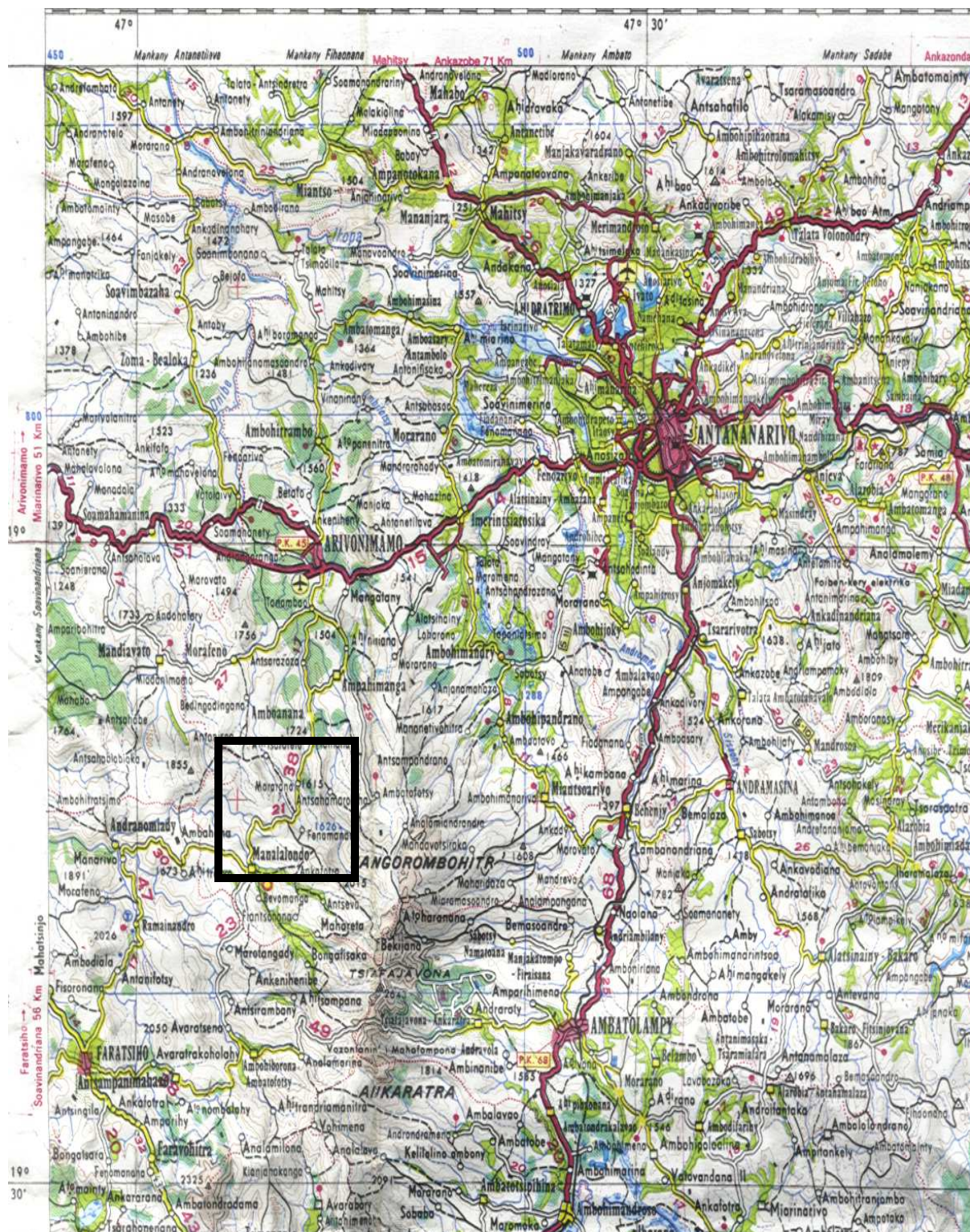
L'objectif est de disposer des paramètres permettant d'estimer les avantages économiques et le développement socio-économique impliqués par une amélioration des transports en milieu rural . Parmi cela on devra :

- favoriser les échanges commerciaux entre les consommateurs et les producteurs car la circulation des véhicules transportant les marchandises d'une région à une autre sera plus facile ;
- empêcher l'enclavement de la zone .

III.3 Sur le plan technique

L'objectif est d'assurer la pérennité de la route .

IV PLAN DE LOCALISATION DU PROJET



V SITUATION GEOGRAPHIQUE

Ce projet touche deux (2) Fivondronana de la Province Autonome d' Antananarivo tels que le Fivondronana d'Arivonimamo qui se trouve à 47 Km Ouest du centre ville et le Fivondronana de Faratsiho qui se situe à 85 Km environ au Sud de ce dernier.

Les communes impliquées sont :

- Alakamisikely ;
- Ambatonilaifotsy ;
- Manalalondo ;
- Marofangady ;
- Ambohiborona ;

V.1 GEOGRAPHIE

Relief

La région fait partie de ce qu'on appelle les hautes terres par rapport à l'ensemble de l'île. Son relief se distingue par trois ensembles :

- les hauts plateaux situés au Nord et à l'Ouest et dépassant l'altitude de 1500 mètres, ils sont séparés par des vastes vallées ;
- le centre se caractérise par l'escarpement de faille et le paysage de collines ;
- le Sud a une altitude plus élevée. C'est une région volcanique comprenant plusieurs bassins aménagés .

L'Itasy couvre une superficie de : 6.570 Km² . La crête de l'Ankaratra s'abaisse progressivement en une longue croupe allongée, suivie par des rivières qui découpent la terminaison des plateaux basaltiques de la sous préfecture d'Arivonimamo .

V.2 GEOLOGIE

Le sous-sol de la région, de part sa situation au niveau de l'axe de Madagascar, est également constitué de :

- granites et migmatites ;
- infra graphite, caractéristique du moyen Ouest ;
- volcanisme néogène à quaternaire de l'Itasy ;
- néogène lacustre et granites du Nord Est ;
- série schisto-quartzo-calcaire du Sud .

Sur ce sous-sol, des formations diverses se sont constituées :

- la massif volcanique de l'Itasy, en relief sur socle à sol ferralitique brun humifère et sol brun sur basalte récent ;
- les massifs quartzites sont les roches sédimentaires (sables) ayant subi une métamorphisation ;
- les massifs granitiques, généralement dispersés sur la bordure occidentale du massif volcanique de l'Ankaratra dans l'Ouest et dans le Sud, le relief sur socle à sol ferralitique squelettique ;
- les hautes pénéplaines latéritiques ou hautes surfaces d'érosion non enroctées sur roche acide. Les pénéplaines résultant de l'érosion rencontre des argiles latéritiques non concrétionnés ;

- les pénéplaines latéritiques en surface d'aplanissement d'altitude moyenne sur socles acides. Ces formations caractérisent la partie Ouest de la région (zones comprises dans ce qu'on appelle, le Moyen Ouest de Madagascar, dont l'altitude varie de 800 à 1000 mètres) ;
- le relief granito-gneissique épars sur hautes terres latéritiques ondulées ;
- les cuvettes et plaines alluviales ;
- les cuvettes lacustres qui sont dues à des lavages volcaniques, des coulées de lave ayant obturé des vallées et retenus, ainsi que les eaux qui s'accumulaient en arrière. Certaines cuvettes étaient autrefois reliées entre elles. Ces zones d'alluvions lacustres, généralement fertiles, jouent un rôle important pour l'occupation humaine ;
- les plaines alluviales le long des fleuves généralement aménagées en rizière .

En matière de pédologie, la région est marquée par la dominance de trois types de sols suivants :

- les sols ferralitiques couvrant une grande partie des régions. Ils sont d'évolutions très diverses, allant des argiles latéritiques, relativement fertiles, imperméables, dépouillées d'éléments utiles, crevassées de « lavaka ». Dans l'ensemble ces sols sont compacts, fragiles, difficiles à travailler. Néanmoins, convenablement amendés, ils sont favorables à la culture de maïs et de manioc, et peuvent se prêter à la culture de pommes de terre et à l'arboriculture ;
- les sols alluviaux, n'occupant qu'une place restreinte, se rencontrant dans les cuvettes. Dans l'Itasy, ils sont essentiellement réservés à la riziculture, les bas-fonds sont affectés en plus du riz, à des cultures de contre saison : pommes de terre, petits pois et tomate ;
- les sols volcaniques qui assurent une fertilité naturelle caractérisant la partie Ouest de l'Itasy .

La fertilité des sols de l'ensemble de la région est très inégale mais leur variété et leur faculté de supporter les amendements permettent des importantes exploitations .

L'exploitation de ces sols nécessite une lutte incessante pour la conservation et la restauration, ce qui suppose l'interdiction, voire l'éradication des feux de brousse, le reboisement, la mise au point de procédés destinés à freiner le rythme d'érosion, le développement des pratiques culturales non érosives (cultures en courbe de niveau). Les amendements et la fertilisation doivent également intervenir massivement .

V.3 CLIMATOLOGIE

La région fait partie du régime climatique tropical d'altitude, supérieure à 900 mètres. Elle est caractérisée par une température moyenne annuelle inférieure ou égale à 20° C. Ce domaine climatique englobe l'axe central de la haute terre et couvre une grande partie de la province d'Antananarivo .

L'année comporte deux saisons bien individualisées : une saison pluvieuse et moyennement chaude, de Novembre à Mars et une autre fraîche et relativement sèche durant le reste de l'année. Il existe de nombreux sous-climats. Il est même possible que chaque sous-préfecture ou chaque commune ait sa spécificité climatique .

Le climat est caractérisé par les températures et les pluviométries présentées ci-après, et dont les données ont été tirées de la Direction Météorologie et de l'Hydrologie d'Antananarivo (Ampandrianomby) .

Auparavant, la région (Arivonimamo) possédait une station météorologique ; longitude 47°10, latitude 19°02 , altitude 1450 ; mais, actuellement, la station n'est plus fonctionnelle .

Température

Tableau n°1 : Température moyenne

STATION	Altitude (m)	Période	TEMPERATURE MOYENE				
			Annuelle	Mois le plus chaud		Mois le plus froid	
				Mois	T°	Mois	T°
Arivonimamo	1450	51-80	17.7	Février	20.1	Juillet	14

Source : Direction de la Météorologie et de l'Hydrologie d'Antananarivo (Ampandrianomby)

Tableau n°2 : Evaluation de la température mensuelle de 2000 à 2002

ANNEE	Température	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Dec
2000	T° max	26.6	25.3	24.8	26.5	24.9	20.7	19.8	21.4	23.9	26.6	25.5	26.3
	T° min	17.1	16.6	16.1	15.7	13.9	11.8	11.2	10.7	11	13.6	15.4	17.1
	T° moy	21.9	21.0	20.5	21.1	19.4	16.3	15.5	16.1	17.5	20.1	20.5	21.7
2001	T° max	26.3	27	26.5	26.5	24.5	21.3	20.9	21.9	25.2	24.9	27.2	28.4
	T° min	17.9	17.3	17.1	15.7	13.9	11.1	10.8	12.5	12.5	14	15.1	17.4
	T° moy	22.1	22.2	21.8	21.1	19.2	16.2	15.9	17.2	18.9	19.5	21.2	22.9
2002	T° max	27.9	26	26.1	23.5	22.6	20.4	22	20.2	24.3	25.4	27.8	26.9
	T° min	16.9	17.7	17.6	15.8	14.4	11.8	10.7	10.7	12.2	13.8	16.3	17.1
	T° moy	22.4	21.9	21.9	19.7	18.5	16.1	16.4	15.5	18.3	19.6	22.1	22.0

Source : Direction des exploitations météorologiques 2003

La température moyenne de la province d'Antananarivo se situe entre 19°.3C et 19°.8 C de 2000 à 2002. La température moyenne maximale est de 24°.6 C tandis que la minimale est de 14°.6 C

Dans l'Itasy, la saison fraîche est également sensible, car la moyenne des minima n'atteint pas 7° C, allant de 4°.6 dans le sous-préfecture de Soavinadriana , à 6°.3 dans celui de Miarinarivo .

Les températures ne présentent pas trop de risque pour les diverses spéculations agricoles, sauf dans les hautes altitudes où quelques dégâts de gel sont enregistrés une année sur cinq .

Tableau n°3 : Températures normales et absolues, période 1961 – 1990

Mois	Janv	Fev	Avril	Mars	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Dec
Normales :	15.2	15.2	14.9	13.3	10.8	8.8	8.3	8.6	9.8	11.7	13.6	14.8
	TN	24.8	24.9	24.5	24.1	22.1	20.1	19.7	20.6	23.0	25.2	25.0
	TX	20.0	20.1	19.7	18.7	16.5	14.5	14.0	14.6	16.4	18.5	19.9
	TM											
Absolues :TNA	9.6	10.6	9.6	2.8	3.3	0.3	0.2	2.0	0.2	4.2	8.5	11.0
	TXA	29.2	29.0	28.2	28.0	27.2	24.6	24.3	27.8	30.5	32.3	29.8

Source : Direction Météorologie et de l'Hydrologie d'Antananarivo (Ampandrianomby)

Pluviométrie**Tableau n°4 : Pluviométrie annelle**

REGION	STATION	ALTITUDE	PERIODE	PLUIE ANNUELLE	Nb de MOIS SEC	OBSERVATION
ITASY	Arivonimam o	1450	61-90	1481.9	3	Juin à Août

Source : Direction Météorologie et de l'Hydrologie d'Antananarivo (Ampandrianomby)

Dans l'ensemble de la région, le total annuel des précipitations pour chaque Sous-préfecture dépasse 1000 mm .

Tableau n°5 : Evaluation de la pluviométrie mensuelle de la province d'Antananarivo (2000 à 2002)

	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Dec	Hauteur	Moy. mensuelle
2000	113.5	256.5	142.4	1.4	4.5	4	15.7	0.6	0.5	28.7	189.6	202.4	959.8	80.0
2001	576.5	152.3	45.7	11.3	1.2	1.6	2.1	35.7	0	47.3	31.4	253.3	1158.4	96.5
2002	149.1	286.4	74.5	88.7	108.3	10.6	0.2	1.7	45.2	53.6	131.8	274.6	1254.7	104.6
Moyenne	279.7	231.7	87.5	33.8	38.0	5.4	6.0	12.7	15.2	43.2	127.6	243.4	1124.3	93.7

Source : Direction des exploitations météorologiques 2003

Tableau n°6 : Evaluation de la pluviométrie (période de Janvier à Juin 2002 et 2003) station Antananarivo

Mois	Janvier		Février		Mars		Avril		Mai		Juin	
	m/m	J	m/m	J	m/m	J	m/m	J	m/m	J	m/m	J
Normale	270	18	257	17	183	7	51	9	20	6	7	6
2002	149.5	12	242.4	20	75.8	4	81	8	108.7	11	10	6
2003	654.9	24	119.3	19	326.5	9	15.4	5	18.5	6	-	-

Source : Météo

Dans l'Itasy, le total des précipitations reste également important, avec maximum de 1703.3 mm en 126 jours et un minimum de 1353.3 mm en 107 jours .

La pluviométrie, au point de vue quantité de précipitation annuelle, ne présente pas de grande différence sur les statistiques de 20 ou 30 ans, c'est la répartition dans l'année qui comporte parfois des mois secs trop longs au début de la saison, ne permettant pas ainsi un bon démarrage de la campagne agricole, surtout pour les rizicultures de bas fonds .

Tableau n°7 : Normales de précipitation (en mm et 1/10), période 1961 – 1990

Mois	janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Dec
Normales	293.9	283.1	202.1	74.4	29	7.8	13.1	12.5	12.3	68.6	174.1	311.0
Nb de jour	18.9	18	16.9	10	4.6	3.0	4.4	3.5	2.9	8.3	15.4	21.5
Max de 24h et date	84.1 1961	121.7 17/66	99.1 17/74	67.9 15/63	62.3 04/62	19.2 06/69	26.6 07/61	37.0 1996	45.8 30/96	48.1 15/68	94.0 30/61	91.1 13/69

Source : Direction Météorologie et de l'Hydrologie d'Antananarivo (Ampandrianomby)

CHAPITRE II : ETUDE DEMOGRAPHIQUE

La réalisation de l'étude démographique est l'un des facteurs majeurs afin de connaître les bénéficiaires de la route tels que : les usagers, la population, les étudiants, les marchands ... etc .

II .1 POPULATION

Effectif et évolution

Dans l'ensemble de la région, toutes les Sous-préfectures ont plus de 100 000 habitants. Le nombre moyen de la population dans les sous-préfectures est de 199 264 habitants .

Tableau n°8 : Répartition spatiale de la population

Code	Sous-préfecture	Population résidente [hab]	Superficie Km ²	Densité hab/Km ²
105	Arivonimamo	204 601	2 025	101

Source : INSTAT (Recensement 1993)

La population est fortement concentrée dans les communes urbaines (plus de 30%). Cette pression démographique dans les communes urbaines résulte du phénomène d'urbanisation qui attire la population des autres communes. Les communes rurales comptent le moins de la population (moins de 6%). Ces zones se caractérisent par l'enclavement de certaines communes et l'insécurité dans le milieu rural .

La densité globale de la région est de l'ordre de 93 habitants au Km², soit presque 4 fois supérieure à la moyenne nationale (22 habitants au Km²) selon la source de l'INSTAT. Les densités présentent une grande disparité au niveau des sous-préfectures. En effet, on peut une inégale répartition spatiale de la population entre les milieux urbain et rural et entre les limites administratives. Ainsi, on distingue des étendues faiblement peuplées dans les sous-préfectures .

De 1975 à 1993, le nombre de population de la région a fortement augmenté, passant de 1 491 221 à 2 391 170. Cependant, une comparaison du nombre de la population entre 1975 et 1993 par sous-préfecture ne pourra pas se faire convenablement. En effet, la délimitation géographique ainsi que les structures administratives n'ont pas été les mêmes. En 1993, on assiste à une intégration de nouvelles divisions administratives, surtout dans le milieu rural .

Tableau n°9 : Evolution de la population

Sous-préfecture	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2001
Arivonimamo	163257	182764	204601	210483	217050	223821	230804	233005	245204	260261

Source : INSTAT

La densité de la population a fortement augmenté de 1993 à 2001 notamment dans les communes urbaines. Dans l'ensemble de la région, cette augmentation est de 27 points avec 90 habitants par Km² .

II.2 CROISSANCE DEMOGRAPHIQUE

Natalité

Le taux moyen de natalité pour Madagascar étant de 43,3 pour mille selon l'enquête nationale démographique et sanitaire en 1992, le taux de natalité dans l'ensemble de la Région est relativement faible par rapport à cette moyenne nationale. Cette faiblesse du taux de natalité peut s'expliquer par le temps assez long pris par les femmes notamment dans les communes urbaines pour avoir son premier enfant .

Le niveau de fécondité est assez élevé. Les femmes de la Région devraient s'attendre à avoir en moyenne 3.5 enfants jusqu'à la fin de procréation .

Tableau n°10 : Taux de fécondité et de natalité

Code	Sous-préfecture	Population totale	Femme 15 à 45 ans	Naissance 12 dernières années	Taux de fécondité (pour mille)	Taux de natalité (pour mille)
105	Arivonimamo	204 601	45 359	7 868	173.5	38.5

Source : INSTAT

La fécondité varie selon les communes, le taux moyen de l'ensemble de la région étant de 136.6 pour mille. Le taux de fécondité le plus bas est enregistré dans les communes urbaines (90.1 pour mille) .

Le milieu de résidence est un facteur important de différenciation en matière de fécondité. La facilité d'accès aux divers services disponibles en ville (santé, planification familiale, éducation,...) et l'existence d'infrastructures adéquates sont autant de facteurs favorisant la baisse de fécondité .

D'une manière générale, une éducation plus poussée de la femme contribue à une baisse de la fécondité. La scolarisation retarde le début de la procréation. Elle contribue à une modification des comportements vis-à-vis de la fécondité .

Mortalité

Le taux de mortalité moyen dans la région est de 5.4 pour mille. Le taux de mortalité le plus faible est observé dans les communes urbaines (4.4 pour mille). Ce taux est très faible par rapport à la moyenne nationale qui est de 15.5 pour mille .

Tableau n°11 : Taux de mortalité

Sous-préfecture	Population totale	Décès, 12 dernières années	Taux de mortalité, pour mille
Arivonimamo	204 601	1 084	5.3

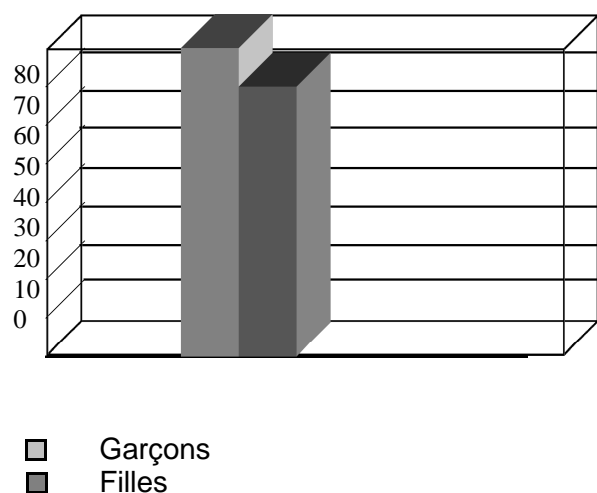
Source : INSTAT

Le niveau de mortalité infanto-juvénile est pourtant assez élevé : pour 1 000 enfants nés vivants, 27 n'atteignent pas leur premier anniversaire et parmi ceux qui survivent au-delà de un an, 39 meurent avant d'atteindre 5 ans .

La différence entre la mortalité masculine et féminine n'est pas excessive (54% contre 46%) .

La répartition des décès infantiles (enfants de 0 à 5 ans), illustrée par le graphique ci dessous, indique le niveau de mortalité des enfants de 0 à 5 ans par région et selon le sexe .

Figure n°1 : Répartition des décès infantiles



Les décès des jeunes enfants ont été largement dissimulés aux enquêtes du RGPH, le taux moyen pour Madagascar est de 162.5 pour 1 000 en 1992 .

Taux d'accroissement naturel

La population de la région connaît un taux d'accroissement naturel moyen de 28.7 pour mille. Le taux le plus faible est enregistré toujours dans les communes urbaines (21.9 pour mille) .

Tableau n°12 : Taux d'accroissement naturel

Sous-préfecture	Taux de natalité (pour mille)	Taux de mortalité (pour mille)	Taux d'accroissement naturel (pour mille)
Arivonimamo	38.5	5.3	33.2

Source : INSTAT

II.3 COMPOSITION ET REPARTITION

Population urbaine et rurale

L'effectif de la population est plus important en milieu rural qu'en milieu urbain. Environ 65% de la population de la région résident en milieu rural. Les restes (35%) se répartissent dans le chef-lieu de sous-préfecture et les chefs-lieux des communes .

Tableau n°13 : Taux d'urbanisation

Sous-préfecture	Population urbaine	Population rurale	Taux d'urbanisation (%)
Arivonimamo	50 211	210 050	19

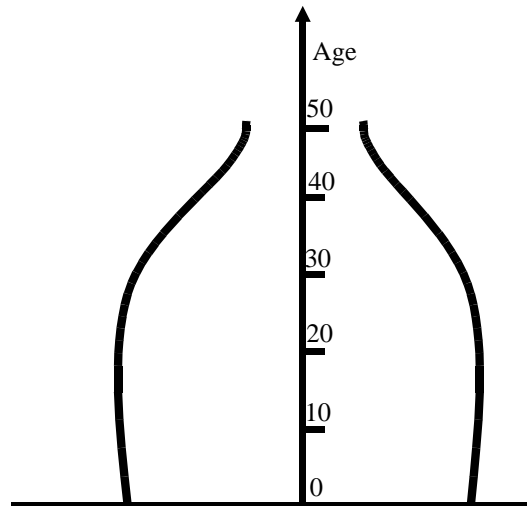
Source : INSTAT

Arivonimamo ville en tant que chef-lieu de sous-préfecture est un centre administratif et abrite des activités industrielles et commerciales importantes ce explique le taux d'urbanisation élevé par rapport aux autres communes et l'importance du nombre de la population au niveau de la région (30%) .

Répartition par classes d'âge et par sexe, en milieu rural et urbain

La pyramide des âges observée dans l'ensemble de la Région montre une pyramide en expansion traduisant un grand nombre d'enfants et des jeunes gens et une faible proportion de personnes âgées .

Figure n°2 : Pyramide des âges



Les personnes âgées de 65 ans et plus constituent 2.83% et les jeunes moins de 15 ans, 26.08% de la population. Les enfants de moins de 5 ans représentent 17.32%. Presque la moitié de la population a un âge inférieur à 16 ans et l'âge moyen de la population dans l'ensemble est estimé à 21 ans .

Les groupes d'âge de moins de 15 ans comportent un peu plus de jeunes de sexe masculin que de sexe féminin avec un rapport de masculinité de 82%. Par contre, les groupes d'âge de 15 à 34 ans ont un rapport de féminité de 81%. Pour les groupes d'âge de 35 à 59 ans, les effectifs masculins sont sensiblement égaux aux effectifs féminins avec un pourcentage de 5.47 et 5.49% de la population totale. Au-delà de 60 ans, il y a un excédent des effectifs féminins, il y aurait une tendance de vieillissement chez les femmes aux âges avancés, avec un rapport de féminité de 105% .

Les pyramides des âges selon le milieu de résidence présentent la même allure. Elles ont une base large et une forme effilée. La pyramide du milieu rural a une base plus évasée que celle du milieu urbain. La proportion des enfants de moins de 5 ans est plus importante en milieu rural qu'en milieu urbain. Ceci indiquerait une fécondité plus élevée. Les décrochements de la pyramide du milieu rural sont plus accentués que pour ceux de la pyramide du milieu urbain, notamment pour les groupes d'âges jeunes de 0 à 4 et 5 à 9 ans. Les mortalités infantiles et juvénile serviraient plus en milieu rural qu'en milieu urbain. Quel que soit le sexe, la pyramide du milieu urbain laisse apparaître des proportions plus importantes d'individus pour les groupes d'âge 15-19ans à 40-44 ans que celle du milieu rural. Ceci traduit le déplacement des personnes potentiellement actives du milieu rural vers le milieu urbain. Cependant, on compte plus d'homme en milieu rural qu'en milieu urbain (50.49 contre 49.14%) .

Composition ethnique

La population de l'Itasy est composée d'ethnique plus variée. Les Merina et les Betsileo prédominent : les Merina se trouvent partout, mais surtout dans les anciennes terres de colonisation le long de la Route Nationale N°1. Pratiquant l'élevage extensif, les Bara,

Antandroy et Mahafaly parcourent les vastes étendues inoccupées à la recherche de pâturages. Enfin, les Sakalava, les Tsimihety, et les Betsimisaraka forment une faible proportion de la population .

II.4 CARACTERISTIQUE DES MENAGES

Taille des ménages

Le ménage a été défini par le RGHP 1993 comme étant « l'ensemble de personnes habitant un même logement, unies par des liens familiaux ou non et partageant les repas principaux et reconnaissant l'autorité d'une seule personne : le chef de ménage
Le nombre de ménage dans la région s'élève à 473 071 selon le RGHP 1993
Cinq personnes en moyenne composent un ménage dans la Région .

Tableau n°14 : Taille et répartition des ménages

Sous-préfecture	Nombre de chefs de ménage	Pourcentage par sous-préfectures	Population résidente [hab]	Nombre de pers/ménage
Arivonimamo	38 730	8.2%	204 601	5.3

Source : INSTAT

Il n'y a pas d'écart important entre le nombre moyen de personnes par ménage en milieu urbain et celui en milieu rural. En effet , la taille du ménage au niveau des grandes villes (4.9 personnes) ne présente pas de différence notable avec celle du milieu rural (5.2 personnes) .

Sexe du Chef de ménage

La répartition par sexe et par commune des chefs de ménage, selon le milieu de résidence nous montre que :

- quel que soit le milieu de résidence, le pourcentage de chefs de ménage masculins est plus important que celui des femmes chefs de ménage, avec un rapport de masculinité de 4 738 de chefs de ménage masculins pour 1000 femmes chefs de ménages ;
- quel que soit le sexe, le pourcentage de chefs de ménage en milieu rural (69.86%) est plus élevé qu'en milieu urbain (30.14%) .

Tableau n°15 : Sexe du chef de ménage

Sous-préfecture	CHEFS DE MENAGE					Chef de ménage urbain		Chef de ménage rural	
	H	F	Ensemble	Homme %	Femme %	Homme %	Femme %	Homme %	Femme %
Arivonimamo	32 156	6 574	38 730	83.0	17.0	5.9	1.21	77.13	15.77

Source : INSTAT

Niveau de scolarisation des chefs de ménage

Le meilleur niveau de scolarisation est enregistré dans le chef-lieu de sous-préfecture qui est doté en infrastructures scolaires. Il diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne de cet épiceutre. L'analphabétisme touche plus le milieu rural que le milieu urbain. Cette

disparité entre les communes est liée d'une part à la disponibilité des services d'éducation et d'autre part, aux caractéristiques socio-économiques et culturelles de la région (tendance des parents à ne pas scolariser les enfants pour des motifs d'ordre économiques ou culturels). 17.92% des chefs de ménage sont analphabètes dans la région .

Tableau n°16 : Niveau de scolarisation

Sous-préfecture	Nombre de ménage	Jamais fréquenté l'école	% n'ayant jamais été à l'école
Arivonimamo	38 730	5 875	15.17

Source : INSTAT

Activités des chefs de ménage

Fait partie de la population active, toute personne âgée entre 15 ans et 50 ans ayant déclaré exercer une activité ou être disposée à le faire. Au sens de cette définition retenue officiellement lors de l'exécution du RGHP 1993, la population active comprend donc les personnes effectivement actives et occupés, les chômeurs et les personnes en quête d'un premier emploi .

Par contre, on entend par population inactive les ménagères, les étudiants, les retraités et les personnes inactives pour raison d'incapacité

Population active :

Parmi les 38 730 chefs de ménage, 87.3% font partie de la population qui exercent une activité professionnelle. 2.7% sont à la recherche d'un emploi, soit à la suite d'un arrêt momentané de travail, soit pour trouver un premier emploi .

L'importance de chefs de ménage en quête d'emploi varie sensiblement selon le milieu de résidence et la commune. Si elle ne présente que 0.3% dans la région, il n'y a pas de différence excessive entre le taux le plus élevé (0.36%) et celui le plus bas (0.21%) .

Tableau n°17 : Activité du chef de ménage

Sous-préfecture	Nombre de ménage	Situation vis-à-vis de l'emploi (en effectif)							
		occupé	Chômeur	En quête de 1 ^{er} emploi	Ménagère	Etudiant	Retraité	Incapacité	Autre
Arivonimamo	38 730	37 494	57	35	316	38	283	418	52

Source : INSTAT

Le taux brut d'activité ramené à la population totale de la Région est de 18.4%

Population inactive :

La population non active qui dépend , pour sa substance, du travail de la population active, représente une charge pour cette dernière catégorie de population. La dépendance sera mesurée par la charge de la population non active. Elle est définie comme étant l'effectif de la population non active à la charge de 1 000 personnes actives .

Ainsi, la charge de dépendance moyenne de la population non active dans la Région est de 4 540 personnes actives, avec :

- 4 660 dans les communes urbaines ;
- 1 417 dans les communes rurales .

Le profil de la population inactive varie selon le milieu de résidence et les communes. Il y a plus de ménagères et retraités en milieu urbain qu'en milieu rural. Comme exemple, les ménagères représentent 5.57% de la population inactive et les retraités 6.01% dans les communes urbaines .

Les personnes inactives pour raison d'incapacité sont relativement plus nombreuses en milieu rural .

Profession du chef de ménage

La profession d'une personne est le métier qu'elle exerce (ou a exercé) habituellement. Si une personne exerce (ou a exercé) plusieurs professions, seule la profession principale a été retenue dans le recensement de 1993, celle qui procure le plus de revenu ou qui occupe le plus de temps .

L'activité agricole est encore prédominante dans la région malgré le développement des autres secteurs d'activité : 63% de la population active occupée est concentrée dans le secteur primaire (agriculture). Une personne sur six (16%) travaille dans le secteur tertiaire (administration commerce et service) et une personne sur cinq (20%) dans le secteur secondaire .

II 5 MOUVEMENTS MIGRATOIRES

A l'intérieur de la région

On observe deux sortes de migration à l'intérieur de la région :

- les mouvements migratoires internes constitués par les déplacements des élèves des écoles primaires des Fokontany pour rejoindre les collèges ou lycée (enseignement secondaire) des communes et/ou des sous-préfectures ;
- les mouvements migratoires des travailleurs saisonniers ou permanents, des marchands ambulants et des travailleurs dans les petits métiers, ainsi que la migration qui s'apparente à un exode rural, résultant de l'insécurité physique de certaines zones .

La première sorte de migration, constituée de la population scolaire, est commune à toutes les communes de la région. La deuxième a un caractère plus ou moins spécifique selon les communes. Dans la sous-préfecture d'Arivonimamo et la zone périurbaine, la mobilité des habitants va toujours dans un double sens : centrifuge vers la périphérie (disponibilité de terrains à bâtir, vie moins chère) et centripète (attractivité des équipements centraux) .

Pour les autres communes, les mouvements sont dirigés vers Arivonimamo. Il s'agit des marchands ambulants de Faratsiho, de Miarinarivo, d'Itasy, d'Analavory connus dans presque tous les marchés de la région. Enfin, des travailleurs saisonniers partent vers le mois de Mai d'Ambatolampy, d'Antananarivo, de Tsiroanomandidy et d'Ankazobe .

Le mouvement interne est lié à l'existence de centre de relais d'immigration et à l'insécurité dans les campagnes et des hameaux isolés du fait des « dahalo » (origine de la désertion de plusieurs villages) .

A l'extérieur de la région

Les mouvements vers la capitale du Vakinankaratra connaissent une intensité notable due au foisonnement des activités informelles et à l'importance des traditionnelles fonctions industrielles et commerciales de la ville qui, depuis longtemps, ne manquent pas d'attirer les sous espaces de la périphérie immédiate .

La Région reste un lieu privilégié pour l'expansion des populations, surtout pour celles de l'Imerina central. L'attrait du moyen Ouest réside plus dans la recherche d'une fortune que dans la conquête de l'espace. Les migrants finissent par s'y installer

définitivement au bout de quelques voyages annuels, lorsqu'ils commencent à acquérir des terres et des bestiaux .

II.6 SERCICES SOCIAUX

SANTE

Dispositif sanitaire **Infrastructures**

Tableau n° 18 : Nombre d'infrastructures sanitaires

Sous-préfecture	CHU	CHD 2	CHD1	CSB2	CSB1	Total
Arivonimamo	0	0	1	17	13	31

Source : INSTAT

L'ensemble de la région compte 31 établissements sanitaires et 2.5 (moyenne) par commune. Ces formations sanitaires sont fortement concentrées dans les communes urbaines (83%) qui compte par ailleurs la plus de population .

Parmi ces établissements sanitaires, plus de 90% sont des établissements publics. Tous les Centres Hospitaliers Universitaires relèvent du secteur public .

Tableau n°19 : Nombre d'établissements sanitaires publics et privés

Sous-préfecture	Etablissements sanitaires publics						Etablissements sanitaires privés					
	CHU	CHD2	CHD1	CSB2	CSB1	Total	CHU	CHD2	CHD1	CSB2	CSB1	Total
Arivonimamo	0	0	1	14	13	28	0	0	0	3	0	3

Source : INSTAT

Les établissements sanitaires privés sont plutôt développés dans le chef-lieu de sous-préfecture. Ces formations sanitaires sont surtout des CSB2 .

Personnel

Le SSD ou Service de Santé de District, généralement dirigé par une équipe de cadre composée par un médecin inspecteur, un adjoint technique et un adjoint administratif, peut comprendre 1 à 4 CSB2. Il existe toujours une articulation de déconcentration et de décentralisation jusqu'au niveau du CSB2 .

En moyenne, l'ensemble de la région compte 3 personnels soignants par formation sanitaire dans le secteur public. La majorité de ces personnels sont des médecins (39%) suivis par les infirmiers et sage femmes .

Tableau n°20 : Personnel soignant du service public et privé ou d'autres structures

Sous-préfecture : Arivonimamo Population totale : 260 261											
Personnel soignant du service public						Personnel soignant du service privé					
Médecins	dentistes	Sage femme	infirmiers	Aides soignants	total	Médecins	dentistes	Sage femme	infirmiers	Aides soignants	total
20	1	12	15	10	58	3	-	0	0	0	3

Source : INSTAT

Les médecins représentent plus de la moitié du personnel soignant dans le secteur privé. Ils sont constitués surtout par des médecins exerçant le métier dans leurs propres cabinets médicaux . 97% de ces personnels soignants se trouvent dans les communes urbaines .

Couverture sanitaire

Dans l'ensemble, la région est bien couverte sur le plan sanitaire avec 1 médecin pour 1673 population. Bien que la concentration du personnel soignant dans la commune urbaine est très élevée, l'Itasy est le mieux couvert avec 1 médecin pour 1009 populations. L'originalité de la région de l'Itasy du point de vue couverture sanitaire est l'intégration du personnel médical privé dans le secteur public .

Tableau n°21 : Nombre de population par médecins

Sous-Préfecture	Population totale [hab]	Nb de population/ médecin
Arivonimamo	260 261	2 183

Source : INSTAT

Etat sanitaire

Dans la commune urbaine d'Arivonimamo, les principales causes de morbidité sont les infections respiratoires aiguës, les syndromes palustres, les maladies diarrhéiques , les parasitoses intestinales, les symptômes digestifs, les douleurs abdominales ainsi que les infections cutanées .

Les principales maladies endémiques sont la peste, la lèpre, la tuberculose et les maladies sexuellement transmissibles .

Les interdits alimentaires, l'utilisation abusive des plantes médicinales et la place prépondérante des guérisseurs ont un impact sur l'état sanitaire de la population .

Dans les autres communes, par ordre décroissant, les principales causes de morbidité sont :

- les maladies infectieuses et parasitaires y compris le paludisme ;
- les maladies de l'appareil respiratoire, y compris la tuberculose ;
- les maladies de l'appareil digestif ;
- les maladies du système nerveux et des organes des sens ;
- les maladies de la peau ;
- les maladies de l'appareil génito-urinaire ;
- les maladies de l'appareil circulatoire .

La région est un foyer endémique pour les maladies courantes telles que : le paludisme, les infections respiratoires aiguës et les maladies sexuellement transmissibles. Le cas de bilharziose est particulièrement repéré en saison chaude. Dans certaines communes, la pratique de la médecine traditionnelle reste vivace. En outre, le recours à la médecine traditionnelle surtout dans les agglomérations éloignés des centres médicaux a un impact sur l'état sanitaire de la population .

EDUCATION**Enseignement général**
Infrastructures

Les établissements se répartissent dans l'ensemble de la région à raison de 5 à 7 établissements par commune et 0 à 2 par Fokontany en secondaire niveau I. Les enseignements secondaires niveau II sont regroupés dans les grandes agglomérations, donc, néant dans les campagnes. On constate que la répartition des établissements, que ce soient publics ou privés, dans l'espace est très inégale. Car, il existe des communes qui ne possèdent qu'un ou deux établissements primaires publics seulement ; alors que, dans les communes déjà urbanisées, on voit des établissements de tous les niveaux (sauf les établissements supérieurs), publics et privés .

Tableau n°22 : Nombre d'établissements scolaires

Sous-préfecture	Nombre E.P.P	Nombre C.E.G	Nombre Lycées	Total
Arivonimamo	328	22	4	354

Source : INSTAT

Les infrastructures dans la formation primaire sont réparties de façon assez équitables dans la région tandis que les lycées sont fortement concentrés dans les communes urbaines .

Les établissements d'enseignement public représentent 85% des infrastructures scolaires. Les secteurs privés commencent à en avoir de la place et participent activement dans la scolarisation des enfants de la région. Cependant, ils ne s'implantent pas nécessairement dans les communes dont le nombre de population est faible. La contribution des formations scolaires privées est plus appréciée dans les niveaux secondaires .

Tableau n°23 : Nombre d'établissements scolaires publics et d'établissements scolaires privés

Sous-préfecture	Etablissements scolaires publics				Etablissements scolaires privés			
	Nb EPP	Nb CEG	Nb Lycées	total	Nb EPP	Nb CEG	Nb Lycées	total
Arivonimamo	182	9	1	192	146	13	3	162

Source : INSTAT

Personnel enseignant

Le nombre d'élève par enseignant diminue quand le niveau de formation augmente aussi bien dans le secteur public que privé. La déperdition scolaire est très considérable entre les différents niveaux notamment entre le primaire et le secondaire. En effet, dans le secteur public, 17% des élèves en primaire se trouvent en secondaire premier cycle et 5% seulement arrivent au niveau secondaire deuxième cycle. Dans les établissements privés, 32% des élèves dans le niveau primaire continuent dans leurs études dans le niveau secondaire premier cycle et 8% atteignent le niveau secondaire deuxième cycle .

Tableau n°24: Nombre d'enseignants dans le secteur public et d'enseignants dans le secteur privé

ArivonimamoSous-préfecture	Enseignants dans le secteur public								
	Niveau primaire			Niveau secondaire I			Niveau secondaire II		
	Effectif élèves	Nombre enseignants	Elèves / enseignants	Effectif élèves	Nombre enseignants	Elèves / enseignants	Effectif élèves	Nombre enseignants	Elèves / enseignants
	31 588	418	76	2 500	95	26	437	24	18
	Enseignants dans le secteur privé								
	Niveau primaire			Niveau secondaire I			Niveau secondaire II		
	Effectif élèves	Nombre enseignants	Elèves / enseignants	Effectif élèves	Nombre enseignants	Elèves / enseignants	Effectif élèves	Nombre enseignants	Elèves / enseignants
	16 873	347	49	2 818	100	28	433	25	17

Source : INSTAT

Taux de scolarisation

Le taux de scolarisation dans l'ensemble de la région est de 21% et il n'y pas de différence entre les garçons et les filles pour la scolarisation que ce soit dans le secteur public que privé. Par contre, les filles sont plus nombreuses dans le niveau secondaire second cycle notamment dans le secteur privé .

Les effectifs scolaires dans la région compte 89 192 élèves dont plus de 80% suivent l'enseignement dans le secteur public et le reste dans le secteur privé. Les élèves de l'enseignement primaire représentent 77% de l'effectif, 18% se trouvent dans le niveau secondaire premier cycle et 5% seulement dans le niveau secondaire second cycle .

Tableau n°25 : Taux de scolarisation

Sous-préfecture	Nombre de population	PUBLIQUE			PRIVE			TOTAL	Taux de scolarisation
		Garçons	Filles	Total	Garçons	Filles	Total		
Arivonimamo	260 261	51%	49%	34534	51%	49%	20124	54 658	21.0%

Source : INSTAT

Enseignement spécialisé

L'enseignement spécialisé semble très développé dans la Région mais il est surtout concentré à Arivonimamo ville. Cet enseignement concerne :

- l'enseignement technique : répartie seulement dans les communes urbanisées ;
- l'enseignement ménager : prodigué généralement par des organisations religieuses, exemple : des « Sœurs Catholiques » ;
- la formation professionnelle et la formation agricole .

Enseignement supérieur

Les élèves sortants de l'enseignements secondaires second cycle sont obligés de joindre l'Université d'Antananarivo , car la région ne possède pas des enseignements supérieurs publics ou encore privés .

Ce qui nécessite le mouvement migratoire centrifuge des étudiants de la région .

SERVICE DE SECURITE

La sécurité publique est assurée dans la Région par :

- les quartiers mobiles, qui prennent part à la sécurité au niveau des communes rurales ;

- la Police Nationale, qui intervient, en général, pour la sécurité publique des zones urbaines ;
- la Gendarmerie Nationale, qui joue le rôle de police dans les zones rurales ;
- et les forces armées, qui interviennent (en cas de besoin et outre leurs activités spécifiques), pour le renforcement de la Gendarmerie .

II.7 CULTURES

Comme étant le lieu de loisir le plus populaire de la région, les vidéos clubs ne cessent de proliférer et se sont diffusés rapidement dans presque toutes les communes. Par cause d'entretien inexistant et insuffisant et pour cause de concurrence, la plupart des salles de spectacle public existants ont dû longtemps fermer leur porte .

Apparemment, les salles de vidéo sont plus fréquents que les bibliothèques, salles de lecture ou d'exposition – information .

Tous les communes sont dotées de Tranompokonolona et la plupart des Fokontany en possèdent. Ils font office de salles polyvalentes et peuvent servir de salles de réunion, de salles de fêtes, d'exposition et de spectacles .

Quant aux terrains de sport, la plupart sont des terrains de football plus ou moins non aménagés, selon les normes réglementaires et sont plus souvent rattachés aux infrastructures scolaires existantes. D'une manière générale, le sport est le plus ou moins délaissé, faute d'équipements et d'installation .

CHAPITRE III ETUDE ECONOMIQUE

L'étude socio-économique nous a permis de connaître les intérêts du projet sur le plan Commercial, Economique et Industriel .

III.1 AGRICULTURE

L'agriculture, comme dans tout Madagascar, constitue l'activité principale de l'ensemble de la Région. En effet, les conditions agro-climatiques et humaines permettent une vaste gamme de cultures .

III.2 CARACTERISTIQUES GLOBAUX

La morphologie générale de la Région laisse peu de place à des grandes plaines. Mises à part les zones volcaniques de l'Ankaratra et de l'Itasy, les sols ont dans l'ensemble une fertilité faible .

Trois sous-espaces de production peuvent être distinguées :

- les sols du Moyen Ouest, (partie Ouest de l'Itasy) favorables aux cultures sèches ;
- les sols de la zone centrale (périphérique de la sous-préfecture d'Arivonimamo) réservés à la riziculture irriguée qui occupe la quasi-totalité des espaces disponibles ;
- les sols dans les zones volcaniques de l'Itasy offrent les conditions agro-climatiques propices à une gamme variée de cultures .

III.3 SUPERFICIE AGRICOLE

Dans l'ensemble, la superficie cultivable ne représente que le tiers de la superficie de la région. La potentialité agricole est limitée d'une part par le lessivage du sol ferralitique et d'autre part par le relief très accidenté. Par ailleurs, le développement de la ville diminue la surface cultivable .

La Région présente par contre une grande marge de développement car un peu plus du tiers de la superficie cultivable est exploitée .

La sous-préfecture d'Arivonimamo a une superficie totale de 202 500 ha dont la superficie cultivable est de 60 866 ha, soit 30% de la superficie totale. La superficie cultivée est de 29 234 ha, soit 48% de la superficie cultivable .

Dans certaines communes, la superficie cultivée est supérieure à la superficie cultivable. Cette situation est due essentiellement à l'importance des cultures de contre saison pratiquées dans ces zones .

Les surfaces cultivées sont occupées à 95% par des cultures vivrières. Les cultures de rente représentées par le Café restent encore très infimes dans la région (0.21%) malgré la possibilité de développement de cette spéculation .

Globalement, 28 294 ha de la surface cultivée sont occupées par les cultures vivrières, 15 ha par les culture de rente et 925 ha par les cultures industrielles .

En général, le calendrier agricole est presque étendu sur toute l'année avec un rythme plus accéléré pendant la saison pluvieuse. Ce calendrier est conditionné par le rythme pluviométrique et les types de cultures. Les périodes de pointe se situent comme suit :

- préparation du sol : les travaux s'étalant du mois de Septembre à Novembre ;
- récolte : la plupart des produits sont récoltés entre la mois d'Avril et le mois de Juin .

Pour les cultures de contre saison la période de production s'étale du d'Avril au mois d'Octobre .

- préparation du sol : Avril – Mai ;

- récolte : Septembre – Octobre .

Le fermage

Dans ce système, l'usager de la rizière loue la terre qu'il exploite moyennant une redevance en nature ou en espèce pendant une ou deux campagnes selon les termes du contrat. Dans la plupart de la région, le fermage représente 5% des exploitation .

III.4 POPULATION ET EXPLOITANTS AGRICOLES

La population agricole a été estimée en multipliant le nombre de chefs de ménage, ayant une activité agricole par la taille moyenne du ménage .

Pour éviter toute confusion dans l'interprétation du tableau ci-dessus, il est nécessaire de donner un rappel sur les concepts qui lui sont propres :

Populations rurales : c'est l'ensemble des individus qui résident en milieu rural. Est exclue du milieu rural, la population des chefs-lieux de la sous-préfecture et ceux des communes urbaines. Elle comprend à la fois la population agricole et la population non agricole .

Population agricole : La population agricole est l'ensemble des personnes qui constituent le ménage de l'exploitant agricole, y compris les membres provisoires .

Tableau n°26 : Population agricole

	RGPH1993			EAB 1999		
		Population agricole			Population agricole	
Sous-préfecture	Population rurale	effectif	% Population rurale	Population rurale	effectif	% Population rurale
Arivonimamo	190 068	174 509	92%	210 050	190 433	91%

Source : INSTAT

Le nombre et le pourcentage de la population agricole a augmenté de 1993 à 1999. Cette augmentation traduit l'importance de la croissance démographique en milieu rural et la stagnation du système de production agricole dans la région .

Le tableau ci-après, reflète le nombre d'exploitants agricoles dans la Région selon l'Enquête Agricole de Base 1999. Une exploitation agricole est une unité technico-économique de la production agricole, comprenant tous les animaux qui s'y trouvent et toute la terre utilisée, en totalité ou en partie, pour la production agricole et qui , soumise à une direction unique ,est exploitée par une personne seule ou accompagnée d'autres personnes, indépendamment du titre de possession, du statut juridique, de la taille et de l'emplacement de l'exploitation agricole .

Tableau n°27: Nombre d'exploitants agricoles

Sous-préfecture	Population agricole	Actif agricole	Exploitants agricoles
Arivonimamo	190 433	109 763	34 871

Source : EAB 1999

Dans les exploitations traditionnelles, les membres du ménage constituent en premier lieu le personnel de l'exploitation. L'effectif du ménage au sein de la population agricole dans la région se situe autour de 5 personnes dont 3 sont en moyenne actifs .

Tableau n°28 : Catégorie d'exploitation agricole

Sous-préfecture	Nombre d'exploitants agricoles		
	Secteur traditionnel	Secteur moderne	Total
Arivonimamo	24 691		24 691

Source : Monographie de la province d'Antananarivo 2001

A première vue, on constate que la majorité des exploitations sont du secteur traditionnel, leur évolution vers le secteur moderne devrait commencer par l'incitation des exploitants agricoles à l'investissement .

III.5 PRODUCTION

Cultures vivrières

Dans l'ensemble de la région, les cultures vivrières occupent plus de 95% des superficie cultivées. Les principales cultures sont le riz, le manioc, le maïs, la patate douce, le haricot et la pomme de terre .

Tableau n°29 : Répartition des superficies par spéculation

Sous-préfecture	Surface totale vivrière	Riz	Manioc	Maïs	Patate	Haricot	Pomme de terre	Autres
Arivonimamo	28 294	9 960	5 225	1 770	1 200	1 770	4 725	3 644

Source : INSTAT

Tableau n°30 : Evolution de la production et du rendement

		1998	1999	2000	2001
RIZ	Surface totale [ha]	10 025	9 900	9 930	99 160
	Production [T]	24 100	27 900	27 985	29 300
	Rendement T/ha	2.4	2.8	2.8	2.9
MANIOC	Surface totale [ha]	4 725	4 950	5 485	5 225
	Production [T]	34 100	35 075	36 030	36 000
	Rendement T/ha	7.2	7.1	7.1	6.9
MAÏS	Surface totale [ha]	1 690	1 750	1 760	1 770
	Production [T]	2 785	2 020	2 030	2 450
	Rendement T/ha	1.6	1.2	1.2	1.4
HARICOT	Surface totale [ha]	3 285	3 300	3 315	3 330
	Production [T]	2 865	2 940	2 945	2 960
	Rendement T/ha	0.9	0.9	0.9	0.9
Pomme de Terre	Surface totale [ha]	2 715	2 730	2 720	2 710
	Production [T]	19 395	17 00	16 940	17 500
	Rendement T/ha	7.1	6.2	6.2	6.5
Patate Douce	Surface totale [ha]	1 400	1 330	1 260	1 200
	Production [T]	7 225	7 550	7 030	7 200
	Rendement T/ha	5.2	5.7	5.6	6.0
CAFE	Surface totale [ha]	5	20	15	15
	Production [T]	5	5	5	5
	Rendement T/ha	0.3	0.3	0.3	0.3
ARACHIDE	Surface totale [ha]	320	310	310	315
	Production [T]	200	205	210	215
	Rendement T/ha	0.6	0.7	0.7	0.7
CANNE	Surface totale [ha]	595	600	620	610

	Production [T]	12 200	12 025	12 100	13 100
	Rendement T/ha	20.5	20.0	19.5	21.5

TABAC		1995	1996	1997	1998	1999
	Surface totale [ha]	325	330	325	320	310
	Production [T]	170	205	210	200	205

Source : Monographie de la région (2003)

DEUXIEME PARTIE

ETUDE TECHNIQUE

CHAPITRE I ETUDE TOPOGRAPHIQUE

Toute étude d'aménagement routier nécessite toujours une étude topographique pour qu'elle soit complète. Cette étude consiste à faire :

- le marquage et le piquetage des éléments de la route ;
- le levé topographique des points critiques et le repérage des ouvrages existant .

Ce levé topographique permet de fournir des données géométriques pour élaborer le tracé en plan du projet, le profil en long et les profils en travers .

I.1 LEVE TOPOGRAPHIQUE

Le levé topographique s'effectue sur terrain et avec l'appareil théodolite. La réalisation du levé topographique comporte deux types d'opérations différentes : l'opération planimétrique et l'opération altimétrique. Il y a plusieurs principes de levé mais le plus utilisé et que nous avons employé est le cheminement. Le cheminement est la façon de relier deux points connus en coordonnées et en altitudes par lignes polygonales tout en mesurant les angles horizontaux, les angles verticaux et les distances .

Voici les étapes à suivre lors des levés topographiques :

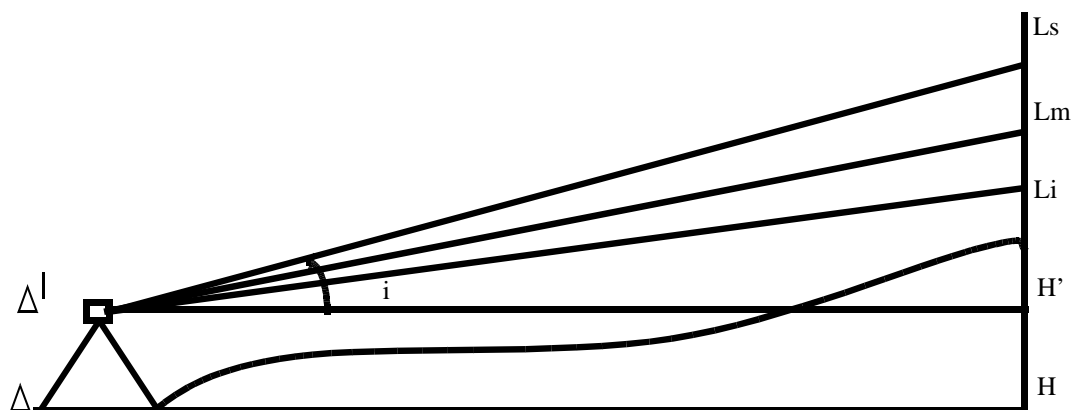
- Prise des points de base et de leur distance ;
- Marquage des sommets des lignes et tous les points du profil en long par de la peinture ;
- Mesure des angles verticaux et horizontaux ;
- Mesure des distances entre les polygonales et les autres points caractéristiques .

Mesure de distance

Les mesures de distance peuvent être obtenues de deux manières :

- Par mesure directe : obtenue à l'aide d'un double décimètre ;
- Par mesure indirecte : obtenue par la formule trigonométrique .
 $D_h = 100 \times \cos^2 i$
 D_h : distance horizontale entre deux profils

Figure n° 3 : Mesure de distance



Mesure en altitude

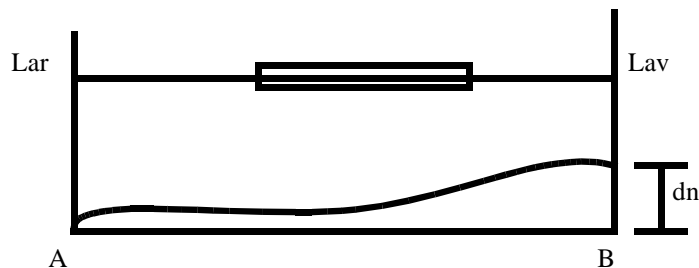
C'est une opération de mesure des différences de niveau dn entre les différents points du sol. Il existe deux méthodes de nivellement :

- Nivellement direct ;
- Nivellement indirect .

Nivellement direct

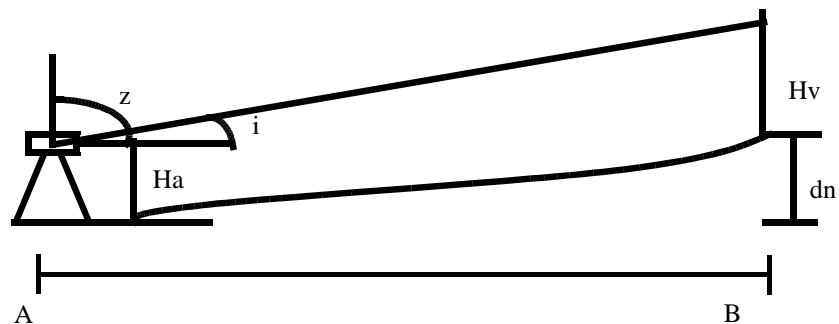
Le nivellement se fait entre deux points proches, c'est à dire par cheminement .

Figure n°4 : Mesure en altitude par nivellement direct



Nivellement indirect

Figure n°5: Mesure en altitude par nivellement indirect



Après le levé topographique, le topographe exploite les données recueillies sur le terrain et fait les calculs nécessaires .

Voici les processus de calcul qu'il doit suivre :

- Calcul des distances horizontales

$$DH = 100g \sin^2 Av$$

g : lecture supérieure sur mire – lecture inférieure sur mire
 Av : angle vertical de la visée de l'appareil

- Calcul des côtes des points

$$dn = (DH \cdot \text{tgi}) + (\text{ou } -) (Ha - Hv)$$

dn : dénivellation entre les points A et B
 DH : distance horizontale
 Ha : hauteur de l'appareil
 Hv : hauteur du point visé en B
 $i = 100 - Av$

On peut trouver les côtes des points par la formule :

$$\text{Côte B} = \text{Côte A} + (\text{ou } -) dn$$

Les signes (+) et (-) dépendent du résultat du calcul de la dénivellation, on met le signe (-) pour la visée descendante, et le signe (+) pour la visée ascendante .

- Calcul du gisement de chaque point du profil

- Calcul de gisement formé par la ligne polygonaire des deux points avec le Nord magnétique :

$$G_A = G_D \cdot I_\beta + 200$$

G_A : gisement d'arrivée ;
 G_D : gisement de départ ,
 I_β : somme des angles aux sommets .

- Calcul des coordonnées :

X_0, Y_0 : coordonnées du point de départ ;
 X_i, Y_i : coordonnées du point d'arrivée :

$$X_i = X_0 + \sum \Delta X$$

$$Y_i = Y_0 + \sum \Delta Y$$

Avec $\Delta X_i = D \sin (\text{gisement})$
 $\Delta Y_i = D \cos (\text{gisement})$

CHAPITRE II : METHODE DE DIAGNOSTIC

II.1 HISTORIQUE

Cette route existe déjà depuis la colonisation, mais ce n'était qu'une simple piste en terre puis améliorée et entretenue de temps en temps par des Organisation Non Gouvernementale, par les fokonolona (HIMO). La dernière intervention enregistrée était la réhabilitation en 1995, qui était un simple reprofilage léger .

II.2 EXAMEN VISUEL DE L'ITINERAIRE

La route qui relie la commune rurale d'Alakamisikely et celle de Manalalondo est classée parmi les Routes d'Interêt Provincial, numéro 84. Elle est une route en terre dotée des ouvrages d'assainissement et de franchissement et dont la structure est composée de sol support ou du terrain naturel. De ce fait, cette route est très fragile surtout pendant la saison pluvieuse. Les divers ouvrages qu'elle possède se sont totalement, ou presque, dégradés. La chaussée ne présente plus aucun système d'évacuation d'eau , ce qui entraîne de nombreuses dégradations sur la plate-forme à noter les :

- Profils en W ;
- Ravinements longitudinaux et transversaux ;
- Affaissements ;
- Ornières ;
- Tôles ondulés ;
- Bourbiers ;
- Nids de poule .

Comme on a dit ci-dessus, l'état de la route change au fur et à mesure que la saison change. La couche de roulement reste très poussiéreuse pendant la saison sèche et froide. Des poussières peuvent atteindre une épaisseur de 10 à 15 cm. Tandis que durant la saison de pluie et la saison chaude, elle est très boueuse et très très difficile à accéder. A part la défaillance du système d'évacuation des eaux, les habitants accentuent de plus en plus les dégradations, que ce soient sur la chaussée ou que ce soient sur les ouvrages, à cause de leur ignorance et évidemment à cause des utilisations des matériels très agressifs et en même temps très fréquents comme la charrette. A l'heure actuelle, les seuls usagers de la route qui peuvent circuler facilement sont les charrettes. En disant que l'état actuel de cette route est vraiment en état dit critique d'autant plus que les pentes sont très fréquentes .

II.2.1 Localités traversées par le projet

Elle relie la route nationale N°1 sur Arivonimamo avec la route nationale N°7 sur Sambaina en passant par les communes suivantes : Amboanana ; Alakamisikely, Ambatonilaifotsy, Manalalondo, Ambohiborona, Marofangady, Antsapanimahazo, la sous-préfecture de Faratsiho ; et se termine dans la communes de Sambaina .

II.2.2 Caractéristiques géométriques de la route

II.2.2 a) Tracé en plan

La majeure partie du tracé est constituée de courbes sinueuses qui succèdent les une après les autres . Le reste est en alignement droit .

II.2.2.b) Profil en long

Si on ne prend en considération que la pente de la route, le profil en long peut être divisé en quatre parties:

- Entre le PK 24+100 et le PK 28+200, la pente moyenne est de 12% et l'altitude varie de 1700 à 1800 ;
- Entre le PK 28+200 et le PK 32+700, la pente est beaucoup plus faible variant de 1 à 5% ;
- Entre le PK 32+700 et le PK 34+700, la pente est forte et varie de 8 à 15% ;
- Et dans le reste du tronçon, le tracé est quasiment plat avec une pente de 1 à 2% .

II.2.2.c) Profils en travers

Le profil en travers est défini comme la coupe de la route suivant un plan perpendiculaire au tracé en plan .

En général, presque la majorité des types des profils en travers existent dans ce tronçon à savoir :

- Le profil en déblai ;
- Le profil en remblai ;
- Le profil mixte .

II.3 RELEVÉ DES DÉGRADATIONS

II.3.1 Chaussée

La reconnaissance sur terrain des dégradations est une étape principale qui débute l'étude de la réhabilitation d'une chaussée. Une fois la route construite ou réhabilitée, sans entretien régulier, elle est condamnée à se détériorer, et en fin de compte à disparaître. Alors il est nécessaire de donner un aperçu des dégradations que nous avons rencontrées pendant la reconnaissance de cette chaussée, leur cause, leur évolution en cas de négligence et les travaux d'entretien pour y remédier .

- **Profil en W** : c'est une dégradation qui se forme par deux bandes parallèles à l'axe de la chaussée suivant la longueur de la route .

Cause : cette dégradation est due souvent par les traces des roues des charrettes, mais elle peut être aussi causée par l'étroitesse de la chaussée ou à une évolution sans entretien des ornières ou encore par un défaut de compactage lors du reprofilage ou de la reconstruction de la section correspondante ;

Evolution possible : approfondissement rapide des deux bandes si il n'y a pas d'entretien surtout pendant la saison pluvieuse, et peut entraîner les ravinements longitudinaux ;

Remèdes : reprofilage lourd ou léger selon la quantité des matériaux à mettre en œuvre et l'élargissement de la chaussée ou aussi l'empierrement sur la couche de roulement .

- **Ravinement longitudinal et transversal** : c'est une cavité d'affouillement des eaux de ruissellement qui circule sur la surface de la route et qui provoque l'érosion de la couche de surface. Généralement, il se manifeste dans les rampes dont les pentes et les longueurs permettent à l'eau de ruissellement de dépasser la vitesse critique d'érosion .

Evolution possible : il peut devenir une tranchée infranchissable pour la circulation ;

Remèdes : reprofilage, mise en œuvre des ouvrages d'assainissement et de décharge, mise en place d'un bombement, apport de matériau sélectionné .

- **Affaissement** : c'est une dépression qui règne sur toute la largeur de la chaussée en général ;

Cause : présence d'argile ou affaissement du sol de remblai de la buse ou encore mauvaise mise en œuvre de la couche de roulement ;

Evolution possible : approfondissement rapide des affaissements de la chaussée lors de la saison de pluie et créant un énorme trou sur la surface de la route ;

Remèdes : refection localisée et entretien .

- **Ornière** : c'est une dépression de la chaussée sous forme de bandes parallèles à l'axe de la chaussée et correspondant aux zones de passage préférentielles des routes de poids lourds et des charrettes ;

Cause : Poinçonnement de la couche de roulement dû aux bandages des charges des roues, mauvaise mise en œuvre de la couche de roulement et mauvais assainissement ;

Evolution possible : l'eau pluviale tend à s'écouler le long de la route et ou à former des rigoles d'érosion ou ravines de plus en plus profondes menant au ravinement et à la tranchée de la route ;

Remèdes : reprofilage de la route et réparation du système d'assainissement .

- **Tôle ondulé** : c'est une dégradation dans le sens longitudinal

Cause : fatigue de la chaussée, mauvais assainissement ;

Evolution possible : cette dégradation peut s'aboutir comme un ravinement transversal si l'eau de surface de la route n'est pas bien évacuée ;

Remèdes : reprofilage léger (sans apport de matériau) ;

- **Bourrier** : c'est une dégradation très boueuse seulement pendant la saison de pluie

Cause : route sans entretien et dépourvue d'un système d'assainissement ;

Evolution possible : la partie defectueuse pourrait s'agrandir et s'approfondir et s'aboutir à une dégradation généralisée ;

Remèdes : purge et remplacement par des matériaux sélectionnés pour la couche de roulement .

- **Nids de poule** : ce sont des cavités plus ou moins arrondies qui sont provoquées par le départ du matériau de la couche de roulement .

Cause : évolution sans entretien des flaches ou des ornières ;

Evolution possible : dégradation généralisée de la chaussée ;

Remèdes : la point à temps suffit comme solution en faisant des apports de matériau sélectionné .

Comme action de reprofilage, il existe deux types selon la quantité des matériaux à mettre en œuvre par 100 ml :

- Reprofilage léger : si l'apport de matériau est $> 100 \text{ m}^3 / 100 \text{ ml}$
- Reprofilage lourd : si l'apport de matériau est $< 100 \text{ m}^3 / 100 \text{ ml}$

Tableau n°31 : Récapitulation des dégradations de la chaussée

Localisation	Longueurs [m]	Natures	Causes	Aménagements
PK24+100 au PK 24+200	100	Bourbier et nids de poule	Route non entretenue et dépourvue d'ouvrage d'assainissement	Purge et apport de matériau sélectionné
PK 24+400 au PK 24+700	300	Profil en W	Trace des roues	Reprofilage (lourd)
PK 24+700 au PK 25+200	500	Tôle ondulé	Fatigue de la route, sans ouvrage d'assainissement	Reprofilage léger
PK 25+200 au	200	Affaissement	Présence d'argile ou	Reprofilage avec

PK 25+400			mauvaise mise en œuvre de la couche de roulement	apport des matériaux sélectionnés
PK 25+400 au PK 25+600	200	Profile en W	Traces des roues des charrettes	Reprofilage lourd
PK 25+650 au PK 25+850	200			
PK 25+900 au PK 26+200	300			
PK25+600 au PK 25+650	50	Nids de poule	Sans entretien routier et défaillance des ouvrages	Purge et apport de matériau sélectionné
PK25+850 au PK 25+900	50		d'assainissement et des ouvrages de décharge	
PK 26+300 au PK26+500	200			
PK26+200 au PK 26+300	100	Ornière	Poinçonnement de la route dû aux bandages des roues et sans entretien	Reprofilage et aménagement des ouvrages de décharge et d'assainissement
PK 26+500 au PK 26+600	100			
PK26+600 au PK 26+900	300	Tôle ondulé	Fatigue de la route, sans ouvrage d'assainissement	Reprofilage léger
PK 27+00 au PK 27+400	400	Bourbier et nids de poule	Route non entretenue et dépourvue d'ouvrage d'assainissement	Purge et apport de matériau sélectionné
PK27+400	20	Affaissement	Présence d'argile ou mauvaise mise en œuvre de la couche de roulement	Reprofilage avec apport de matériau sélectionné
PK 27+500 au PK 27+900	400	Profile en W	Traces des roues des charrettes et sans entretien	Reprofilage lourd
PK27+900 au PK 27+950	50	Ornière	Poinçonnement de la route dû aux bandages des roues et sans entretien	Reprofilage et aménagement des ouvrages de décharge et d'assainissement
PK28+00 au PK28+500	500	Profil en W	Traces des roues des charrettes	Reprofilage lourd
PK28+700 au PK29+200	500			
PK 28+600	20	Petits nids de poule	Sans entretien routier et défaillance des ouvrages	Purge et apport de matériau sélectionné
PK29+500 au PK29+550	50		d'assainissement et des ouvrages de décharge	
PK 30+100 au PK 30+700	600	Tôle ondulée	Fatigue de la route, sans ouvrage d'assainissement et sans entretien	Reprofilage léger
PK 31+350	5	Petit nids de	Sans entretien routier	Purge et apport de

		poule	et défaillance des ouvrages d'assainissement et des ouvrages de décharge	matériau sélectionné
PK 31+800	5	Petit ornière	Poinçonnement de la route dû aux bandages des roues	Reprofilage et aménagement des ouvrages de décharge et d'assainissement
PK 32+200 au PK 33+00	800	Tôle ondulé	Fatigue de la route, sans ouvrage d'assainissement	Reprofilage léger
PK 33+00 au PK 33+500	500	Profil en W	Traces des roues des charrettes	Reprofilage lourd
PK 33+500 au PK 34+00	500	Tôle ondulé	Fatigue de la route, sans ouvrage d'assainissement et sans entretien	Reprofilage léger
PK 34+100 au PK 34+300	200			
PK 34+500 au PK 34+700	200			
PK 34+00	2	Petit ornière	Poinçonnement de la route dû aux bandages des roues	Reprofilage et aménagement des ouvrages de décharge et d'assainissement
PK 34+800	5	Petit ornière	Poinçonnement de la route dû aux bandages des roues	Reprofilage et aménagement des ouvrages de décharge et d'assainissement
PK 35+00 au PK 35+500	500	Tôle ondulé	Fatigue de la route, sans ouvrage d'assainissement	Reprofilage léger
PK 35+800 au PK 36+00	200			
PK 35+600		Petit nids de poule	Sans entretien routier et défaillance des ouvrages d'assainissement et des ouvrages de décharge	Purge et apport des matériaux sélectionnés

II.3.2 Ouvrages d'assainissement

Le système d'assainissement est l'élément le plus important des routes même dans les régions à faible précipitation. Alors il doit fonctionner correctement de manière à ce que les eaux de pluie ou souterraines puissent s'écouler librement et rapidement. Rappelons que cette reconnaissance a pour objectif d'une part de relever les dégradations des ouvrages d'assainissement existant sur les sites considérés, et d'autre part de proposer les aménagements convenables aux dégradations pour préserver la plate-forme et la couche de roulement.

Maintenant nous allons voir les dégradations des ouvrages d'assainissement à savoir les fossés et les dalots avec les solutions pour la réhabilitation.

- **Fossé** : Rappelons que les fossés sont des ouvrages latéraux de la chaussée qui

servent à recueillir les eaux superficielles ou les eaux de ruissellement. Lors de la reconnaissance nous avons relevé plusieurs types de dégradations des fossés comme obstruction du fossé, l'érosion, la stagnation des eaux dans le fossé .

- Fossé envahi par la végétation : ce type de dégradation est causée par la croissance de la végétation, buissons, débris ;
Evolution possible : blocage du fossé, ce qui mène au ravinement de la chaussée et des accotements ;
Remèdes : débroussaillage, desherbage, enlèvement des débris avec entretien périodique et systématique par les services concernés .
- Obstruction des fossés : ce type de dégradation est causée par l'absence de file d'eau et le dépôt d'ordures par les riverains ;
Evolution possible : le matériau de l'accotement se ramollit et est davantage vulnérable à l'érosion. La chaussée peut aussi être inondée et, de ce fait affaiblie ;
Action d'aménagement : - Agrandir ou approfondir le fossé
- Création des fossés maçonnés
- Fossé érodé : l'écoulement trop rapide ou trop concentré par rapport à la résistance du sol provoque l'érosion. L'érosion peut être au stade ultime, et menace la route ainsi que le terrain environnant
Action d'aménagement : mise en œuvre de l'ouvrage de décharge (dalot, buse) ou réduire l'érosion en appliquant une défense contre l'érosion (engazonnement, clayonnage) .

- **Dalots et buses**

- ❖ **Dalots** : ce sont des ouvrages d'assainissement. Ils sont en général constitués d'une dalle, piedroits, radier d'une faible épaisseur de béton de propreté .
 - Dalot envahi par la végétation : ce type de dégradation est causée par la croissance de la végétation, buissons, débris ;
Evolution possible : blocage du dalot, ce qui mène au ravinement de la chaussée et des accotements ;
Remèdes : débroussaillage, desherbage, enlèvement des débris avec entretien périodique et systématique par les services concernés .
 - Dalot ensablé et congestionné : ce type de dégradation est causé par l'absence de file d'eau et le dépôt d'ordures par les riverains ;
Evolution possible : blocage du dalot, ce qui mène au ravinement de la chaussée et des accotements. La chaussée peut être inondée et, de ce fait affaiblie ;
Remèdes : curage (et redimensionnement) .
- ❖ **Buses** : ce sont des ouvrages d'assainissement. Elles sont en général circulaires (métallique ou en béton) ;
 - Buse fissurée : ce type de dégradation est causé généralement par la fatigue de l'ouvrage ;
Evolution possible : destruction totale de l'ouvrage ;
Remèdes : dépose de buses fissurées puis pose de nouvelles buses

Plusieurs types de dégradations affectent ces ouvrages dont l'ensablement, l'affouillement, l'envahissement par des végétations, les fissurations. Les causes principales de ces dégradations sont :

- la pente du fond des dalots est très faible ;
- la buse ou le dalot a été trop bas, de telle sorte que les matériaux chariés par l'eau se déposent dans l'ouvrage .

Tableau n°32 : Récapitulation des dégradations des ouvrages

Localisation	Longueurs [m]	Natures des ouvrages	Dégradations	Aménagements
PK 24+100 au PK 24+700	600	Sans fossés latéraux		Création des fossés trapézoïdaux en terre, des dalots en maçonnerie de moellon, des exutoires Barrière de pluie
PK 24+100	6	Pont à poutre I _{PN} 180, largeur : 4m		Entretien courant et périodique
PK 24+700 au PK 25+200	500	Sans fossés latéraux		Création des fossés trapézoïdaux en terre, des dalots en maçonnerie de moellon, des exutoires Barrière de pluie
PK 25+300 ; PK 26+500	0.60	Buse métallique 600	Destruction et endommagement	Remplacement par un dalot bien dimensionné
PK 26+600 au PK 27+00	400	Fossés latéraux en terre	Ensablement	Curage et augmentation du file d'eau du fossé et création des exutoires
PK 26+800	0.60	Buse métallique 600	Congestionnement	Curage et augmentation du file d'eau du fossé
PK 26+900	10	Mur de soutènement, 6m de hauteur,	Glissement et effondrement du mur	Reconstruction du mur
PK 26+600 au PK 27+00	400	Fossé de crête	Erosion, ensablement et envahissement de la végétation	Désherbage, débroussaillage et redonner un nouveau profil
PK 27+00 au PK 28+00	1000	Fossés latéraux en terre	ensablement	Curage, redimensionnement et création des ouvrages de décharges et des exutoires
PK 27+400	0.60	Dalot en maçonnerie de moellon 60*60	Destruction des ouvrages de tête, ensablement et envahissement de la végétation	Démolition, reconstruction et enrochement de la partie affouillée. Débroussaillage, curage et augmentation du file d'eau
PK 27+00 au PK 28+00	1000	Fossé de crête	Erosion, ensablement et envahissement par la végétation	Désherbasse, débroussaillage et redonner un nouveau profil

PK 28+00 au PK 29+700	1700	Fossés latéraux en terre	ensablement	Curage, redimensionnement et création des ouvrages de décharge et des exutoires
PK 28+00 au PK 29+700	1700	Fossés de crêtes dégradés	Erosion, ensablement et envahissement de la végétation	Désherbage, débroussaillage et redonner un nouveau profil
PK 29+700 au PK 31+00	1300	Fossés latéraux	Erosion, ensablement et envahissement de la végétation	Désherbage, curage et redimensionnement
PK 30+200	0.60	Buse métallique 600	Rouille, congestionnement	Mise en œuvre d'un produit anti-rouille, curage et augmentation du file d'eau
PK 31+00	0.80	Dalot 80*80	Ensablement et envahissement de la végétation	Désherbage et curage
PK 31+100 au PK 31+500	400	Fossés latéraux inexistant		Création des fossés latéraux, des ouvrages de décharge et des exutoires
PK 31+500 au PK 33+00	1500	Fossés latéraux	Ensablement	Curage et redimensionnement
PK32+100 et au PK 32+600	0.60	Buse métallique 600	Rouille, congestionnement et envahissement de la végétation	Mise en œuvre d'un produit anti-rouille, curage, désherbage et augmentation du file d'eau
PK 33+00 au PK 33+500	500	Fossés latéraux en terre	Envahissement de la végétation et ensablement sur les deux côtés sur toute la section	Curage, désherbage et redimensionnement
PK 33+00 au PK 33+500	500	Fossés de crête dégradés	Erosion, ensablement et envahissement de la végétation	Désherbage, débroussaillage et redonner un nouveau profil
PK 33+500 au PK034+700	1200	Fossés latéraux en terre	Envahissement de la végétation et ensablement sur les deux côtés sur toute la section	Curage, désherbage et redimensionnement
PK 33+500	8	Pont à poutre I _{PN} 180, largeur : 4m		Entretien courant et périodique
PK34+700 au PK 36+100	1400	Fossés latéraux inexistant		Création des fossés latéraux, des ouvrages de décharge et des exutoires

PK 35+300 et au PK 36+100	0.60	Buse métallique 600	Rouille, congestionnement et envahissement de la végétation	Mise en œuvre d'un produit anti-rouille, curage, désherbage et augmentation du file d'eau
PK 34+700	0.40	Dalot en maçonnerie de moellon 40*40	Ensablement et envahissement de la végétation	Curage, désherbage et redimensionnement

II.5 : INVENTAIRE DES SOLUTIONS

Chacune des solutions présente ses avantages et ses inconvénients en relation avec la situation locale .

Les critères d'appréciation suivants ont été pris en considération :

- Facilités de montage et d'exécution ;
- Economie ;
- Sécurité en phase de construction et en service ;
- Durabilité en relation avec les conditions climatiques ;
- Esthétique ;
- Entretien et exploitation .

II.5.1 : Solutions ou variantes proposées

La route concernée par le projet est une route d'intérêt provincial qui, d'après sa définition, relie les communes vers les chefs lieux de Fivondronana. Donc, on peut avancer la solution suivante :

- Réhabilitation de la chaussée en choisissant l'une des variantes des couches de roulement suivante :

- Couche de roulement en matériau sélectionné : quartzite d'épaisseur 20 cm le long du projet ;
- Couche de roulement en empierrement clouté (macadam clouté), macadam 40/70 à raison de 70 l/m² le long du projet ;
- Couche de roulement en macadam à l'eau ou à la boue ;
- Chaussée pavée de 14x14x20 le long du projet pour les deux bandes de roulement .

II.5.2 : Avantages de la réhabilitation

- Non-remodelage du profil en long des accès actuels ;
- Délai d'exécution relativement court ;
- Variante moins chère ;
- Elle utilise moins de matériaux et peut se faire avec des matériaux de qualité moyenne (ordinaire) ;
- Elle n'exige pas trop des matériels perfectionnés .

II.5.3 Les inconvénients de la réhabilitation

- Les travaux d'entretien à long terme seront beaucoup plus conséquent ;
- La durée de service est très réduite ;

- La sécurité et le confort des usagers ne seront pas parfaitement garantis .

II.5.4 Photos des dégradations de la route



Affouillement du fossé

Cause : Ecoulement trop rapide ou trop concentré par rapport à la résistance du sol.



Fossé érodé

Cause : Ecoulement trop rapide ou trop concentré par rapport à la résistance du sol.

Affaissement et ornière

Cause : Présence d'argile, poinçonnement de la couche de roulement.



Effondrement du culé

Cause : Fatigue de l'ouvrage.

II.5.5 Analyse multicritère des variantes de couche de roulement

Tableau n°33 : Analyse multicritère des variantes

Critères de choix	Réhabilitation			
	CR en MS	CR en empièrrement clouté	CR en macadam à l'eau	CR en pavage
Facilité d'exécution	3	2	1	1
Economie	3	2	1	1
Sécurité	3	3	3	3
Durée de vie	2	2	3	3
esthétique	2	2	2	2
Entretien et exploitation	2	2	2	2
Total	15	13	12	12

- 1 : passable
2 : satisfaisant
3 : excellent

II.5.6 Choix de la variante principale

La variante choisie devra être techniquement et économiquement admissible. Donc, dans ce cas, le choix de la variante « réhabilitation avec une couche de roulement en MS » est à conseiller. Mais, en plus, pour les zones où les pentes dépassent la valeur de 7%, une couche de macadam 40/70 clouté sera à recommander pour solutionner les problèmes des routes glissantes et pour mieux protéger la route contre l'érosion et les ravinements longitudinaux.

II.6 SCHEMA D'ITINERAIRE ET DIAGRAMME D'AMENAGEMENT

Le suivi et le contrôle de travaux réalisés par l'entreprise dépendent en large mesure de la qualité du schéma d'itinéraire et du diagramme d'aménagement. Ils sont des documents graphiques représentant un axe routier sur lesquels sont notés la situation actuelle de la route (ou le tracé pour une nouvelle route) et les travaux à réaliser.

Le schéma d'itinéraire et le diagramme d'aménagement sont très importants car ils :

- représentent un document contractuel
- permettent de connaître la localisation, les quantités de travaux à réaliser et la prévision en journée des mains d'œuvre
- permettent de connaître l'état d'avancement des travaux et la quantité des travaux restant à faire

Alors, le schéma d'itinéraire et le diagramme d'aménagement sont des guides précieux pour l'exécution des travaux et font partie des documents relatifs à l'APS.

II.6.1 Etablissement du schéma d'itinéraire

Afin d'établir un schéma d'itinéraire et un diagramme d'aménagement, il est conseillé de procéder de la manière suivante :

- La reconnaissance devra être effectuée à pied

- L'équipe de reconnaissance doit révéler les dégradations significatives et importante de la route
- L'équipe de reconnaissance doit mettre au propre les enregistrement effectués au jour le jour
- Un arpentage (piquet, autre marquage tous les cinquante mètre) devra être entrepris au plus tard la veille de la reconnaissance

CHAPITRE III ETUDE GEOTECHNIQUE

III.1 OBJECTIFS DE L'ETUDE GEOTECHNIQUE

Les sols sont largement utilisés dans la construction routière comme matériau et apport. La géotechnique étudie ces matériaux et permet :

- d'identifier le bon sol ;
- d'établir les critères géotechniques des sols et les méthodes d'amélioration des cas nécessaire ;
- de localiser et de bien répartir le gisement ;
- de donner une méthode correcte de mise en œuvre ;
- de contrôler convenablement le compactage .

III.2 RECONNAISSANCE DU GISEMENT

Le gisement comprend :

- la carrière ;
- le gîte ;
- l'emprunt .

La carrière : c'est une source d'approvisionnement en matériaux rocheux ;

Le gîte : c'est le lieu où on prélève le matériau sélectionné pour couche de roulement ;

L'emprunt : c'est l'endroit où on prélève le matériaux meuble de grande quantité pour remblais .

Les caractéristiques des sols et des roches des gisements sont précisés dans cette partie .

Localisation : les gisement se trouvent à:

- Alakamisikely PK 24+400 (PK 0+300 du projet) : MS (pouzzolane) et carrière à 800 m Sud Est de la route ;
- Ambatomenaloha PK 27+300 (PK 3+200 du projet) : MS (pouzzolane) à 1 Km 200, au Nord Ouest de la route ;
- Ambohitsokina PK 30+200 (PK 6+100 du projet) : carrière à 500 m Nord de la route ;
- Ambatonilefotsy Pk 34+300 (PK 10+200 du projet) : MS (quartzite) à 500 m Nord de la route
MS (quartzite) et carrière à 1Km 500; à l'Ouest de la route .

Les matériaux utilisés dans la réhabilitation de ce projet doivent obligatoirement répondre aux critères géotechniques routiers .

III.3 ESSAIS AU LABORATOIRE

Chaque échantillon doit être soumis minutieusement à des essais de laboratoire afin d'avoir de plus amples informations sur ses caractéristiques géotechniques

Pour cela, il y a eu lieu de faire :

➤ **Des essais d'identification :**

- Analyse granulométrique : qui consiste à faire passer à travers une série de tamis à mailles carrées l'échantillon pour les grains de diamètre supérieur à 80μ et qui a donc pour but de déterminer les différentes proportions des particules solides suivant les différentes tailles ;
- Analyse sédimentométrique : pour les grains de diamètre inférieur ou égal à 80μ ;
- Détermination de la teneur en eau W_{nat} : qui a pour but de reconnaître qu'un sol est bon ou mauvais pour une construction routière ;
- Identification des limites d'Atterberg : Limite de liquidité W_L et la limite de plasticité W_P . Ces essais ont pour but de déterminer l'indice de plasticité IP :

$$IP = W_L - W_P$$

➤ **Des essais de compactage et de portance :**

- Essai Proctor : qui a pour but de déterminer la teneur en eau optimale (W_{OPT}) qui correspond à la valeur maximale de la densité sèche γ_d d'un sol ;
- Essai CBR ou essai de poinçonnement : qui a pour but d'évaluer la résistance des sols au déformation .

Resultat des essais : (source BE Andriambola)

Echantillons reçus :

- Echantillon de la plate-forme d'Alakamisikely et d'Ambatonilaifotsy ;
- Bloc de roche de la carrière d'Alakamisikely et d'Ambatoilaifotsy ;
- Echantillon du gîte d'Ambatomenaloha et d'Ambatonilaifotsy ;
- Echantillon de sable de rivière de Marotsingala et la rivière Kitsamby ;
- Echantillon de concassé 0/25 et 40/70 de la carrière d'Ambohitsokina .

Essais demandés :

-
- Essais de dureté de la roche (LA, MDE, coefficient d'aplatissement) ;
- Essais d'identification (W_{nat} , limites d'Atterberg, W_{OPT}) ;
- Essais de compactage et de portance ;
- Essai granulométrique et équivalence de sable .

III.4 : IDENTIFICATIONS DES CONSTITUANTS

➤ Critères géotechniques des matériaux meubles

Tableau n°34 : Caractéristiques géotechniques des sols et du matériau sélectionné

Caractéristiques	Matériaux		
	Sols de la plate-forme	Matériaux Sélectionnés	
Nature	Sol latéritique Argileu rouge	Pouzzolane	Quartzite
Teneur en eau (W_{nat}) [%]	25	18	16
Teneur en eau optimum (W_{OPT}) [%]	19	15.3	11.3
D_{max}	2	20	40
Pourcentage de fine [%]	78	54	27
Limite de liquidité	47	38	25
Limite de plasticité	27.3	7	9
Indice de plasticité	19.71	31	16
CBR à 4j	8	25	39

➤ Critères géotechniques des matériaux rocheux:

Tableau n° 35 : Caractéristiques géotechniques des concassés et du sable

Caractéristiques	Matériaux		
	Sable	Gravillon	Macadam
Nature	Sable argileu	Granite	Granite
Classe réelle	0/5	0/25	40/70
Poids spécifique [T/m ³]	2.618	2.67	2.67
Coefficient d'applatissement	-	9	9.5
Equivalent de sable	89	-	-
Densité apparente [T/m ³]	1.4	1.414	1.414
Coefficient LA	-	30	25
Coefficient MDE	-	19	16

III.5 COMENTAIRES ET CONCLUSIONS :♦ *Sur les blocs de roche :*

Les blocs de roches proviennent du concassage d'une roche granitique qui peut être exploitée pour la fabrication de concassé pour le béton, pavés, macadams, ainsi que les moellons .

♦ *Sur les concassés :*

Pour le concassé de classe 40/70, il provient d'une roche granitique ayant les coefficients suivants : LA = 25 et MDE = 16 .

Ce concassé est acceptable pour la fabrication du béton, des pavés, macadams et des moellons .

Pour le concassé de classe 0/25, il provient d'une roche granitique ayant les coefficients suivants : LA = 31 et MDE = 21 .

Ce concassé est aussi acceptable pour la fabrication du béton, des pavés, macadams et des moellons .

♦ *Sur le sable de rivière :*

C'est un sable de classe 0/5 ayant une propreté satisfaisante pour la fabrication du béton et du mortier .

♦ *Sur le quartzite : CBR = 39*

En géologie le quartzite est appelé "quartz altéré"

Le quartzite présente des qualités très bonnes pour la couche de roulement d'une route en terre .

- Sur le pouzzolane : CBR = 25

Il présente aussi des qualités assez bonnes pour la couche de roulement d'une chaussée non revêtu

CHAPITRE IV : ETUDES SUR LA CHAUSSEE

IV.1 ETUDE DU TRAFIC

Dans la cadre de réhabilitation de route, le trafic joue un rôle important du fait qu'il constitue une des données de base nécessaire quelle que soit la méthode de dimensionnement utilisée .

On distingue trois types de trafic :

- trafic passé ;
- trafic actuel ;
- trafic futur .

IV.1.1 Trafic passé

Le trafic passé désigne le trafic empruntant la chaussée pendant les années passées . La connaissance du trafic passé justifie le comportement de l'ancienne chaussée et vérifie l'hypothèse d'un sous-dimensionnement . Il permet aussi d'appréhender l'ordre de grandeur du trafic encore admissible , en d'autres termes , la qualité résiduelle de l'ancienne chaussée .

Enfin , la connaissance du trafic passé donne des informations précieuses sur la détermination du nouveau trafic et notamment sur le taux de croissance à prendre en compte pour l'estimation du trafic futur .

IV.1.2 Trafic actuel

Le trafic actuel est le résultat du comptage effectué lors de la phase de l'étude . La connaissance de celui-ci est un élément déterminant pour le dimensionnement proprement dit :

Les types de véhicule fréquentant l'axe sont :

- Les voitures légères et les voitures 4 x 4 des services officiels ou des touristes ;
- Les minibus (taxi-brousse) ;
- Les camionnettes des collecteurs de produits locaux ;
- Les camions des collecteurs et transporteurs .

Le tableau-ci après nous donne la synthèse du trafic .

Tableau n° 36 : Synthèse de trafic

Types de véhicule	Jour ordinaire (nb véhicule)	Jour de marché (nb véhicule)	Moyenne véh / jour
Voitures < 3t	2	4	3
Minibus < 8t	2	2	2
Camionnettes < 10t	2	2	2
Camions > 10t	7	9	8
Total	13	17	15

. Source : compactage routier

IV.1.3 Trafic futur

Pour pouvoir renforcer une chaussée , la connaissance du trafic est très important .

En effet , à partir de sa valeur ou de son importance que dépendront dans un large mesure , à la fois la largeur et l'épaisseur du renforcement .

Dans le calcul de dimensionnement de la chaussée , nous devons transformer le trafic futur en nombre cumulé d'essieux des camions qui ont passé ou qui passeront sur la voie la plus sollicitée de la chaussée .

IV-2 DIMENSIONNEMENT DE LA ROUTE EN TERRE

IV.2.1 But

Le but est de déterminer l'épaisseur favorable pour la couche de roulement, afin de maintenir et de conserver l'état de la chaussée durant la durée de service prévue .

IV.2.2 Méthode de dimensionnement d'une couche de roulement d'une route en terre

La méthode la plus utilisée est la méthode CBR adaptée pour la route en terre

$$e \text{ (cm)} = \frac{100 + \sqrt{P (75 + 50 \log(N/10))}}{\text{CBR}_{\text{corrigé}} + 5}$$

e : épaisseur réelle de la couche de roulement

$$\text{CBR}_{\text{corrigé}} = \frac{\text{CBR}_{\text{sol support}}}{0.7}$$

P : Charge maximale d'une roue

N : Trafic journalier des véhicules

Surépaisseur d'usure (s.e.u) = durée de vie x départ de matériau par an

Epaisseur réelle à mettre en œuvre = épaisseur calculée + s.e.u

V.2.3 Calcul

Hypothèses :

CBR = 10.5

CBR corrigé = 15

P = 5 T

N = 15

Durée de vie : 5 ans

D'où l'épaisseur de la couche de roulement

$e = 14.37 \text{ cm}$

IV.2.4 Surépaisseur d'usure (s.e.u)

Calcul de l'usure sous trafic

Le calcul d'usure sous trafic est nécessaire pour pouvoir élaborer le programme de rechargement périodique .

Il existe deux méthodes pour faire le calcul de l'usure sous trafic. La première, celle de l'estimation CEBTP, basée sur l'observation des routes d'Afrique et la deuxième, celle de la CENUA (Commission Economique des Nations Unies pour l'Afrique) .

Tableau n°37 : Usure sous trafic (méthode CEBTP)

Trafic (véhicules / jour)	Usure annuelle
10 à 30	1 cm
30 à 100	2 cm
100 à 300	3 cm

Tableau n°38 : Usure sous trafic (méthode CENUA)

Trafic (véhicules / jour)	Climat pluvieux, zone montagneuse		Climat sec	
	Gravier latéritique	Gravier quartzeux	Gravier latéritique	Gravier quartzeux
25	16	18	4.5	7
150	28	33	4.5	7
400	37	42	19	30

D'après la méthode CEBTP :

$$s.e.u = 5 \text{ cm}$$

Ce qui entraîne finalement que, l'épaisseur réelle à mettre en œuvre sera :

$$e = 19.37 \text{ cm ; soit}$$

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

Figure n°6 : Structure de la couche de roulement en MS

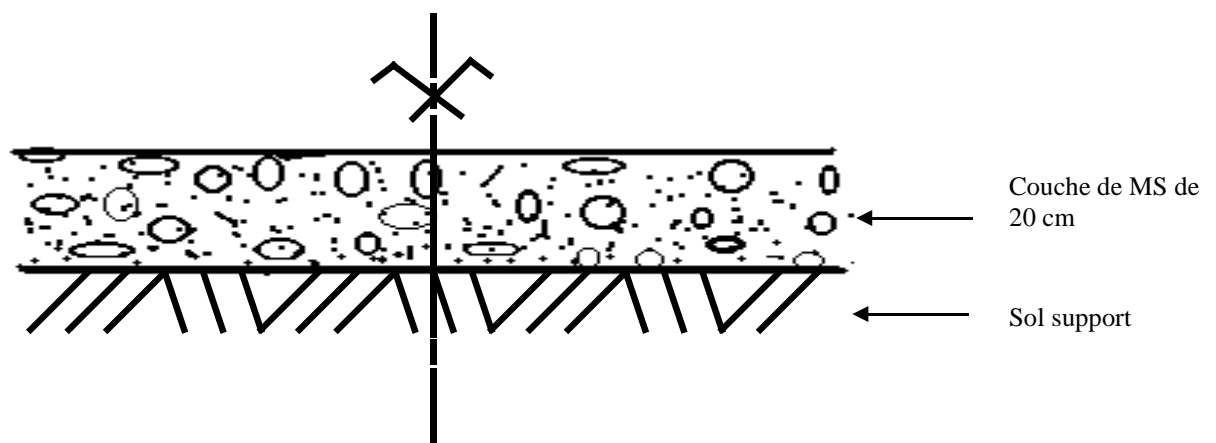
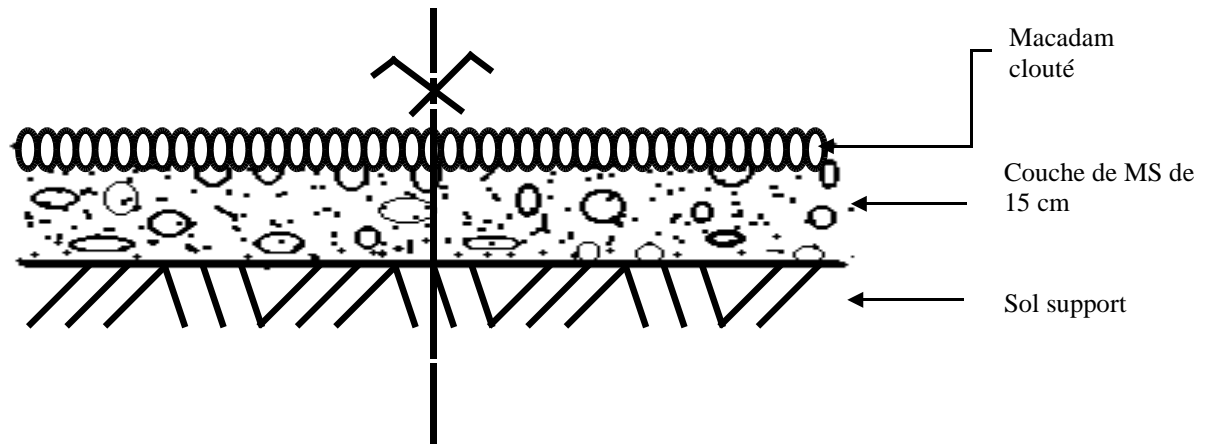


Figure n°7 : Structure de la couche de roulement en macadam clouté



CHAPITRE V MISE EN ŒUVRE DE LA CHAUSSEE

V.1 COUCHE DE ROULEMENT EN EMPIERREMENT PAR CLOUTAGE (MACADAM CLOUTE)

Elle est constituée d'une couche mince de pierres cassées 40/70 encastrées dans la plate-forme préalablement mise en profil et soigneusement compactée. Généralement, elle est conçue pour les routes non revêtues glissantes ou à forte pente ($>8\%$) à raison de 70 litres par mètre carré (l/m^2), d'épaisseur moyenne 5 à 7 cm. Puis on arrose et on compacte obligatoirement avec un engin compacteur. Les vides sont comblés par des matériaux fins.

Le cloutage, qui est de loin moins cher qu'un macadam à l'eau, satisfait les normes requises de construction là où la portance de la plate-forme est bonne ($CBR > 30$) et là où il n'existe pratiquement pas d'effet de poinçonnement dû par exemple au trafic des charrettes.

D'après l'expérience, ce type de chaussée n'est pas tellement indiquée sur les hauts plateaux à cause de la nature des sols, de la pluviométrie et de l'importance du trafic de charrette.

Les quantités à prendre en compte seront celles du document du projet approuvé ou selon l'attachement contradictoire.

V.2 COUCHE DE ROULEMENT EN MS

V.2.1 Compactage

Le compactage est une opération simple dans son principe mais nécessitant, pour être efficace, que deux conditions soient remplies :

- Le choix du compacteur et les modalités du compactage doivent être adaptés au matériau mis en œuvre ;
- L'organisation et le suivi du chantier doivent permettre une bonne répartition de l'énergie de compactage et une possibilité d'adaptation aux conditions du chantier (variation de la nature du matériau, de sa teneur en eau, des conditions météorologiques, des cadences d'approvisionnement..).

V.2.2 Prise en compte des compacteurs

Classification

Les engins de compactage sont répartis en trois grandes familles, chacune comportant plusieurs classes en fonction des caractéristiques des engins :

- Rouleaux à pneus. Le classement est fait selon la charge par roue :
 - P1 : rouleaux dont la charge par roue est de 2.5 à 4 T ;
 - P2 : rouleaux dont la charge par roue est de 4 à 6 T ;
 - P3 : rouleaux dont la charge par roue est supérieure à 6 T .
- Rouleaux vibrants. Un premier classement est fait à partir de la charge appliquée par unité de largeur de cylindre vibrant :
 - V1 : charge statique par unité de largeur de 15 à 25 Kg/ cm ;
 - V2 : charge statique par unité de largeur de 25 à 35 Kg/ cm ;
 - V3 : charge statique par unité de largeur de 35 à 45 Kg/ cm ;
 - V4 : charge statique par unité de largeur de 45 à 55 Kg/ cm ;
 - V5 : charge statique par unité de largeur supérieure à 55 Kg/ cm .

A l'intérieur de chacune des classes ci-dessus, des sous classes a, b, c ou d sont définies à partir des caractéristiques dynamiques de l'engin .

En raison de son fondement empirique, cette règle ne peut s'appliquer qu'aux rouleaux conçus suivant les critères habituels. Concevoir de nouveaux rouleaux en fonction de cette règle pourrait conduire à des aberrations techniques .

➤ Rouleaux à pied dameur (non vibrant). Les classements sont faits d'après la charge statique moyenne par unité de largeur de tambour :

- PD1 : charge moyenne de 30 à 60 Kg/ cm ;
- PD2 : charge moyenne supérieure à 60 Kg/ cm .

Utilisation des compacteurs

L'emploi des tableaux de valeurs concernant l'utilisation des sols suppose qu' un certain nombre de règles relatives à l'utilisation des compacteurs soient respectées :

- Vitesse d'avancement inférieur ou égale à :
 - 6 Km/ h pour les rouleaux à pneus ;
 - 2 à 3 Km/ h pour les rouleaux vibrants (2 Km/ h en cas de compactage intense) ;
 - 12 Km/ h pour les rouleaux à pied dameurs .
- Caractéristiques statiques (lestage notamment) et dynamiques (fréquence de vibration) pour les rouleaux vibrants : elles doivent être conforme à celles prises en compte lors du classement de l'engin .
- Répartition transversale de l'effort de compactage : celle-ci devra être aussi uniforme que Possible .
- Pour les rouleaux à pied dameurs : ces engins doivent être pris en compte comme compacteurs – fonctionner comme tels et non comme régaleurs .

V.2.3 Détermination des nombres de passes

Les notions qualitatives de réglage R et de compactage C sont précisées de manière quantitative. Pour chaque nature de sols, les tableaux donnant les modalités des compactages des sols en remblais ci-dessous indiquent :

- La valeur de e représentant l' épaisseur des couches mises en œuvre, mesurée après compactage .

Dans le cas d'un compactage « intense » ou « moyen » cette valeur constitue la valeur maximale que peut prendre l'épaisseur réelle (faute de quoi le fond du couche sera sous compacté). Dans le cas de compactage faible (ou il y a risque de sur-compactage), la valeur réelle de l'épaisseur doit être aussi proche que possible de celle indiquée. Une tolérance de plus ou moins 15% est admise .

- La valeur de Q/S : Q représentant le volume de matériau mis en œuvre pendant un temps donné et S la surface balayée par l'engin de compactage (largeur du compacteur multipliée par la distance parcourue) pendant le même temps .

La valeur Q/S est d' autant plus faible que l' intensité du compactage demandée est forte. Dans le cas de compactage « intense » ou « moyen », la valeur de Q/S indiquée est une valeur maximale, le Q/S réel devant être inférieur ou égal au Q/S indiqué dans le tableau. Dans le cas de compactage « faible », la valeur réelle doit être aussi proche que possible de la valeur indiquée. Une tolérance de plus ou moins 20% est admise .

La formulation du couple (e, Q/S) est équivalente à la donnée du couple (e, nombre de passes n) puisque :

$$n = e / Q/S$$

Cette formulation a été préférée à (e,n) bien que plus abstraite, pour deux raisons essentielles :

- Contrairement au nombre de passes, la valeur de Q/S ne préjuge pas la valeur de e réelle ;
- La donnée de Q/S débouche sur une méthode nouvelle et simple de contrôle du compactage fondé sur le contrôle en continu .

Dans notre cas, on a mis en œuvre une couche moyenne en procédant à un compactage Intense. Ce qui nécessite l'emploi d'un engin compacteur à rouleaux vibrant de type V1. Donc, d'après le tableau donnant les modalités des compactages des sols de remblai, on :

- $Q / S = 0.03$ [m]
- $e = 0.20$ [m]

Finalement, le nombre de passes, en tenant compte de sa définition précédente, sera :

$n = 7$ passes

Tableau n°39 : Modalités de compactage des sols de remblai

		Engin		PNEUS			VIBRANTS																DAMEUR	
Sols et modalités d'utilisation				P ₁	P ₂	P ₃	V1				V2				V3				V4			PD ₁	PD ₂	
							a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c			
REMBLAI	Couche épaisse et possible et compactage faible	3	Q/S	0.08	0.12	0.30	0.105	0.105	0.11	0.095	0.20	0.20	0.18	0.18	0.30	0.30	0.20	0.20	0.50	0.33	2	0.08	0.10	
		11	e	3	0.5	1	0.3	0.3	0.3	0.25	0.60	0.60	0.40	0.40	1	1	0.40	0.40	2	1		0.30	0.40	
	Couche mince ou moyenne et compactage faible	23	Q/S	0.08	0.12	0	0.105	0.105	0.11	0.095	0.165	0.165	0.18	0.18	0.20	0.20	0.20	0.20	0	0.22	2	0.08	0.10	
			e	0.30	0.50		0.30	0.30	0.30	0.25	0.50	0.50	0.40	0.40	0.50	0.50	0.40	0.40		0.50		0.30	0.40	
	Couche mince ou moyenne et compactage moyen	22	Q/S	0.05	0.08	0.15	0.06	0.06	0.06	0.05	0.10	0.10	0.08	0.08	0.15	0.15	0.09	0.09	0.20	0.165	2	0.05	0.07	
			e	0.30	0.40	0.50	0.30	0.30	0.25	0.25	0.4	0.40	0.30	0.30	0.50	0.50	0.30	0.30	0.50	0.50		0.30	0.30	
	Couche mince ou moyenne et compactage intense	21	Q/S	0.03	0.05	0.07	0.03	0.03	0.03	0.03	0.05	0.05	0.05	0.05	0.07	0.07	0.055	0.055	0.10	0.08	2	0	0	
			e	0.20	0.30	0.50	0.20	0.20	0.20	0.20	0.30	0.30	0.25	0.25	0.50	0.50	0.25	0.25	0.50	0.50				
	Couche mince et compactage intense	11	Q/S	0.03	0.04	0.06	0	0	0	0	0.04	0.04	0.04	0.04	0.07	0.07	0.045	0.045	0.10	0.08	2	0	0	
			e	0.20	0.20	0.30					0.25	0.25	0.20	0.20	0.30	0.30	0.30	0.20	0.30	0.30				

CHAPITRE VI ETUDES HYDROLOGIQUES ET ETUDES DES OUVRAGES

VI.1 ETUDES HYDROLOGIQUES

L'hydrologie est une science qui étudie la pluviométrie et le débit pour avoir la quantité d'eau. La connaissance des phénomènes de ruissellement, de l'évaporation, de l'infiltration est l'un des objectifs de l'hydrologie .

Cette étude traite la collecte des données hydrauliques en vue d'adapter la conception de l'ouvrage aux caractéristiques de l'écoulement et parle de la collecte des données hydrologiques en vue d'adapter la conception de l'ouvrage de franchissement aux caractéristiques du débit. Et cette étude doit assurer que le débit peut transiter par l'ouvrage sans causer des dégâts à celui-ci, aux remblais et au terrain avoisinant .

En vue de concevoir un ouvrage qui évite ces problèmes et qui ne coûte pas plus cher que nécessaire, les caractéristiques du courant d'eau doivent être tenus en compte

VI.1.1 Méthode de détermination des débits d'un bassin versant

Un bassin versant est un site naturel délimité par des lignes de partage du réseau de ruissellement. Il transforme ensuite la pluie en débit

UN bassin versant est caractérisé par :

- Sa surface (S) ;
- Sa pente moyenne (I) ;
- Son coefficient de ruissellement (C) ;
- Sa forme (K) ;
- La longueur de son thalweg principal (L) ;
- Son périmètre (P) .

VI.1.2 Plan de délimitation des bassins versants



VI.1.3 Calcul de surface

Un bassin versant est défini en premier lieu par sa surface « S », car plus la surface du bassin versant est grande, plus le volume de la crue écoulee sera important .

La détermination de cette surface se fait par délimitation sur carte du bassin versant puis l'utilisation de plusieurs méthodes suivantes :

- **A l'aide d'un planimètre :**

Le planimètre est un appareil électronique qui permet de lire directement la surface du BV sur le plan .

$$S = S_o / 10^6 E^2 \text{ [m}^2\text{]}$$

S_o : lecture moyenne sur planimètre en mm^2 ;

E : échelle de la carte .

- **Par découpage en configuration géométrique simple :**

Le découpage en configuration géométrique simple consiste à rendre la surface en plusieurs configurations géométriques simples pour faciliter le calcul de surface .

$$S = \sum S_i / 10^6 E^2 \text{ [m}^2\text{]}$$

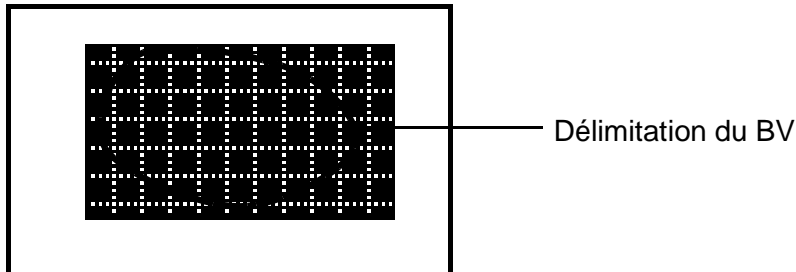
S_i : surface de chaque configuration géométrique en mm^2 ;

E : échelle de la carte .

- **Par la méthode des carreaux :**

Cette méthode consiste à diviser la surface du BV en petits carreaux égaux

$$S = nS_o / 10^6 E^2 \text{ [m}^2\text{]}$$

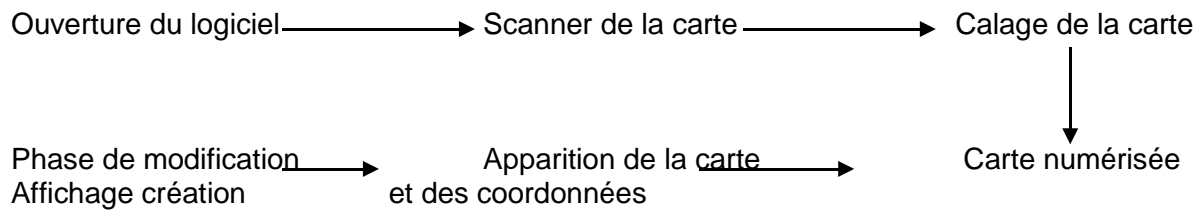


- **Par la méthode avec des logiciel informatique « MAPINFO »**

Dans notre cas, nous avons adopté la méthode « MAPINFO » .

« MAPINFO » est un type de logiciel utilisé pour tout travail sur carte géodésique. Le principe de travail avec ce logiciel est comme suit : tout d'abord MAPINFO transforme une application de traitement de texte ou tableau en un minimapinfo dans lequel on peut créer, afficher, modifier une carte intégrée dans une représentation ou autres. Cela est possible grâce au procédé Objet Linking and Embedding (OLE) par lequel une application serveur comme Mapinfo fournit des informations qui sont stockées dans une application cliente qui accepte les informations O.L.E En outre Mapinfo Map permet d'insérer une fenêtre carte dans toute application gérant les objets O.L.E et d'y utiliser certaines fonctions de Mapinfo pour créer, afficher ou modifier directement une carte. La figure ci-après montre le principe de MAPINFO .

Figure n°8 : principe de Mapinfo



Alors, d'après ce principe, la surface du bassin versant est déterminée

$$S = 1.25 \text{ ha } (0.0125 \text{ Km}^2)$$

VI.1.4 Calcul du périmètre

Pour le calcul du périmètre, on l'a fait de la même façon que la surface du bassin versant

Alors, le périmètre trouvé est :

$$P = 483.33 \text{ m}$$

VI.1.5 Calcul de la pente

La pente d'un bassin versant est donnée par la formule suivante :

$$I = \Delta H / L$$

Avec I : pente moyenne du bassin versant

L : longueur du rectangle équivalent

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

k : coefficient de forme

$$k = (0.28 P) / \sqrt{S}$$

$$k = 1.21$$

D'où

$$L = 166.67 \text{ m}$$

Ce qui entraîne :

$$I = \Delta H / L$$

$$\Delta H = Z_{\max} - Z_{\min}$$

Z_{\max} : Altitude maximale

$$Z_{\max} = 1864 \text{ m}$$

Z_{\min} : Altitude minimale

$$Z_{\min} = 1839 \text{ m}$$

$$\Delta H = 25 \text{ m}$$

$$I = 0.15 \text{ (15\%)}$$

VI.1.6 Calcul du débit de crue

Le débit de crue d'un BV est la quantité d'eau nécessaire à évacuer à la sortie de ce Bassin par unité de temps. La genèse d'une crue relève de caractère extrêmement nombreux tel que : la climatologie, la topographie, la géologie, la couverture du terrain. Il en résulte ainsi plusieurs méthodes pour déterminer le débit de crue d'un BV suivant le nombre de facteurs tenus en compte. Ici on utilise la méthode rationnelle :

$$Q = 0.278 \cdot S \cdot I (t_c, P) C$$

Q : débit de crue du bassin versant [m^3/s]

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

C : coefficient de ruissellement

Tableau n°40 : Valeur du coefficient de ruissellement C

Nature de la couverture	Valeur de C							
	Petits BV de 0 à 10 ha présentant une pente de				BV moyenne de 10 à 40 ha présentant une pente de			
	Moins de 5%	De 5 à 10%	De 10 à 30%	Plus de 30%	Moins de 5%	De 5 à 10%	De 10 à 30%	Plus de 30%
Plate-forme et chaussée de route	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
Terrains dénudés, végétation non courante, terrains déjà attaqués par l'érosion, labours frais	0.8	0.85	0.9	0.95	0.7	0.75	0.8	0.85
Cultures couvrantes, céréales hautes, terrains de parcours, chiendent ras, petite brousse clairsemée	0.75	0.8	0.85	0.9	0.52	0.6	0.72	0.8
Prairies, brousse dense savane arborée	0.7	0.8	0.85	0.9	0.52	0.6	0.72	0.8
Forêt ordinaire en futaie, sous bois touffus	0.3	0.5	0.6	0.7	0.13	0.2	0.25	0.3
Grande forêt primaire	0.2	0.25	0.3	0.4	0.15	0.18	0.22	0.25

Dans notre cas la surface $S = 0.0125 \text{ Km}^2 = 1.25 \text{ ha}$; et la pente $I = 15\%$, donc :
 $C = 0.85$

Calcul de $I(t_c, P)$

$$I(t_c, P) = 28 (t_c + 18)^{-0.763} I(1h, P)$$

t_c : temps de concentration : temps maximal que mettra une goutte d'eau tombée dans le bassin versant pour arriver à l'exutoire

$$t_c = 7,62 (S/i)^{0.5} [\text{mn}] \quad \text{Formule de Ventura}$$

$$t_c = 6,48 (S/L)^{0.33} I^{-0.5} [\text{mn}] \quad \text{Formule de Passini}$$

$$t_c = 2.20 \text{ mn}$$

Avec $I(1h,P) = 0,22 H(24,P) + 56$: appelée intensité linéaire de pluie

P : période de retour

D'après le tableau n°7 dans la première partie ; donnant les normales de précipitation en mm et 1/10 :

$$H(24,P) = 121.7 \text{ mm}$$

$$\text{Soit } I(1h,P) = 0,22 (121.7) + 56$$

$$I(1h,P) = 82,77 \text{ [mm/h]}$$

$$\text{D'ou } I(t_c, P) = 28 \times (2.20 + 18)^{-0.763} \times 82.77$$

$$I(t_c, P) = 233.92 \text{ [mm/h]}$$

Et en fin Q devient :

$$Q = 0.278 \times 0.0125 \times 233.92 \times 0.85$$

$$Q = 0.69 \text{ [m}^3\text{/s]}$$

VI.2 ETUDES DES OUVRAGES

VI.2.1 Etude des fossés

Cette étude consiste à dimensionner d'une façon réfléchie un fossé, telle que le gabarit ainsi adopté répond aux exigences de l'exploitation du dit fossé : c'est-à-dire économiquement moins cher et techniquement admissible .

Tableau n°41 : Analyse multicritère des types de fossé

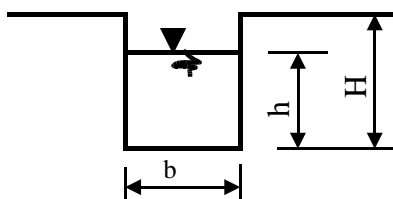
Critères de choix	Fossé en terre		Fossé maçonné	
	rectangulaire	trapézoïdal	rectangulaire	trapézoïdal
Coût	2	2	3	2
Entretien	2	2	3	2
esthétique	2	3	2	3
exécution	3	2	3	2
total	9	9	11	9

Cette analyse permet de choisir le type de fossé maçonné rectangulaire pour les zones

présentant des pentes dit critiques. Cependant, pour une raison économique, le fossé en terre est à recommander pour les zones de faible pente qui ne présentent aucun risque pour l'érosion et en plus la forme trapézoïdale est la plus adaptée .

VI.2.1.1 Calcul de dimensionnement

A - Fossés rectangulaires maçonnés



Q = V W Formule de Manning Strickler

V: vitesse d'écoulement [m/s]

W : section mouillée [m²]

$$W = \left[\frac{Q}{k \beta^{0,5+y} I^{0,5}} \right]^{1/(0,5y+1,25)}$$

$$I = 0,15$$

$$y = 1/k^{0,5}$$

Le coefficient de rugosité k sera

$$K = 71$$

Le fossé est maçonné et jointoyé

$$y = 0,12$$

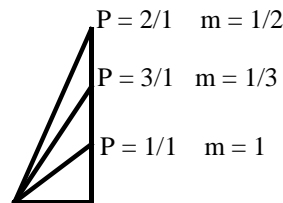
$$\beta = \frac{1}{2(E - m)^{0,5}}$$

$$\xi = 2(m^2 + 1)^{1/2}$$

$$m = 0$$

$$\xi = 2,00$$

$$\beta = 0,35$$



Donc,

$$W = 0,10 \quad [m^2]$$

$$h = \frac{W}{\xi - m}$$

$$h = 0,22 \quad [m]$$

$$H = h + 0,20$$

$$H = 0,42$$

$$\text{soit } \boxed{H = 0,5 [m]}$$

H : profondeur du fossé ;

$$b = h(E - 2m)$$

$$b = 0,44 \quad [m]$$

$$\text{soit } \boxed{b = 0,5 [m]}$$

b : base du fossé ;

$$V = K R^{2/3} I^{0,5} [m/s]$$

R : rayon hydraulique [m] :

$$R = W / \psi$$

 ψ : périmètre mouillé [m] :

$$\psi = b + \xi h$$

$$\psi = 0,89 \quad [m]$$

$$R = 0,11 \quad [\text{m}]$$

$$V = 7,05 \quad [\text{m/s}]$$

Il faut toute fois vérifier que :

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

V_{ens} : Vitesse d'ensablement :

$$V_{\text{ens}} = 0,5 \quad [\text{m/s}] \quad \text{si le terrain traversé est sableux ;}$$

$$0,25 \quad [\text{m/s}] \quad \text{si le terrain traversé est limoneux .}$$

V_{aff} : Vitesse d'affouillement ;

$$V_{\text{aff}} = 8 \quad [\text{m/s}]$$

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

Vérifiée

Tableau n°42 : valeur de K et V_{aff}

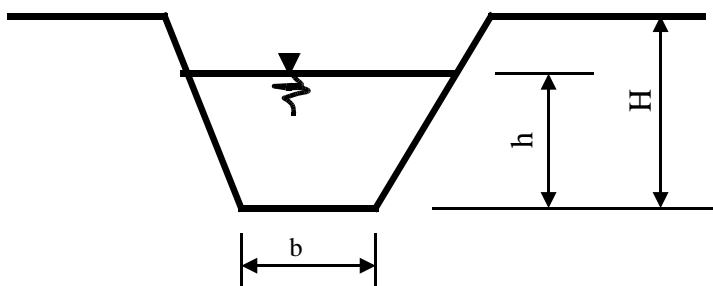
Caractéristique de la surface d'écoulement	Etat de la surface K			Profondeur d'écoulement V_{aff}		
	bien	passable	mauvais	≤ 0.40	1.00	2.00
Sol sableux	50	50	40	0.50	0.60	0.70
Sol argileux	59	56	50	1.00	1.20	1.4
Protection en bois	100	83	71	8.00	10	12
Revêtement en BA :						
• Surface lisse	83	77	-	13	16	19
• Surface rugueuse	71	67	56	6.5	8.00	9.00
Maçonnerie :						
• En pierres jointoyées	71	67	62	6.5	8.00	10
• En pierres sèches	50	45	37	2.5	4	4.5
Gazonnage	33	33	29	1.5	1.8	2.0

La dimension finale du fossé est :

$$b = 0.50 \quad [\text{m}]$$

$$H = 0.50 \quad [\text{m}]$$

B - Fossé trapézoïdal en terre



Données :

Type de fossé : fossé trapézoïdal en terre

Section : $b = 0.5 \text{ m}$

$H = 0.5 \text{ m}$

$m = 0.33$

$l = 0.01$

$K = 50$ (sol argileux, mauvais état de surface)

Calcul du débit évacuable

$Q = V W$ **Formule de Manning Strickler**

Calcul de la section mouillée W

$$W = bh + mh^2$$

$W = 0.09 \text{ [m}^2\text{]}$

Périmètre mouillé ψ

$$\psi = b + \xi h$$

$$\xi = 2(m^2 + 1)^{1/2}$$

$$\xi = 2.11$$

$$\psi = 0.83 \text{ [m]}$$

Rayon hydraulique R

$$R = W / \psi$$

$$R = 0.11 \text{ [m]}$$

Calcul de la vitesse V

$$V = k R^{2/3} l^{0.5}$$

$V = 1.13 \text{ [m / s]}$

Finalement :

$$Q = V.W$$

$Q = 0.102 \text{ [m}^3 \text{ / s]}$

Sachant que la vitesse d'ensablement $V_{\text{ens}} = 0.5 \text{ [m / s]}$ et celle de l'affouillement $V_{\text{aff}} = 1.2 \text{ [m / s]}$, on peut conclure que $V_{\text{ens}} < V < V_{\text{aff}}$. Le fossé peut évacuer le débit $Q = 0.102 \text{ [m}^3 \text{ / s]}$ sans risque d'ensablement ni d'affouillement.

VI.2.2 Etude des dalots

L'étude des dalots consiste à vérifier si le dimensionnement proposé ne pose ni de problème d'ensablement ni de problème d'affouillement, tout en tenant compte de l'aspect économique .

On distingue deux types de fonctionnement des dalots :

- A sortie noyée : qu'on rencontre surtout dans les zones inondables et dans le confluent des rivières ;
- A sortie libre : c'est-à-dire que la sortie de l'eau se trouvant à l'aval du dalot est au-dessous de la chaussée. Et c'est le cas qu'on va traiter .

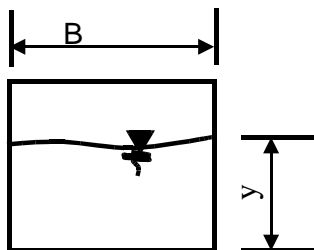
Méthode de dimensionnement :

En général, le dimensionnement suit les étapes suivantes :

- On connaît le débit à évacuer Q ;
- On se donne la valeur de la base B du dalot ;
- On calcule Q^* ;
- On regarde sur la courbe $I^* = f(Q^*)$, la valeur de I^* correspondant à Q^* ;
- On détermine la pente critique I_{cr} .

VI.2.2.1 Calcul de dimensionnement

Hypothèses de calcul



On se donne B ,

On calcule

Q^* ,

$$Q^* = \frac{Q}{(gB)^{0,5}}$$

On détermine $I^* = f(Q^*)$,

D'où,

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

Et finalement , on prend la pente du dalot :

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

CALCUL :

Si on prend :

$$B = 0,80 \quad [m]$$

$$B = 80 \quad [m]$$

Q* devient :

$$Q^* = \frac{Q}{(g B^5)^{0,5}}$$

En prenant

$$g = 9,81$$

$$Q = 0,69 \quad [m^3/s]$$

$$Q^* = 0,38 \quad [m^3/s]$$

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

$$I^* = 3,25 \quad [\%]$$

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

$$k = 67$$

$$I_{cr} = 0,01 \quad [\%]$$

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

$$I = 0,01 \quad [\%]$$

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

$$Q^* = 0,19 \quad [m^3/s]$$

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

$$V^* = 0,39 \quad [m/s]$$

$$V = V^* k I^{0,5} B^{2/3}$$

$$V = 1,26 \quad [m/s]$$

Il faut vérifier qu'il n'y a pas de problème d'affouillement ni d'ensablement

$$V_{ens} = \begin{cases} 0.5 \text{ [m / s]} & \text{Ecoulement sur des fines limoneuses} \\ 0.25 \text{ [m / s]} & \text{Ecoulement sur un sol sableux} \end{cases}$$

$$V_{aff} = 3 \text{ [m / s]}$$

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

Condition de sécurité vérifiéeEn posant $x = y / B$

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

En prenant :

$$x = 0,50$$

$$Q^* = 0,20$$

$$y = x B$$

$$y = 0,40 \text{ [m]}$$

$$H = y + 0.20$$

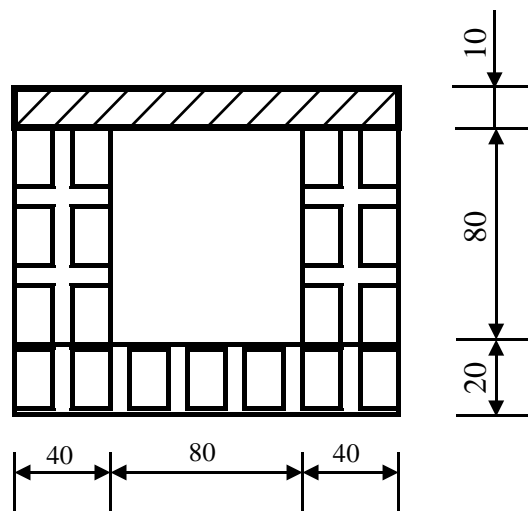
$$H = 0.60 \text{ soit } H = 0.80 \text{ [m]}$$

Finalement, la dimension du dalot sera :

$$B = 0.80 \text{ [m]}$$

$$H = 0.80 \text{ [m]}$$

VI 2.2.2 Calcul des armatures d'un dalot (80 x 80)



VI.2.2.3 Hypothèses de calcul des moments

Fissuration préjudiciable ;

Enrobage 3 [cm] ;

$f_{c28} = 25 \text{ [Mpa]}$ (résistance du béton en compression) ;

Type d'acier Haute Résistance Fe 400 ;

$f_e = 400 \text{ [Mpa]}$: limite d'élasticité de l'acier ;

Béton dosé à 300 Kg/ m^3 (pièce fléchée) .

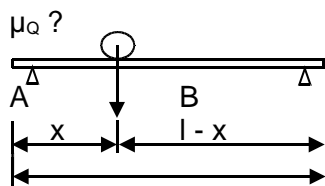
Ce qui conduit le calcul à L'E.L.S (Etat Limite de Service)

On va chercher le moment dit μ_{ser}

$$\mu_{ser} = \mu_G + \mu_Q$$

A – Moment dû au surcharge (μ_Q)

Flexion simple et plane ; charges roulantes (une seule charge)



Equation de la statique

$$\sum F_y = 0 \quad (1)$$

$$\sum F_x = 0 \quad (2)$$

$$\sum \mu/B = 0 \quad (3)$$

$$\sum F_y = A - P + B = 0 \quad (1)$$

$$\sum \mu/B = Al - P(l - x) = 0 \quad (3)$$

$$(3) \quad A = \frac{P(l - x)}{l}$$

$$(1) \quad \frac{P(l - x)}{l} + B - P = 0$$

$$B = \frac{Px}{l}$$

Moment fléchissant μ_f

$$\mu_f = Ax \text{ (au point } x)$$

$$\mu_f = \frac{P(l - x)x}{l}$$

d'ou

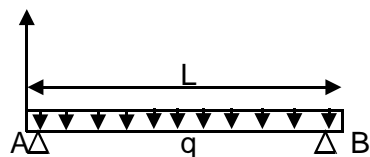
$$\mu_f = \frac{P(lx - x^2)}{l}$$

On va chercher la dérivée

$$\frac{d\mu_f}{dx} = \frac{P(l - 2x)}{l} \quad \text{qui s'annule pour } x = l/2$$

d'ou

$$\mu_{f \max} = \frac{Pl}{4}$$

B – Moment dû à la charge permanente $\mu_Q ?$ **Réaction d'appui**

Equation d'équilibre

$$\sum F_y = 0 \quad (1)$$

$$\sum F_x = 0 \quad (2)$$

$$\sum \mu = 0 \quad (3)$$

$$\sum F_y = A - ql + B = 0 \quad (1)$$

$$\sum \mu / B = Al - ql(l/2) = 0 \quad (2)$$

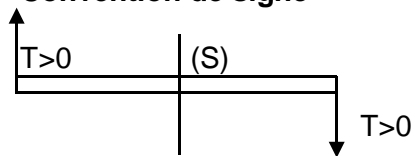
$$A = ql/2$$

de (1)

$$ql/2 - ql + B = 0$$

$$B = ql - ql/2$$

d'où $A = B = ql/2$

Effort tranchant T**Convention de signe**

L'effort tranchant se détermine par la méthode des sections

$$T(x) = \sum_{i=1}^n T_i (\vec{F}_g) = - \sum_{k=1}^n T_k (\vec{F}_d)$$

$T_i (\vec{F}_g)$: effort tranchant produit par les forces extérieures situées à gauche de la section $S(x)$.

$T_k (\vec{F}_d)$: effort tranchant produit par les forces extérieures situées à droite de la section $S(x)$.

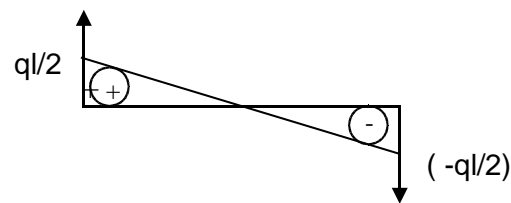
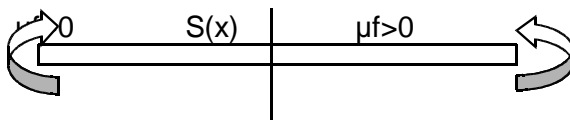
d'où

$$T(x) = A - qx$$

$$\begin{array}{l} T(0) \quad x = 0 \\ T(0) = A = ql/2 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} T(l/2) \quad x = l/2 \\ T(l/2) = A - ql/2 = 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} T(l) \quad x = l \\ T(l) = A - ql = -ql/2 \end{array}$$

DiagrammeMoment fléchissant μ_f **Convention de signe**

Le moment fléchissant dans une section est positif si le moment résultant des forces extérieures situées à gauche de la section est dirigé dans le sens de rotation des aiguilles d'une montre .

Le moment fléchissant dans une section (S) se détermine également par la méthode des sections, en respectant la convention de signe .

$$\mu_{f(x)} = \sum_{i=1}^n \mu_{fi} (F_i g) = - \sum_{k=1}^n \mu_{fk} (F_k d)$$

$\mu_{fi} (F_i g)$: moment des forces situées à gauche de la section (S) d'abscisse x ;
 $\mu_{fk} (F_k d)$: moment des forces situées à droite de la section (S) d'abscisse x .

En plus, on a d'après le théorème de Jouravski

Si un système est soumis à une force répartie $q(x) > 0$

$$\frac{dT}{dx} = q(x) \quad \text{et} \quad \frac{d\mu_f}{dx} = T(x)$$

d'où

$$\mu(x) = Ax - qx(x/2) = qx/2 - qx^2/2$$

$$\mu(0) = 0$$

$$\mu(l/2) = ql^2/8 \quad (\mu_{f \max})$$

$$\mu(l) = 0$$

VI.2.2.4 CalculsMoment μ_{ser} :

$$\mu_{ser} = \mu_G + \mu_Q$$

$$\mu_{ser} = QL^2/8 + Pl/4$$

Calcul des charges

Charge permanente Q

Les charges indiquées dans les normes pour les conditions d'exploitation normale de la structure s'appellent charges caractéristiques (ou normatives) q^c

Multipliant les charges normatives par des coefficients de surcharge appropriés n , on obtient les charges de calcul q

$$q = q^c n$$

Poids de la structure

On a le poids volumique du béton

$$\gamma = 2500 \quad [\text{daN/m}^3]$$

$$\gamma = 2500 \quad [\text{Kg/m}^3]$$

La structure est classée parmi les bétons lourds

$$\gamma > 1800 \quad [\text{Kg/m}^3]$$

$$n = 1,1 \quad (\text{Valeurs de } n \text{ dans l'annexe IV})$$

On a aussi le poids volumique du sol de remblai

$$\gamma = 1,5 \text{ à } 1,7 \quad [\text{T/m}^3]$$

Prenons $\gamma = 1,5$ $[\text{T/m}^3]$

$$\gamma = 1500 \quad [\text{Kg/m}^3]$$

$$\gamma = 1500 \quad [\text{daN/m}^3]$$

$$n = 1,2$$

Par définition, poids volumique veut dire

$$\gamma = \frac{P}{V}$$

Et on veut chercher le poids par mètre linéaire de l'ouvrage pour avoir la charge normative

$$P = \gamma V \quad \text{et}$$

$$V = 1 \cdot l \cdot h$$

Le volume par mètre linéaire du sol de remblai:

$$V = 800000 \quad [\text{cm}^3/\text{m}] \quad (l = 160 [\text{cm}] \text{ et } h = 50 [\text{cm}])$$

Le volume par mètre linéaire du béton:

$$V' = 320000 \quad [\text{cm}^3/\text{m}] \quad (l = 160 [\text{cm}] \text{ et } h = 10 [\text{cm}])$$

Donc, P : Le poids du sol de remblai devient

$$P = 1600 \quad [\text{daN/m}]$$

Ce qui veut dire:

$$q^c = 1200 \quad [\text{daN/m}]$$

Et, P' : Le poids du béton devient

$$P' = 400 \quad [\text{daN/m}]$$

Ce qui entraîne:

$$q^{c'} = 400 \quad [\text{daN/m}]$$

Donc, finalement

$$q = q^c n$$

Taux de charge pour le sol de remblai

$$q = 1440 \quad [\text{daN/m}]$$

$$q = 14.4 \quad [\text{daN/cm}]$$

Taux de charge pour le béton

$$q' = 440 \quad [\text{daN/m}]$$

$$q' = 4.4 \quad [\text{daN/cm}]$$

q^c et n sont dans l'annexe

Il faut noter que $Q = q + q'$

Charge d'exploitation : charges roulantes des véhicules

P: charge maximale d'un essieu

Ici on va prendre $P = 13 \text{ T}$

$$P = 13000 \quad [\text{daN}]$$

Ce qui entraîne

$$\mu_{\text{ser}} = (Q)l^2/8 + Pl/4$$

$$\text{avec } l = 1,6 \quad [\text{m}]$$

$$\mu_{\text{ser}} = 5801.60 \quad [\text{daNm}]$$

$$\mu_{\text{ser}} = 580160,00 \quad [\text{daNcm}]$$

Condition de fonctionnement

$$\mu_{\text{ser}} \leq \mu_{\text{rb}} ?$$

$$\mu_{\text{rb}} = (a_1/2)(1-(a_1/3))bd^2\bar{G}_{\text{bc}}$$

$$\bar{G}_{\text{bc}} = 0,6 f_{\text{c28}} \quad f_{\text{c28}} = 25 \quad [\text{Mpa}]$$

$$\bar{G}_{\text{bc}} = 15 \quad [\text{Mpa}]$$

$$= 150 \quad [\text{daN/cm}^2]$$

$$a_1 = \frac{15 \bar{G}_{\text{bc}}}{15 \bar{G}_{\text{bc}} + G_s}$$

$$G_s = \text{Min}\{2/3 f_e; \max(0,5 f_e; 110 \sqrt{nf_{\text{t28}}})\}$$

$$\text{Acier en Fe E400} \quad f_e = 400 \quad [\text{Mpa}]$$

$$\text{HR} \quad \begin{matrix} \varnothing \geq 6\text{mm} \\ 110 \sqrt{nf_{\text{t28}}} = 201,6 \end{matrix} \quad n = 1.6 \quad [\text{Mpa}]$$

$$G_s = \text{Min}\{266,67; \max(200; 201,6)\}$$

$$G_s = 201,6 \quad [\text{Mpa}]$$

$$= 2106 \quad [\text{daN/cm}^2]$$

$$a_1 = 0,53$$

$$d = h - 3 \quad (3 \text{ [cm] enrobage})$$

$$d = 7,00 \quad [\text{cm}]$$

$$b = 450,00 \quad [\text{cm}]$$

$$\mu_{\text{rb}} = 718885,19 \quad [\text{daNcm}]$$

$$\mu_{ser} \leq \mu_{rb} \quad \text{VRAI}$$

⇒ **Section simplement armée**

$$A_u = \frac{\mu_{ser}}{d(1 - (a_1/3))} G_s$$

$$A_u = 47,75 \quad [\text{cm}^2]$$

$$f_{c28} = 25 \quad [\text{Mpa}]$$

$$= 250 \quad [\text{daN/cm}^2]$$

$$f_{t28} = 0,6 + 0,06 f_{c28}$$

$$f_{t28} = 15,6 \quad [\text{daN/cm}^2]$$

$$\frac{A_u}{bd} \geq \frac{0,23 f_{t28}}{f_e} \quad \text{VRAI}$$

Donc : $A = A_u = 47,75 \quad [\text{cm}^2]$

Condition de non fragilité

$$h = 10 \quad [\text{cm}]$$

$$A \geq 0,001bh \quad \text{VRAI} \quad (\text{Règle du millième})$$

La condition de non fragilité est vérifiée

La quantité des armatures longitudinales dans la section d'une pièce est évaluée à l'aide de la proportion μ ou du pourcentage d'armature

$$\mu\% = \frac{100A}{bd}$$

$$\mu\% = 1,52 \quad 0,20\% \leq \frac{\text{section d'armature}}{\text{section du béton}} \leq 4\%$$

Calcul des contraintes et de la vérification y afférente

$$G_{bc} = \frac{\mu_{ser} y_1}{I_1}$$

$$y_1 = a_1 d$$

$$y_1 = 3,69 \quad [\text{cm}]$$

$$I_1 = \frac{bh^3}{12}$$

$$I_1 = 37500,00 \quad [\text{cm}^4]$$

$$G_{bc} = 57,12 \quad [\text{daN/cm}^2]$$

$$G_{bc} \leq \bar{G}_{bc} \quad \text{VRAI}$$

$$G_s = \frac{15\mu_{ser}(d-y_1)}{I_1}$$

$$G_s = 767,67 \quad [\text{daN/cm}^2]$$

$$G_s \leq \bar{G}_s \quad \text{VRAI}$$

Les conditions de non fragilité et de sécurité sont vérifiées

Section d'armature longitudinale et d'armature transversale

$$A = 47,75 \quad [\text{cm}^2]$$

D'après le tableau des sections-poids-perimètres nominaux, on a

Pour les armatures longitudinales

$$10 \varnothing 20 + 9 \varnothing 16 = 49,58 \quad [\text{cm}^2]$$

L'espacement horizontal des armatures longitudinales (e_h)

$$e_h \leq \max(\varnothing_{\text{Imax}}, 4\text{cm})$$

$$\varnothing_{\text{Imax}} = 2 \quad [\text{cm}] \quad (20\text{mm})$$

$$e_h \geq 4 \quad [\text{cm}]$$

$$e_h = \frac{450 - ((4 \cdot 2) + (10 \cdot 2) + (8 \cdot 1,6))}{17}$$

$$e_h = 24,07 \quad [\text{cm}]$$

$$e_h \geq 4\text{cm} \quad \text{VRAI}$$

$$\text{Soit } e_h = 24 \quad [\text{cm}]$$

Pour l'armature transversale

$$\varnothing_t \geq \varnothing_l / 3$$

$$\varnothing_t \geq 20 / 3$$

$$\varnothing_t \geq 6,67$$

On va prendre :

$$\varnothing_t = 10 \quad [\text{mm}]$$

Espacement t

$$t \leq \bar{t} = \min \begin{cases} t_1 = (100 \varnothing_t - 15 \varnothing_{\text{Imax}}) (2 - (G_{bc} / \bar{G}_{bc})) \\ t_2 = 15 \varnothing_{\text{Imin}} (2 - (G_{bc} / \bar{G}_{bc})) \end{cases}$$

$$t \leq \bar{t} = 38,86 \quad [\text{cm}]$$

$$\text{Soit } t = 20 \quad [\text{cm}]$$

VI.2.3 Etude des dalles**VI.2.3.1 Calcul des armatures**

D'après ce qu'on a vu précédemment, le moment μ_{ser} :

$$\mu_{ser} = \mu_G + \mu_Q$$

$$\mu_{ser} = ql^2/8 + Pl/4$$

Poids de la structure

On a le poids volumique d'un béton armé

$$\gamma = 2500 \quad [\text{daN/m}^3]$$

$$\gamma = 2500 \quad [\text{Kg/m}^3]$$

La structure est classée parmi les bétons lourds

$$\gamma > 1800 \quad [\text{Kg/m}^3]$$

$$n = 1,1$$

Par définition, poids volumique veut dire

$$\gamma = \frac{P}{V}$$

Et on veut chercher le poids par mètre linéaire de l'ouvrage pour avoir la charge normative

$$P = V \gamma \quad \text{et } V = l \cdot h \quad (l = 100 \text{ [cm] et } h = 15 \text{ [cm]})$$

$$V = 75000 \quad \text{cm}^3$$

Donc, P devient

$$P = 188 \quad [\text{daN/m}]$$

Ce qui veut dire:

$$q^c = 188 \quad [\text{daN/m}]$$

Donc, finalement, on a :

$$q = q^c n$$

$$q = 206,25 \quad [\text{daN/m}]$$

$$= 2,0625 \quad [\text{daN/cm}]$$

Charge d'exploitation : charges roulantes des véhicules

P: charge maximale d'un essieu

Ici on va prendre $P = 13 \text{ T}$

$$P = 13000 \quad [\text{daN}]$$

Ce qui entraîne

$$\mu_{ser} = ql^2/8 + Pl/4 \quad \text{avec } l = 1 \quad [\text{m}]$$

$$\mu_{ser} = 3275,78 \quad [\text{daNm}]$$

$$\mu_{ser} = 327578,13 \quad [\text{daNcm}]$$

Condition de fonctionnement

$$\mu_{ser} \leq \mu_{rb} \quad ?$$

$$\mu_{rb} = (a_1/2)(1-(a_1/3))\bar{b}d^2\bar{G}_{bc}$$

$$\bar{G}_{bc} = 0,6 f_{c28} \quad f_{c28} = 25 \quad [\text{Mpa}]$$

$$G_{bc} = 15 \quad \text{Mpa} \quad = 150 \quad [\text{daN/cm}^2]$$

$$a_1 = \frac{15 G_{bc}}{15 G_{bc} + G_s}$$

$$G_s = \text{Min}\{2/3 f_e; \max(0,5 f_e; 110 \sqrt{nf_{t28}})\}$$

$$\text{Acier en Fe E400} \quad f_e = 400 \quad [\text{Mpa}]$$

$$\text{HR} \quad \varnothing \geq 6\text{mm} \quad n = 1,6$$

$$110 \sqrt{nf_{t28}} = 201,6$$

$$\bar{G}_s = \text{Min}\{266,67; \max(200; 201,6)\}$$

$$\bar{G}_s = 201,6 \quad [\text{Mpa}]$$

$$= 2106 \quad [\text{daN/cm}^2]$$

$$a_1 = 0,53$$

$$d = h - 4 \quad (4 \text{ [cm] enrobage})$$

$$d = 11,00 \quad [\text{cm}]$$

$$b = 50,00 \quad [\text{cm}]$$

$$\mu_{rb} = 197245,14 \quad [\text{daNcm}]$$

$$\mu_{ser} \leq \mu_{rb} \quad \text{FAUX}$$

⇒ Section doublement armée

$$A_1 = \frac{\mu_{rb}}{d(1 - a_1/3)G_s}$$

$$A_1 = 10,33 \quad [\text{cm}^2]$$

$$A' = \frac{\mu_{ser} - \mu_{rb}}{G_{sc}(d-d')}$$

$$G_{sc} = \frac{15G_{bc}(y_1-d')}{y_1}$$

$$y_1 = a_1 d$$

$$y_1 = 5,80 \quad [\text{cm}]$$

$$d' = 3,00 \quad [\text{cm}]$$

$$G_{sc} = 1086,55 \quad [\text{daN/cm}^2]$$

$$A' = 14,99 \quad [\text{cm}^2]$$

$$A_2 = \frac{\mu_{ser} - \mu_{rb}}{G_s(d-d')}$$

$$A_2 = 7,74 \quad [\text{cm}^2]$$

$$A = A_1 + A_2$$

$$A' = 14,99 \quad [\text{cm}^2]$$

$$A = 18,07 \quad [\text{cm}^2]$$

condition de non fragilité

$$h = 15 \quad [\text{cm}]$$

$$b = 50 \quad [\text{cm}]$$

$$A \geq 0,001bh \quad \text{VRAI} \quad (\text{Règle du millième})$$

La condition de non fragilité est vérifiée

La quantité des armatures longitudinales dans la section d'une pièce est évaluée à l'aide de la proportion μ ou du pourcentage d'armature

$$\mu\% = \frac{100A}{bd}$$

$$\mu\% = 3,28$$

$$0,20\% \leq \frac{\text{section d'armature}}{\text{section du béton}} \leq 4\%$$

Calcul des contraintes et de la vérification y afférente

$$G_{bc} = \frac{\mu_{ser} y_1}{I_1}$$

$$y_1 = a_1 d$$

$$y_1 = 5,80 \quad [\text{cm}]$$

$$I_1 = \frac{bh^3}{12}$$

$$I_1 = 14062,50 \quad [\text{cm}^4]$$

$$G_{bc} = 135,15 \quad [\text{daN/cm}^2]$$

$$G_{bc} \leq \bar{G}_{bc} \quad \text{VRAI}$$

$$G_s = \frac{15\mu_{ser}(d-y_1)}{I_1}$$

$$G_s = 1816,38 \quad [\text{daN/cm}^2]$$

$$G_s \leq \bar{G}_s \quad \text{VRAI}$$

Les conditions de non fragilité et de sécurité sont vérifiées

Section d'armature longitudinale et d'armature transversale

$$A = 18,07 \quad \text{cm}^2$$

$$A' = 14,99 \quad \text{cm}^2$$

D'après le tableau des sections-ponds-perimètres nominaux, on a

Pour l'armature tendue

$$3 \varnothing 25 + 2 \varnothing 16 = 18,75 \quad [\text{cm}^2]$$

Pour l'armature comprimée

$$3 \varnothing 25 + 2 \varnothing 8 = 15,73 \quad [\text{cm}^2]$$

$$e_h \geq \max(\varnothing_{\max}, 4\text{cm})$$

$$e_h \geq 4 \quad [\text{cm}]$$

$$e_h = \frac{50 - ((4 \cdot 2) + (3 \cdot 2,5) + (2 \cdot 1,6))}{4}$$

$$e_h = 7,83 \quad [\text{cm}]$$

$$e_h \geq 4 \quad [\text{cm}] \quad \text{VRAI}$$

Soit :

$$e_h = 8 \quad [\text{cm}]$$

Pour l'armature transversale

$$\varnothing_t \geq \varnothing_l / 3$$

$$\varnothing_t \geq 25/3$$

$$\varnothing_t \geq 8,33$$

On va prendre

$$\varnothing_t = 10 \quad [\text{mm}]$$

$$= 1 \quad [\text{cm}]$$

Espacement t

$$t \leq \bar{t} = \min \begin{cases} t_1 = (100 \varnothing_t - 15 \varnothing_{l\max}) (2 - (G_{bc}/G_{bc})) \\ t_2 = 15 \varnothing_{l\min} (2 - (G_{bc}/G_{bc})) \end{cases}$$

$$\varnothing_{\max} = 25 \quad [\text{mm}] = 2,5 \quad [\text{cm}]$$

$$\varnothing_{l\min} = 16 \quad [\text{mm}] = 1,6 \quad [\text{cm}]$$

$$t \leq \bar{t} = 26,38 \quad [\text{cm}]$$

Soit

$$t = 15 \quad [\text{cm}]$$

VI.2.4 Murs de soutènement

Le mur de soutènement est un ouvrage dressé verticalement. Ce mur n'intéresse qu'indirectement la sécurité de la route mais il n'y participe qu'en maintenant la stabilité de son environnement .

Nous avons supposé jusqu'ici qu'il était possible de donner aux talus une inclinaison suffisante pour diminuer l'importance des terrassements et pour réduire les surfaces d'emprise : on utilise alors les murs de soutènement

Il est nécessaire d'établir un mur de soutènement du côté où le profil est en déblai et si le terrain est de mauvaise qualité

Les murs de soutènement sont construits en maçonnerie, en béton ou en béton armé. Ils sont complétés par des drains en pierres cassées qui assainissent le terrain et évitent que l'eau d'infiltration se mette en charge derrière le mur en augmentant la poussée. Les eaux sont évacuées par des barbacanes ménagées dans le mur :

La stabilité d'un mur de soutènement dépend :

- De sa disposition générale ;
- De la forme et de la hauteur libre qui le couronne ;
- De la nature des remblais caractérisés par leur poids et leur angle de talus naturel ;
- De la surcharge supportée par la structure .

VI.2.4.1 Les différents types d'ouvrage de soutènement

Il existe de très nombreux types d'ouvrages de soutènement destinés à résister à la poussée de terre : tels que :

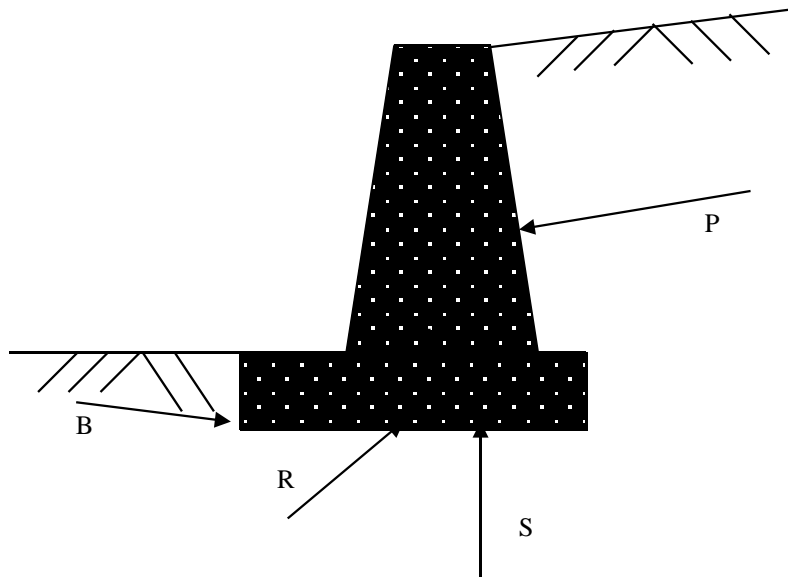
- Les murs poids : généralement construits en maçonnerie de moellon ; ils s'opposent à la poussée de terre par leur propre poids et ils constituent plus de 95% des ouvrages de soutènement
- Les murs cantilevers : composés d'un mur frontal encastré dans la semelle supportant une partie du massif et qui contribue à la stabilité de l'ouvrage. Ils sont en béton armé
- Les rideaux de palplanche : la poussée de terre est absorbée par la butée de pied et par un tirant éventuel. Ce sont des ouvrages de soutènement flexibles
- Les murs en terre armée

VI.2.4.2 Les forces agissantes

Généralement, il existe 5 forces qui exercent sur le mur poids

- Le poids propre G ;
- La force de poussée P ;
- La force de butée B ;
- La réaction du sol R ;
- La force de sous-pression due à l'eau .

Figure n°9 : Les forces agissantes sur le mur de soutènement



VI.2.4.3 Détermination de la poussée et de la butée

La théorie de Rankine a étudié l'équilibre d'un massif pulvérulent pesant et non chargé. Les principaux résultats de cette théorie sont les suivants :

- La distribution des contraintes de poussée ou de butée sur l'écran est triangulaire ;
- L'obliquité des contraintes sur l'écran est telle que $\delta = f(\beta, \lambda)$.

En valeur absolue, δ , peut varier entre 0 et φ (angle de frottement interne du sol). Le signe dépend du sens de mouvement relatif de l'écran et du coin de glissement qui est la fraction du massif comprise entre le mur et la fissure (dans les problèmes de poussée de terre sur les murs de soutènement, δ est généralement positif)

- ❖ $\delta = 0$ si l'écran est parfaitement lisse
- ❖ $\delta = + \varphi$ si l'écran est parfaitement rugueux

Dans les cas les plus usuels (mur gravitaire, parement intérieur rectiligne), on adopte en général pour δ une valeur égale à $2/3 \varphi$

Cas de la poussée

Si le parement intérieur du mur est rectiligne, si la surface du terre-plein est également rectiligne, s'il n'y a pas de surcharge et si le remblai est pulvérulent et homogène, le schéma de Boussinesq convient pour la description de la rupture.

Dans certains cas particuliers, le schéma de Boussinesq se réduit à celui de Rankine, par exemple dans les cas très fréquents d'un parement vertical et d'un terre-plein horizontal, lors qu'on néglige le frottement entre le mur et le remblai.

L'action du sol sur l'écran se traduit par la contrainte :

$$P = k \cdot \gamma \cdot h^2 / 2$$

P : poussée ;

γ : poids volumique du sol ;

h : hauteur du parement ;
 k : coefficient de poussée (déterminé en fonction de λ et de β , ici dans notre cas λ et de β sont nuls)
 $k = \tan^2[(P/4) - (\varphi/2)]$ (Rankine)

$$k = \frac{\cos^2(\varphi - \lambda)}{\cos(\lambda + \delta)} \times \frac{1}{\left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta)\sin(\varphi - \beta)}{\cos(\lambda + \delta)\cos(\beta - \lambda)}} \right]} \quad (\text{Poncelet})$$

φ : angle de frottement interne ;
 λ : angle que fait le parement intérieur avec la verticale ;
 β : angle que fait le terre-plein avec l'horizontale ;
 δ : obliquité des contraintes au contact du massif et de l'écran .

Cas de la butée

La contrainte de poussée passive sur l'écran est donnée par la relation :

$$B = k' \cdot \gamma \cdot h'^2/2$$

k' : coefficient déterminé par :

$$k' = \frac{1 + \sin \varphi}{1 - \sin \varphi} = \tan^2[(P/4) + (\varphi/2)]$$

V.2.4.4 Stabilité des murs poids

Il faut vérifier la stabilité du mur à l'égard du renversement, du glissement et s'assurer la résistance du terrain

A – Condition de non glissement

Il faut comparer :

- la composante T de la résultante de R dans le plan de fondation (en général, composante horizontale) ;
- la résistance que le terrain de fondation est capable d'opposer au glissement à savoir .

$$aB + N \tan \delta$$

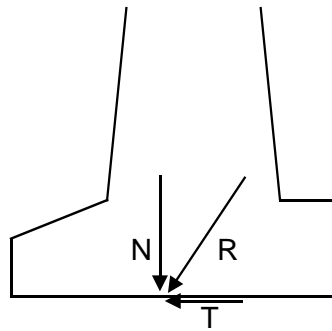
B : largeur de la base de fondation ;

N : composante de R normale au plan de cette fondation ;

a et δ caractéristiques d'adhérence et de frottement au contact du terrain de fondation et du mur ;

a : adhésion sol- mur ;

δ : obliquité de la contrainte sur l'écran .



Le coefficient de sécurité au glissement est égal à :

$$\frac{aB + N \tan \delta}{T}$$

Ce coefficient doit être au moins égal à 1.5 si l'on néglige l'action des terres à gauche du mur. Si l'on tient compte de la butée, il faut être plus sévère et exiger un coefficient ≥ 2 .

Certains auteurs admettent que les caractéristiques d'adhérence et de frottement à prendre en compte soit simple la cohésion et l'angle de frottement interne.

$\tan \delta = 0.25$ pour un sol en argile humide ;

$\tan \delta = 0.30$ pour un sol sec et sableux ;

$\tan \delta = 0.40$ pour les sables ;

$\tan \delta = 0.50$ pour les graviers .

B – Condition de non renversement

On localise arbitrairement l'axe de rotation du mur au droit de l'arête extérieur de la fondation et l'on compare les moments par rapport à cette axe :

- d'une part la force stabilisante qu'est le poids du mur ;
- d'autre part les forces renversantes qui sont la poussée des terres et l'action de l'eau .

Le rapport de ces moments est le coefficient de stabilité au renversement qui doit être au moins égal à 1.5. La pratique montre qu'il est inutile de vérifier cette stabilité au renversement si la résultante R du poids du mur et de la poussée se trouve au tiers central de la base de fondation .

C – Condition de non poinçonnement

On compare la charge admissible notée σ_{adm} avec la contrainte σ appliquée calculée au 3 / 4 de la longueur comprimée l du sol de fondation ; telle que :

$$\sigma_{adm} \geq \sigma$$

Dans les cas où la charge est excentrée et si la semelle est dite quelconque (qui n'est pas filante), on a :

$$\sigma_{adm} = \gamma \cdot D + \frac{[1 - 0.2(B_e / L)] [(\gamma \cdot B_e) / 2] N_\gamma + \gamma \cdot D (N_q - 1) + [1 + 0.2(B_e / L)] c N_c}{3}$$

On considère dans ce cas que la charge est centrée sur une base B_e telle que :

$B_e / 2 = (B / 2) - e$; ce veut dire que : $B_e = B - 2e$

B : largeur de la base ;

N_γ , N_q , N_c : trois facteurs de capacité portante qui ne dépendent que de φ ;

D : profondeur de la semelle (par rapport à surface du terrain naturel) ;

e : excentricité définie en fonction de la nature du sol de fondation ;

$0 < e < B / 6$: si le sol se repose sur un terrain de fondation normale ;
 $e < B / 4$: si le sol se repose sur des rochers ;
 $e \approx 0$: si le sol est très compressible .

$$\sigma = [(3\sigma_2) - \sigma_1] / 4$$

$$\sigma_1 = (G / B) [1 - (6.e / B)]$$

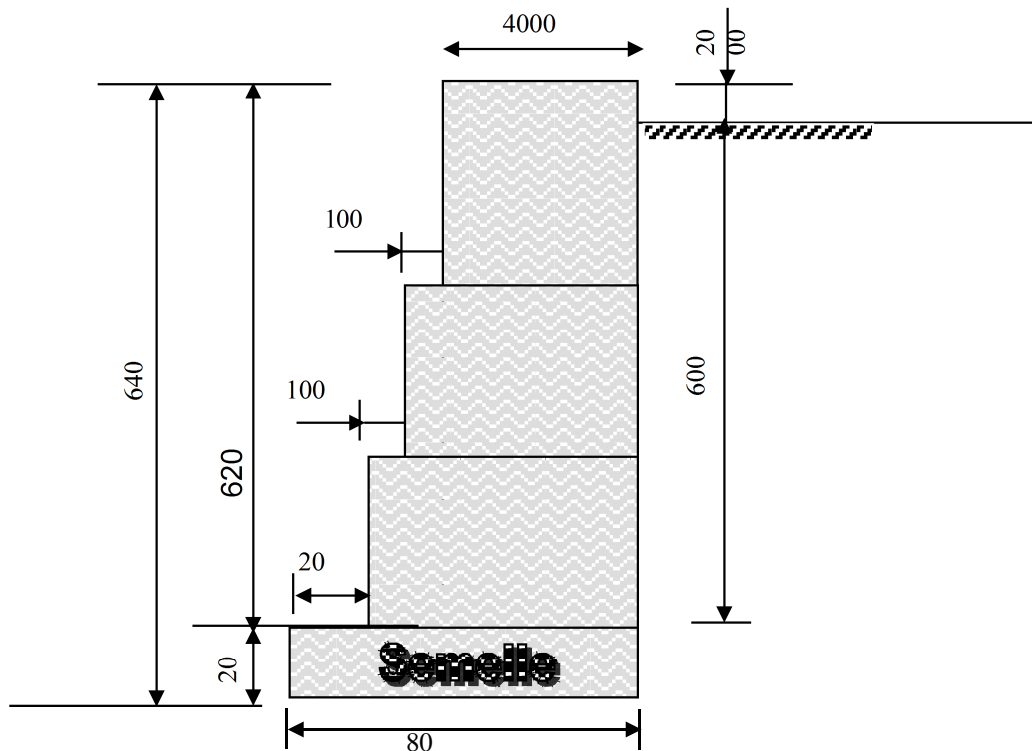
$$\sigma_2 = (G / B) [1 + (6.e / B)]$$

Tableau n°43 : facteurs de capacité portante (N_γ , N_q , N_c) selon Caquot

φ	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
N_γ	0	0.2	1.0	2.3	5.0	10.4	21.8	47.9	113	299
N_q	1.0	1.6	2.5	3.9	6.4	10.7	18.4	33.3	64.2	134.9
N_c	5.1	6.5	8.3	11.0	14.8	20.7	30.1	46.1	75.3	133.9

V.2.4.5 Calculs

Figure n°10 : Dimensions du mur



DONNEES

Angle du terre-plein avec l' horizontal

$$\beta = 0 \quad [^\circ]$$

Cohésion

$$C = 0,8$$

Angle de frottement interne

$$\varphi = 40 \quad [^\circ]$$

Poids volumique du sol :

$$\gamma_s = 1\,800 \quad [\text{daN/m}^3]$$

Sol de galet humide

Résistance caractéristique du sol :

$$\sigma_{\text{sol}} = 0,40 \quad [\text{Mpa}]$$

Coefficient de frottement admissible du sol de fondation :

$$f = 0,30$$

Poids volumique d' une maçonnerie de moellon
Longueur de l' ouvrage

$$\begin{aligned}\gamma_m &= 2100 & [\text{daN/m}^3] \\ L &= 10 & [\text{m}]\end{aligned}$$

HYPOTHESE**Coefficient de poussée**

$$K = \frac{\cos^2 \beta}{(1 + \sqrt{(\sin \phi \sin(\phi + \beta) / \cos \beta)})^2}$$

$$K = 0,147$$

STABILITE DU MUR**Calcul des efforts:**

Composante horizontale

Poussée de terre

$$\begin{aligned}P &= \frac{K \times G \times h^2}{2} \\ P &= 4\,763 & [\text{daN/m}]\end{aligned}$$

Composante verticale**Poids de l'ouvrage**

$$G_m = G / V$$

V : volume

G : poids de l' ouvrage

$$\begin{aligned}V &= \sum v_i & v_i &= L \times l_i \times h_i \\ v_1 &= 8,80 & [\text{m}^3] \\ v_2 &= 10,00 & [\text{m}^3] \\ v_3 &= 12 & [\text{m}^3] \\ V_s &= 2 & [\text{m}^3]\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V &= 32,4 & [\text{m}^3] \\ G &= \gamma \times V \\ &= 68040 & [\text{daN}]\end{aligned}$$

Sécurité au glissement :

Le coefficient de sécurité au glissement est :

$$\frac{aB + N \tan \delta}{T} = 7.71$$

$7.71 \geq 1.5$

La condition de glissement est vérifiée

Sécurité au renversement :

Distance de la centre de gravité du mur par rapport au point A

$$\begin{aligned}d &= \frac{\sum S_i x_i}{\sum S_i} \\ d &= 0,53 & [\text{m}]\end{aligned}$$

Moment de renversement par rapport au point A

$$\begin{aligned}M_r &= Q \times h/3 \\ M_r &= 9843,53 & [\text{Nm}]\end{aligned}$$

Moment de stabilité par rapport au point A

$$\begin{aligned}M_s &= M \times d \\ M_s &= 36\,061 & [\text{Nm}]\end{aligned}$$

$$\frac{M_s}{M_r} = 3.66 \geq 1,50$$

La condition de non renversement est aussi vérifiée

Sécurité au poinçonnement :

D'après les formules qu' on a vu précédemment, on a trouvé les valeurs suivantes :

$$e = 0.13 \quad [m]$$

$$Be = 0.5 \quad [m]$$

$$\sigma_1 = 212.63 \quad [daN/m]$$

$$\sigma_2 = 16797.38 \quad [daN/m]$$

$$\sigma_{adm} = 26072.59 \quad [daN/m]$$

$$\sigma = 12651.19 \quad [daN/m]$$

$\sigma_{adm} \geq \sigma \quad \text{VRAI}$
--

On peut donc conclure que l'ouvrage est parfaitement stable et ne présente aucun risque de renversement, de glissement, et de poinçonnement

CHAPITRE VII ETUDES SUR L'ENVIRONNEMENT

Comme les autres études qu'on a vues précédemment, l'étude sur l'environnement est aussi indispensable dans une réalisation d'un projet de construction ou d'un projet de réhabilitation routière. En premier lieu, l'environnement ou plus particulièrement la nature va porter son influence à la route, c'est à dire les phénomènes naturels comme la pluie, le vent, les eaux souterraines et globalement les intempéries. En second lieu, la route aussi va influencer le milieu environnemental : en commençant lors de la phase d'exécution des travaux, des conséquences nuisibles pourraient apparaître sur le plan naturel et sur le plan social. Mais tout ça va sûrement s'améliorer lorsque la phase d'exécution sera terminée puisque la route est belle et bien construite, donc propre et doté d'un système d'aménagement et d'assainissement en parlant des ouvrages de franchissement, des ouvrages d'assainissement .

VII.1 LES IMPACTS DE L'ENVIRONNEMENT SUR LAROUTE

VII.1.1 Le milieu naturel

Dans la première partie, chapitre I, on a pu constater les conditions géologiques et climatiques de la région. Sur le plan géologique, du point de vue relief, la région est dominée par des chaînes de montagne dépassant l'altitude de 900 m et peut même atteindre jusqu'à plus de 1800 m, donc un relief très varié. Ce qui veut dire que la future route aura à faire à des pentes très fréquente et peut être des pentes assez fortes dépassant la norme (pente admissible pour une route : 12%) ; ce qui veut dire aussi que la descente d'eau venant des montagnes sera à une vitesse très rapide et ce qui n'est pas préférable pour un projet routier d'autant plus que la route est en terre . Du point de vue végétation, la grande majorité du terrain est couvert par des brousses clairsemés qui peuvent être facilement porter par les eaux de ruissellement. En effet, des éboulements et des érosions pourront attaquer la futur route et ce qui seront nuisibles et même dangereux pour les usagers. Sur le plan climatique, la région comporte deux saisons bien individualisées : une saison pluvieuse et moyennement chaude, de Novembre à Mars, et une autre fraîche et relativement sèche, durant le reste de l'année. Les températures ne présentent pas trop de risques pour la chaussée. Mais pour la pluviométrie de la région, elle est assez inquiétante pour une route en terre, car les précipitations restent importantes, avec un maximum de 1528.3 mm en 116 jours .

IV.1.2 Le milieu social

En général, les zones rurales sont encore plus salubre que les zones urbaines. Alors il n'y a pas de quoi à s'inquiéter pour les déchets humains car la population est très dispersée en milieu rural ; pour les déchets ménagers spéciaux (piles, peintures, solvants médicaments, huile vidange ...), comme le projet se localise dans une zone rurale retardée, ces déchets sont encore presque inexistants ; mais pour les autres déchets (déchets liés aux marchés et à l'élevage en particulier) des précautions devront être prises parce que ces déchets peuvent gêner les infrastructures routières. Donc, une augmentation du niveau d'instruction, des éducations culturelles, sensibilisation et conscientisation de la population à partir de la base familiale devront être restaurées .

VII.2 LES IMPACTS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT

Durant la phase d'exécution des travaux, les impacts seront généralement négatifs. Car, le projet en question est une réhabilitation d'une route en terre, pour dire que la pollution dans les zones concernées sera plus accentuée qu'auparavant : des véhicules lourds qui vont circuler très fréquemment et qui vont polluer, des poussières venant des matériaux, que ce soit matériau existant ou que ce soit matériau d'apport, vont nuire le milieu environnant .

Cependant, dès que le projet touche à sa fin, toutes ces conséquences néfastes s'effaceront ou plutôt se diminueront car la route est bien arrangée et bien propre et munie même des système d'aménagement et d'assainissement. Par conséquent, le milieu environnant bénéficiera un environnement sain, propre et bien équipé .

Les conséquences les plus importantes du projet seront :

- le désenclavement des communes isolées ;
- amélioration des accès touristiques et découverte des nouveaux sites touristiques ;
- développement sur le plan éducationnel, culturel et surtout social de la région concernée ;
- nouvel accès des infrastructures sanitaires ;
- accroissement des activités économiques .

IV.3 PLAN DEGESTION ENVIRONNEMENTALE

Quelques dispositions peuvent être envisagées à moyen terme pour résoudre dans un premier temps les divers problèmes liés à la préservation et conservation de l'environnement ; thème d'actualité

- une augmentation du niveau d'instruction, des éducations culturelles, sensibilisation et conscientisation de la population à partir de la base familiale devront être restaurée ;
- création de voirie primaire structurant desservant les zones d'habitat et d'équipement ;
- aménagements aménagement des territoires ;
- viabilisation, équipement et maîtrise de la densification dans les régions denses d'habitat ;
- protéger les zones agricoles, les zones sensibles et créer des couvertures vertes rurales ;
- mettre en place un système d'adduction d'eau .

TROISIEME PARTIE

ETUDE FINANCIERE

CHAPITRE I : NOTION DE RENDEMENT

I Définitions

PRIDUCTION

C'est la quantité de travail obtenue par la conjugaison d'un ensemble de moyens considérés comme facteurs déterminants de la production Exemple 2000 m3 de remblai effectué en 4jours par un engin de terrassement .

RENDEMENT

C'est le nombre résultant du quotient de la quantité de travaux par le nombre mesurant les facteurs mis en présence pour obtenir cette production Exemple rendement de l'engin de l'exemple ci-dessus $2000/4 = 500 \text{ m3/jour}$.

A - RENDEMENT INDIVIDUEL

Capacité

Le rendement individuel à retenir correspond à la quantité de travail qui peut être effectuée sans causer de fatigue excessive, étant entendu que le travailleur prend régulièrement des période de repos nécessaire pour se maintenir en forme, tant pour son bien-être physique que moral. Les principaux facteurs du rendement individuel sont récapitulés et commentés dans le tableau ci-après :

Tableau n°44 : Facteurs affectant le rendement individuel

Facteurs	Commentaires
Age	Les hommes dans la force de l'âge (18 – 45 ans ont généralement un meilleur rendement
alimentation	La nourriture quotidienne doit comporter une quantité suffisante de calories
Température et humidité	Le rendement est meilleur lorsque les travaux sont effectués dans la fraîcheur du jour
Acclimatation et adaptation	Il faut plusieurs jours à un travailleur pour s'habituer àtravail
santé	Observer une bonne hygiène pour éliminer les maladies et organiser des visites médicales périodiques

Motivation :

Une haute productivité est un signe évident de bonne santé et de bon moral. Un bon moral dépend principalement de la confiance que peut mettre le travailleur dans l'organisation du chantier et du paiement correct et régulier pour la bonne exécution du travail qui lui est demandé pour le résultat qu'il peut attendre. Quelques uns des principaux facteurs qui conditionnent le moral et la motivation sont récapitulés dans le tableau ci-après :

Tableau n°45 : Facteurs conditionnant la motivation

Facteurs	Commentaires
Commandement	Dans un chantier routière, l'entreprise doit observer lui-même une discipline exemplaire, son intégrité, sa compétence, sa loyauté, sa justice, son sens humain doivent être incontestables. Il doit donner des instructions claires et rationnelles au chef de chantier pour qu'il puisse bien répartir le travail
Communication	Toute communication doit permettre le dialogue : <ul style="list-style-type: none"> - pour discuter des problèmes d'organisation - pour expliquer les raisons des décisions prises - pour discuter des problèmes du travailleur
Psychologie	On doit respecter la dignité personnelle des travailleurs et reconnaître l'intérêt de leur travail ; prévoir des possibilités d'épanouissement et de promotion
Discipline	Les normes requises doivent être atteintes en développant, en accord avec les travailleurs, un esprit d'autodiscipline et la fierté du travailleur bien fait
Incitation financière	La productivité est maximale lorsque le paiement est en rapport direct avec les résultats obtenus

B - RENDEMENT D'UNE EQUIPE

Le rendement d'une équipe est fonction :

- du rendement des individus qui la composent ;
- du rendement de chaque poste de travail ;
- des objectifs donnés à l'équipe ;
- des matériels utilisés ;
- des méthodes de travail ;
- de la composition de l'équipe ;
- du savoir faire du chef d'équipe .

De tous ces facteurs, mis à part les méthodes de travail et les matériels à utiliser, le plus important est la composition de l'équipe car elle conditionne les productivités individuelles des travailleurs ainsi que les méthodes de travail et les matériels à employer .

ATTACHEMENT

C'est le relevé quotidien des évaluations quantitatives des travaux effectués par une entreprise .

CHAPITRE II : EVALUATION DES TRAVAUX

II.1 : DEVIS DESCRIPTIF

Le devis descriptif sert à décrire les différents travaux à exécuter le long du tracé comme les unités et la modalités des travaux. Ce devis se subdivise en quatre rubriques telles que :

- Le terrassement ;
- L'assainissement ;
- La chaussée ;
- Les ouvrages d'art .

LE TERRASSEMENT

Le terrassement est divisé en différent sous rubriques à savoir :

a – Debroussaillage

Il est calculé en mètre carré (m^2). Il consiste à déraciner les broussailles et de les transporter vers un lieu de dépôt .

b – Décapage

le décapage consiste à enlever une certaine épaisseur de la couche du terrain végétale en respectant les diverses pentes et de les transporter en un lieu de dépôt. Il est exprimé en mètre carré (m^2) .

c – Remblais

Le remblai est exprimé en mètre cube (m^3). Il consiste à ajouter une quantité de matériau en provenance d'emprunt sur des endroits à rehausser .

d – Déblai ordinaire

Ce terme est exprimé en unité de volume. Il est obtenu après la rectification des talus de déblai ou de décaissement des accotements .

e – Déblai rocheux

le déblai rocheux est exprimé en mètre cube (m^3). Elle consiste à faire le déroctage sur des milieu rocheux .

f – Finition de la plate-forme

la finition de la plate-forme consiste à la remise à niveau de la surface de la plate-forme. Elle est calculée en unité de longueur (ml) .

g – Engazonnement

Il consiste à la mise en œuvre des gazons le long des accotements pour éviter l'érosion de celle-ci. Il est calculé en mètre carré (m^2) .

h – Exutoires

Ils servent à évacuer l'eau à la sortie des ouvrages. Ils sont calculés par unité de volume .

LES OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT

Ils concernent les ouvrages collecteurs des eaux de ruissellement avec leur aménagement. Ils sont exprimés en mètre linéaire (ml) .

a – Fossé latéral en terre

Il est utilisé pour évacuer les eaux de ruissellement le long de la route à faible pente. Il est calculé en mètre linéaire et est exécuté mécaniquement .

b – Fossé maçonné

Il est utilisé pour évacuer les eaux de ruissellement le long de la route à forte pente. Il est calculé en mètre linéaire et est exécuté avec du mortier en ciment .

c - Fossé de crête

C'est un fossé créé au sommet des talus de déblai pour recueillir les eaux de ruissellement avant leur arrivée au talus tout en les évacuant vers les exutoires. Il est calculé en mètre linéaire (ml) .

d – Curage des ouvrages

Le curage consiste à faire le nettoyage et l'enlèvement des végétations dans les ouvrages congestionnés. Il est estimé en mètre linéaire (ml) et est exécuté manuellement .

e – Descente d'eau

Elle réceptionne les eaux de ruissellement venant du fossé de crête. Elle est réalisée avec du béton et est estimée en mètre linéaire (ml) .

f – Cunette

Elle permet de transférer les eaux venant d'un fossé latéral d'un côté de la route vers l'autre côté. Elle est réalisée avec des empièvements et est estimée en mètre linéaire (ml) .

g – Drain

Il est disposé au niveau de la chaussée qui présente une source d'eau ou des nappes phréatiques. Il est exécuté avec du sable, des blocages de pierres et estimé en mètre linéaire (ml) .

h – Dalot

Il permet le passage des eaux à grand débit sous la chaussée. Il est réalisé en maçonnerie de moellons hourdés au mortier de ciment et du béton armé pour la dalle. Il est estimé en mètre linéaire (ml) .

CHAUSSEE

a - Purge

La purge est l'extraction d'une certaine hauteur de matériau : Elle est calculée en mètre cube (m3). Elle est exécutée manuellement ou avec un engin excavateur .

b – Reprofilage lourd et léger

C'est la remise en forme de la surface de roulement. Il est rémunéré en mètre linéaire et exécuté avec un engin comme la niveleuse .

c – Matériaux sélectionnés

C'est un matériau spécial provenant d'une gîte pour la mise en œuvre de la couche de roulement. Il est rémunéré en unité de volume .

d – Macadam clouté

C'est une couche mince de pierre cassée 40/70 encastré dans la plate-forme préalablement mise en profil et soigneusement compactée.. Ce prix rémunère au mètre linéaire (ml) la fourniture et la mise en œuvre d'empierrement pour cloutage des chaussées .

OUVRAGE

a – Démolition d'ouvrage

Elle comprend la démolition proprement dite, tout terrassement utile, y compris la fouille pour le nouvel ouvrage et transport vers le lieu de dépôt. Il est estimé en mètre cube. (m3) .

b – Exécution des maçonneries

C'est la réalisation d'un ouvrage avec des moellons hourdés aux mortier de ciment. Elle est calculée au mètre cube (m3) .

c – Enrochement

Il est utilisé pour la protection des ouvrages contre les affouillement. Il est constitué d'assemblage de pierres et est estimé en mètre cube (m3) .

II .2 DEVIS QUANTITATIF

Tableau n°46 : Devis quantitatifs du projet

Désignations	UNités	Quantités
TERRASSEMENT		
Débroussaillage	m ²	750
Finition de la plate-forme	ml	12000
ASSAINISSEMENT		
Fossé de crête en terre	ml	8500
Fossé latéral en terre	ml	11000
Fossé maçonné	ml	6200
moellon	U	294500
Sable	m ³	768
ciment	Kg	223560
Curage des dalots	ml	50
Dalot 80 x 80		
Moellon	U	9720
Gravillon	m ³	12
Sable	m ³	41
Ciment	Kg	12269
Acier	Kg	1525
Coffrage	m ²	130
Ferrailage	Kg	1525
Dalette		
Gravillon	m ³	0.8
Sable	m ³	0.4
Ciment	Kg	300
Acier	Kg	332
Coffrage	m ²	10
Ferrailage	Kg	332
Cunette en maçonnerie		
Moellon	U	225
Sable	m ³	11
ciment	Kg	550
Béton de propreté		
Gravillon	m ³	8
Sable	m ³	4
ciment	Kg	1350
CHAUSSEE		
Reprofilage lourd	ml	3500
Reprofilage léger	ml	8500
Matériau Sélectionné	m ³	9450

Macadam clouté	ml	6100
OUVRAGE D'ART		
Démolition de maçonnerie	m3	20
Fouille pour ouvrage d'art	m3	3
Exécution de maçonnerie	m3	32.4

II .3 DEVIS ESTIMATIF

Tableau n° 47 : Devis estimatifs du projet

Désignations	Unités	Quantités	PU	Montant (Ar)	Total
TERRASSEMENT					
Débroussaillage	m²	750	1200	900000	
Finition de la plate-forme	ml	12000	250	3000000	
	SOUSTOTAL				3900000
ASSAINISSEMENT					
Fossé de crête en terre	ml	8500	650	5525000	
Fossé latéral en terre	ml	11000	900	9900000	
Fossé maçonné	ml	6200			
moellon	U	294500	200	58900000	
Sable	m3	768	12000	9216000	
ciment	Kg	223560	500	111780000	
Curage des dalots	ml	50	2000	100000	
Dalot 80 x 80					
Moellon	U	9720	200	1944000	
Gravillon	m3	12	15000	180000	
Sable	m3	41	12000	492000	
Ciment	Kg	12269	500	6134500	
Acier	Kg	1525	600	915000	
Coffrage	m²	130	8950	1163500	
Ferrailage	Kg	1525	13000	19825000	
Dalette					
Gravillon	m3	0.8	15000	12000	
Sable	m3	0.4	12000	4800	
Ciment	Kg	300	500	150000	
Acier	Kg	332	600	199200	
Coffrage	m²	10	8950	89500	
Ferrailage	Kg	332	13000	4316000	
Cunette en maçonnerie					
Moellon	U	225	200	45000	
Sable	m3	11	1200	13200	
ciment	Kg	550	500	275000	

Béton de propreté					
Gravillon	m3	8	1500	1200	
Sable	m3	4	1200	4800	
ciment	Kg	1350	500	675000	
	SOUS TOTAL				231860700
CHAUSSEE					
Reprofilage lourd	ml	3500	21000	73500000	
Reprofilage léger	ml	8500	15000	127500000	
Matériau Sélectionné	m3	9450	1000	9450000	
Macadam clouté	ml	6100	24000	146400000	
	SOUS TOTAL				356850000
OUVRAGE D'ART					
Démolition de maçonnerie	m3	20	30000	600000	
Fouille pour ouvrage d'art	m3	3	8000	24000	
Exécution de maçonnerie	m3	32.4	11000	356400	
	SOUS TOTAL				980400

II 4 RECAPITULATION DU DEVIS ESTIMATIF

Tableau n° 48 : récapitulation de l'estimation du coût du projet

N°	DESIGNATION	MONTANT (Ar)
1	INSTALLATION ET REPLI DE CHANTIER	47487288
2	TERRASSEMENT	3900000
3	ASSAINISSEMENT	231860700
4	CHAUSSEE	356850000
5	OUVRAGE D'ART	980400
TOTAL HORS TAXES (TVA)		641078388
TAXES DE 18%		115394110
TOTAL GENERAL AVEC TVA		756472498

La somme est arrêtée à « **Sept cent cinquante six millions quatre cent soixante douze mille quatre cent quatre-vingt dix-huit Ariary (756472498r)** »

Arrêté le montant du projet par kilomètre à la somme de « **soixante trois millions trente neuf mille trois cent soixante quatorze virgule quatre vingt trois Ariary (63039374.83 Ar)** »

ANALYSES ET SUGGESTIONS

Souvent l'absence d'entretien en temps opportun^s et l'une des principales causes de dégradation des ouvrages ou des infrastructures à Madagascar. Pourtant, dans la construction routière, plus une route est moins entretenue plus le coût de réhabilitation augmente rapidement .

A part l'absence d'entretien, la déforestation qui provoque des érosions et l'utilisation massive des charrettes avec des roues en bandage métallique entraînant des déformations de la route sont aussi des facteurs de dégradation de la route .

Or, le mauvais état d'une route a des impacts négatifs pour le développement d'une région non seulement pour la circulation des habitants mais aussi pour l'évacuation des produits agricoles .

Nous suggérons, donc de sensibiliser la population en leur faisant savoir l'intérêt qu'ils auront pour la réhabilitation de cette route.

Pourtant, la réalisation de ce projet de réhabilitation permettra de résoudre des problèmes relatifs liés :

- Au transport ;
- A la sécurité ;
- Aux échanges économiques ;
- Au développement en général ;

D'après ces analyses, on en déduit que la réalisation du projet entraîne des effets bénéfiques pour le développement socio-économique de cette zone .

Concernant l'entretien, il faut respecter la date prévue que ce soit en entretien courant ou en entretien périodique, ensuite il faut sensibiliser les populations de l'importance de l'entretien comme la procédure de réparation dès qu'il y a une apparition des dégradations, car la négligence au niveau de ces travaux provoque non seulement, l'augmentation des dégradations mais aussi le coût de la réhabilitation .

CONCLUSION

Le principal mode de transport des personnes et des marchandises dans notre pays est la route, donc elle est le poumon de notre économie. Véritable vecteur de toutes nos actions, elle représente à chaque instant la possibilité de se communiquer et d'échanger des valeurs culturelles .

L'étude de réhabilitation de la Route d'Intérêt Provinciale numéro 84, reliant la Commune Rurale d'Alakamisikely et la Commune Rurale de Manalalondo sur une distance de 12 Km, a parcouru plusieurs phases, à savoir :

- La présentation du projet et l'aspect économique qui concerne surtout le domaine socio-économique ;
- Les études techniques concernant la route proprement dite et ces entourage. C'est à dire le diagnostic de la route en débutant sur l'analyse de l'état actuel de la route et des ouvrages puis en évoquant les tronçons homogènes et enfin par les propositions de la réhabilitation de chaque tronçon homogène. Sans oublier dans le plan technique, on parlera du dimensionnement de la chaussée, les dimensionnements et vérifications hydraulique et mécaniques des ouvrages ;
- Les études financières qui prévoient le coût d'investissement nécessaire et la rentabilité du projet .

Vue la potentialité de développement sur le côté social, économique et culturel que cette route peut apporter, elle mérite vraiment d'être réhabilitée et d'être entretenue le long de sa période de service. Elle constitue une solution rapide et durable aux préoccupations prioritaires des riverains notamment au niveau lutte contre la pauvreté, car elle constitue la seule opportunité d'injection monétaire de cette zone .

Pour conclure, la réalisation de ce mémoire m'a rapporté beaucoup d'avantages. Il m'a permis d'enrichir mes expériences professionnelles, en style de travail et mes relations humaines. De plus, on peut voir actuellement l'application des théories acquises au sein de l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo .

BIBLIOGRAPHIE

- Calcul des structures ;V. S. stroguine. Edison Mir – Moscou
- Méthode de terrassements routiers utilisée en France. Document réalisé par : Le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (LCPC) et le Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes , et diffusé par : le Centre de la Sécurité et des Techniques Routières du SETRA (Novembre 1987)
- La mécanique par les problèmes ; fascicule 4 Résistance des Matériaux ; deuxième édition revue et corrigée : A. Campa et R. Chappert ; R. Picand
- Maçonnerie 2 par Michel MATANA ; Syros – Alternatives
- Manuel pratique de formation pour cadres gérants d'entreprises ; fascicule 1 (Livre de formation HIMO Route)
- Essais géotechniques des sols de fondation – Mécaniques des sols

ANNEXE N°I

PRESENTATION DE L'ENTREPRISE

PRESENTATION DE L'ENTREPRISE

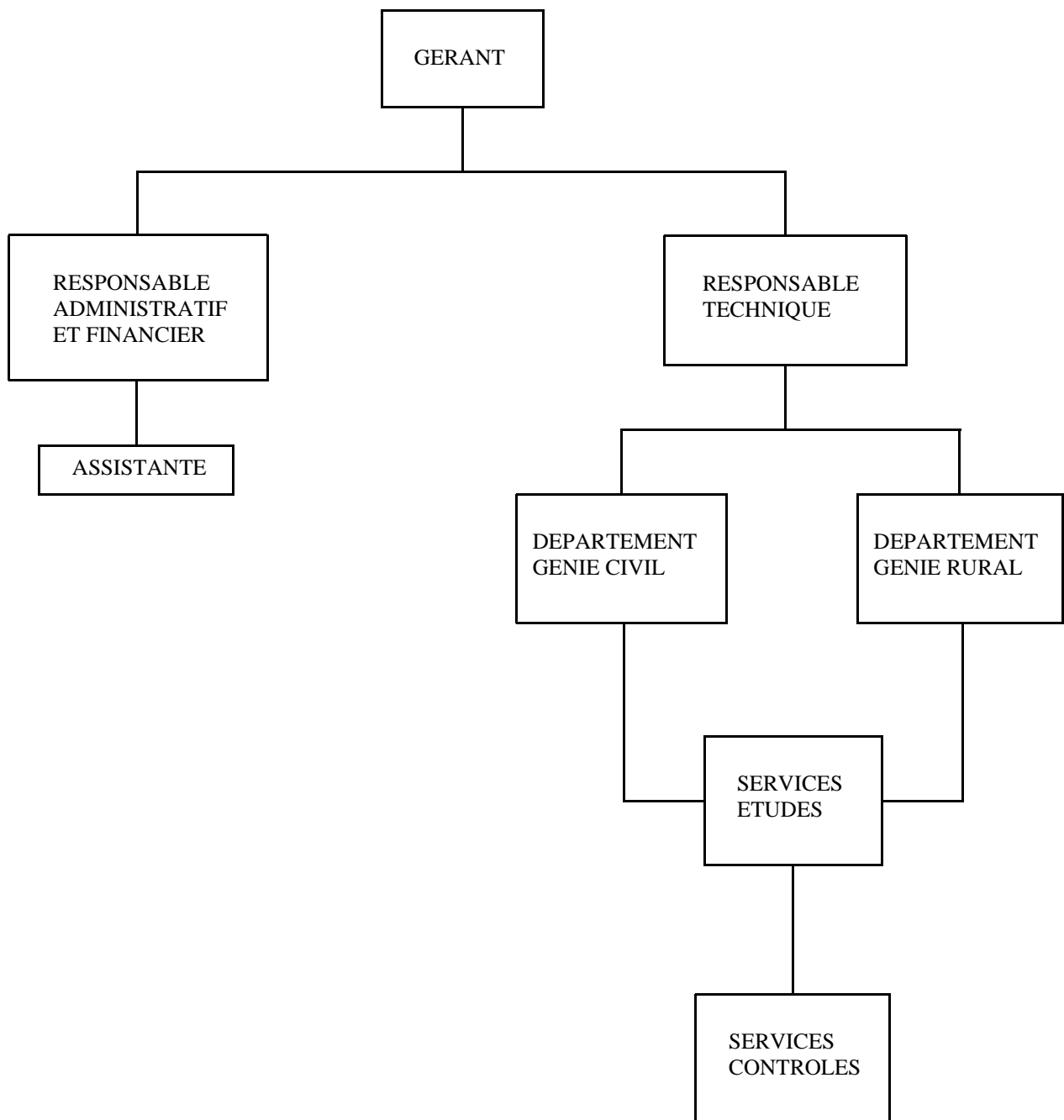
Avec quelques notions de gestion acquise à l'université de Toamasina : Monsieur Andriamasinoro Sandy Manaso a créé l'entreprise MASY qui porta son nom en 1997 en collaboration avec des ingénieurs en Bâtiment et travaux Publics .

Il consulta plusieurs projets pour mieux connaître la réalité dans le secteur de BTP. Son premier marché en 1998, qui fut un grand succès, le poussa à s'intégrer plus profondément dans ce secteur .

Voici les principaux travaux qu'avait exécutés cette Entreprise depuis sa création jusqu'à nos jours :

- 1998 : Travaux de réhabilitation du pont d'Ambodrona-Tsaratanana ;
- 1999 : Travaux d'aménagement de la piste reliant Ampazarantany-Tsinjoarivo ;
- 1999 : Travaux d'aménagement de la piste reliant Lili-Bonara ;
- 2003 : Travaux de réhabilitation de la piste Ankerana Avaratra-Manatsara ;
- 2003 : Travaux d'entretien de la piste reliant Ambatomanjaka-Firavahana ;
- 2004 : Pont de Vatovandana Commune rurale Ambatondrakalavao entre Antsampanandrano et Ambatondrakalavao (District Ambatolampy) ;
- 2005 : Aménagement hydroagricole dans le périmètre d'Ifanindrona Commune Rurale Ankadikely Ilafy (District Antananarivo Avaradrano) ;
- 2005 : Travaux confrontatifs de la piste laitière FIFAMANOR Lot C reliant Ambatolampy-Manjakatombo-Sabotsy Namatoana-Andriambilany ;
- 2006 : Travaux de réhabilitation de la piste reliant Manalalondo-Ambohiborona (en cours) .

ORGANIGRAMME DEL'ENTREPRISE « MASY »



ANNEXE N°II

RAPPORT DE RECONNAISSANCE SUR TERRAIN

RAPPORT DE MISSION DE RECONNAISSANCE DE ROUTE

Itinéraire : RIP 84 ALAKAMISIKELY - MANALALONDO					
Longueur : 12 km					
PK		etat des lieux		aménagement à réaliser	
Debut	Fin	plate-forme et chaussée	assainissement et ouvrages	plate-forme et chaussée	assainissements et ouvrages
PK24+100	PK 24+700	Plate-forme en sol latéritique argileux rouge Bourbier et nids de poule sur 100ml du PK240+100 au PK 24+200 Profil en W du PK 24+400 au PK 24+700 Profil en travers mixte avec point bas à gauche du PK 24+100 au PK 24+300 Profil en travers détalé de faible hauteur du PK24+300 au PK24+500 Profil en travers mixte avec points bas à droite du PK24+500 au PK24+700 Largeur de la plate-forme l = 4,50 m Pente de 9%	Sans fossés latéraux Pont à poutre I _{pe} 180 au PK24+100, 4m de largeur et 6m de longueur Gite: MS (pouzzolane) et carrière au PK24+400 à 800 m Sud Est de la piste	Débroussaillage de 0,5m de large sur les deux côtés et sur toute la longueur Reprofilage léger sur 600m avec des MS quartzite d'épaisseur 15cm du PK24+100 au PK24+700 Couche de roulement en macadam clouté à raison de 70 l/m ² du PK 24+100 au PK 24+700	Fossés trapezoidaux en terre à droite du PK 24+100 au PK 24+500 et à gauche du PK 24+300 au PK 24+700 Création des dalots en maçonnerie de moellon au PK 24+300 et au PK24+600 Exutoire au PK24+300 et au PK24+600 Barrière de pluie au PK24+300
PK 24+700	PK 25+ 200	Plate-forme en sol latéritique argileux rouge Tôle ondulé du PK 24+700 au PK 25+200 Profil en travers mixte sur 500m avec point bas à droite du PK24+700 au PK 25+200 Pente de 9% Largeur de la plate-forme l = 4m	Sans fossés latéraux Eau de ruissellement traversant la chaussée au PK 24+800	Débroussaillage de 0,5m de large sur les deux côtés et sur toute la longueur Reprofilage léger sur 500ml du PK24+700 au PK25+200 Couche de roulement en macadam clouté à raison de 70 l/m ² du PK24+700 au PK 25+200 MS quartzite d'épaisseur 15cm sous macadam clouté	Fossé rectangulaire en terre à gauche du PK 24+700 au PK24+900 Fossé rectangulaire maçonné à gauche du PK24+900 au PK 25+200 Création d'un dalot en maçonnerie de moellon au PK 24+900 Exutoire au PK 24+900 Mise en place d'une cunette au PK 24+800
PK 25+200	PK26+600	Affaissement sur la côté droite sur 200m du PK 25+200 au PK 25+400 Profil en W sur 200m du PK 25+400 au PK 25+600; du PK 25+650 au PK 25+850 et du PK 25+900 au PK 26+200 Nids de poule sur 50ml du PK25+600 au PK 25+650; du PK25+850 au PK 25+900 et au PK 26+300 au PK26+500 Ornière sur toute la largeur de la plate-forme sur 100m du PK25+200 au PK 26+300 et au PK 26+500 au PK 26+600 Profil mixte avec point bas à droite du PK 25+200 au PK26+200 Profil en travers en déblai de faible hauteur du PK 26+200 au PK26+600 Pente raide du PK 25+700 au PK 25+900 et du PK 26+300 au PK 26+600 Largeur de la plate-forme l = 4 m	Fossés latéraux en terre envahis par la végétation et ensablé Stagnation d'eau au niveau des fossés en terre du PK 25+400 au PK25+550 Buse métallique 600 au PK 25+300 ; au PK 26+500 (endommagé) Pont à poutre de dimension 25'400'400 en I _{pe} 180 au PK 25+900 et au PK 26+600 Murette gauche de 10ml au PK 25+500	Débroussaillage de 0,5 m de large sur les deux côtés et sur toute la longueur Purge de la plate-forme au niveau des bourbiers/nids de poule/affaissement et ornière, avant la mise en oeuvre des matériaux sélectionnés Reprofilage léger sur 1400m du PK 25+200 au PK 26+600 Couche de roulement en MS quartzite d'épaisseur 20cm du PK25+200 au PK 25+700 Couche de roulement en macadam clouté à raison de 70 l/m ² du PK 25+700 au PK 26+600	Fossé trapezoidaux en terre à gauche du PK 25+200 au PK25+700; du PK 26+00 au PK26+300 et à droite au PK 26+200 au PK 26+300 Fossé rectangulaire en maçonnerie de moellon à gauche du PK25+700 au PK 26+00 Fossé rectangulaire en maçonnerie de moellon sur les deux côtés du PK26+300 au PK26+600 Remplacement d'un buse métallique endommagé en dalots au PK 26+500; Dalot en maçonnerie de moellon au PK 25+700; PK26+00 Exutoire du PK 25+300; PK 26+00; et PK 26+500
PK 26+600	PK 27+00	Tôle ondulé sur 300m du PK26+600 au PK 26+900 Pente de 11% Profil en travers en déblai de faible hauteur du PK 26+600 au PK 26+900 Profil en travers mixte sur 100m du PK26+900 au PK27+00 avec point bas à gauche Sol latéritique argileux Largeur de la plate-forme l = 4 m	Fossés latéraux ensablé sur ce tronçon Stagnation d'eau au niveau des fossés, Buse métallique 600 au PK 26+800 ; Pont à poutre IPN 180, 5m de longueur, 4m de largeur Mur de soutènement endommagé 6m de hauteur, 10m de longueur au PK 26+900 Fossé de crête dégradé	Débroussaillage de 0,50m de large sur les deux côtés et sur toute la longueur Reprofilage léger sur 400m du PK 26+600 au PK 27+00 Couche de roulement en macadam clouté avec MS d'épaisseur 15cm sous chaussée	Fossé latéral en terre à gauche du PK 26+600 au PK 26+900 et à droite du PK 26+600 au PK 27+00 Mur de soutènement de 6m de hauteur 10m de longueur à reconstruire au PK 26+900 Fossé de crête en terre
PK 27+00	PK 28+00	Sol latéritique argileux Bourbier et nids de poule sur 400m du PK 27+00 au PK 27+400 Affaissement sur 20m au PK27+400 Profil en W sur 400ml du PK 27+500 au PK 27+900 Profil en travers mixte du PK 27+00 au PK 27+500 avec point bas à gauche Profil en travers en déblai du PK 27+500 au PK28+00 Pente de 11% Largeur de la plate-forme l = 4 m	Fossés latéraux en terre ensablé Dalot en maçonnerie de moellon 60'60 au PK27+400 Fossé de crête dégradé Gite: MS (pouzzolane) au PK 27+300 à 1 km Nord Ouest de la piste	Débroussaillage de 0,50m de large sur les deux côtés et sur toute la longueur Purge de la plate-forme au niveau des bourbier, ornière, affaissement et nids de poule Reprofilage léger et rechargement en matériaux sélectionnés quartzite sur 1000ml du PK27+00 au PK 28+00 Couche de roulement en macadam clouté avec 15cm de MS sous chaussée	Fossés rectangulaires en terre à gauche du PK 27+500 au PK 28+00 et à droite du PK 27+00 au PK 27+800 Fossés maçonnés sur les deux côtés du PK27+800 au PK 28+00 Dalot au PK 27+00; au PK27+400 et au PK 27+700 Exutoire au PK 27+00, au PK27+400 et au PK 27+700 Fossé de crête en terre
PK 28+00	PK 29+700	Profil en W sur 500m du PK28+00 au PK28+500 et du PK28+700 au PK29+200 Petits nids de poule sur 20m au PK 28+600 et sur 50m du PK29+500 au PK29+550 Profil en travers en déblai du PK28+00 au PK28+600 Profil en travers mixte avec point bas à droite du PK 28+600 au PK 29+700 Sol noir limon argileux avec des traces du limon latéritique rouge du PK 28+00 au PK 28+900 Sol latéritique argileux du PK28+900 au PK 29+700 Pente variée de 5 à 11% Largeur de la plate-forme l = 4 m	Fossés latéraux en terre ensablé Stagnation d'eau sur les accotements Fossés de crêtes dégradés	Reprofilage léger Couche de roulement en macadam clouté à raison de 70 l/m ² du PK 28+00 au PK 29+200 Couche de roulement en MS quartzite de 20cm d'épaisseur	Fossés rectangulaires maçonnés sur les deux côtés du PK28+00 au PK 28+200 Fossés trapezoidaux en terre à droite du PK28+200 au PK28+600 et à gauche du PK28+200 au PK 29+700 Dalot au PK 28+600; au PK29+400 Exutoire au PK28+600; au PK29+400 Fossé de crête en terre
PK 29+700	PK 31+00	Sol latéritique argileux rouge Pente moyenne de 5% Tôle ondulé sur toute la largeur de la plate-forme sur 600m du PK 30+100 au PK 30+700 Profil en travers mixte sur ce tronçon avec point bas à gauche Largeur de la plate-forme l = 4 m	Fossés latéraux dégradés Buse métallique 600 au P 30+200	Reprofilage léger sur ce tronçon Couche de roulement en MS quartzite de 20cm d'épaisseur	Fossé trapezoidaux en terre à gauche du PK 29+700 au PK30+00 et à droite au PK 30+00 au PK 31+00 Dalot en maçonnerie de moellon au PK29+800 au PK 30+00 et au PK30+500 Exutoire au PK29+800 au PK 30+00 et au PK30+500
PK31+00	PK33+00	Sol latéritique argileux rouge Pente variée de 3 à 15% Profil en travers mixte avec point bas à gauche sur 200 m du PK 31+00 au PK31+200 Profil en travers en déblai du PK 32+200 au PK33+00 Petit nids de poule sur 5 m du PK31+350 Petit ornière sur 5 m du PK 31+800 Tôle ondulé sur 800 m du PK 32+200 au PK 33+00 Largeur de la plate-forme l = 4 m	Fossés latéraux inexistant du PK 31+100 au PK 31+500 Fossés latéraux ensablés sur les deux côtés du reste du tronçon Buse métallique 600 au PK32+100 et au PK 32+600 Dalot 80'80 au PK 31+00 Carrière au PK 30+300 à 800 m Nord	Reprofilage léger sur ce tronçon Couche de roulement en MS quartzite de 20cm d'épaisseur sur 1700 m du PK 31+00 au PK 32+700 Couche de roulement en macadam clouté à raison de 70 l/m ² sur 300 m du PK 32+700 au PK 33+00	Fossés latéraux trapezoidaux en terre, gauche et droite du PK 31+200 au PK 32+700 Fossés latéraux rectangulaire en maçonnerie de moellon sur 300 m du PK 32+700 au PK 33+00 Dalot en maçonnerie de moellon au PK 31+800 et au PK 32+200 Exutoire au PK 31+800 et au PK 32+200
PK 33+00	PK 33+500	Sol noir limon argileux avec des traces de limon latéritique rouge sur ce tronçon Profil en W sur 500 m Pente de 15% Largeur de la plate-forme l = 4,50 m	Fossés latéraux en terre envahis par la végétation et ensablés sur les deux côtés sur toute la section Fossés de crête dégradés	Débroussaillage de 0,5 m de large sur les deux côtés et sur toute la longueur Reprofilage léger sur ce tronçon Couche de roulement en macadam clouté avec 15 cm de MS quartzite sous chaussée	Fossés maçonnés rectangulaire sur les deux côtés sur ce tronçon Dalot en maçonnerie de moellon au PK 33+100 Exutoire au PK 33+100 Fossés de crête en terre et rectangulaire sur les deux côtés
PK 33+500	PK34+700	Sol latéritique argileux rouge Tôle ondulé sur toute la largeur de la chaussée du PK 33+500 au PK 34+00; du PK 34+100 au PK 34+300 et du PK 34+500 au PK 34+700 Petit ornière sur 2 m au PK 34+00 L'itinéraire traverse un village au PK 34+500 Profil en travers mixte avec point bas à gauche Pente variée de 1 à 12% Largeur de la plate-forme l = 4,50 m	Fossés latéraux en terre envahis par la végétation et ensablés sur les deux côtés sur toute la section I _{pe} 180, 8 m de longueur, 4 m de largeur Gite: MS quartzite et carrière à 1 Km 500, à l'ouest de la piste au PK 34+400 MS (quartzite) à 500 m Nord de la piste	Débroussaillage de 0,5 m de large sur les deux côtés et sur toute la longueur Reprofilage léger sur ce tronçon Couche de roulement en macadam clouté à raison de 70 l/m ² du PK 33+700 au PK 34+700 Couche de roulement en MS quartzite d'épaisseur 20 cm, sur 200 m du PK 33+500 au PK 33+700	Fossés latéraux trapezoidaux en terre sur les deux côtés sur 200 m du PK 33+500 au PK 33+700 Fossés latéraux rectangulaire en maçonnerie de moellon au PK 33+700 au PK 34+700 Fossés latéraux rectangulaire en maçonnerie de moellon au PK 34+100 et au PK 34+600 Exutoire au PK 34+100 et au PK 34+600
PK 34+700	PK 36+100	Sol limon argileux et latéritique argileux Rizière de chaque côté de la plate-forme sur 500 m du PK 34+700 au PK 35+200 Profil en travers en remblai sur 500 m Profil en travers en déblai du PK 35+200 au PK 35+500 Profil en travers mixte sur le reste du tronçon, avec point bas à gauche Petit ornière sur 5 m au PK 34+800 Tôle ondulé sur toute la largeur de la chaussée du PK 35+00 au PK 35+500 et du PK 35+800 au PK 36+00 Petit nids de poule au PK 35+600 Largeur de la plate-forme l = 4 m L'itinéraire arrive au commune rurale de Manalalondo : PK 36+00 Pente faible de 1 à 2%	Fossés latéraux inexistant Buse métallique 600 au PK 35+300 et au PK 36+100 Dalot en maçonnerie de moellon 40'40 au PK 34+700 (sous dimensionné)	Reprofilage léger sur ce tronçon Couche de roulement en MS quartzite sur 1400 m du PK 34+700 au PK 36+100 avec épaisseur de 20 cm	Fossés latéraux en terre trapezoidaux sur les deux côtés de la chaussée Dalot à redimensionner au PK 35+700 Exutoire au PK 35+700

ANNEXE N°III

SCHEMA D'ITINERAIRE

Projet n°		PISTE : AXE RIP 84Manalondo-Ambohiborona																																																																																																			
Localisation/ PK		24+100 200 300 400 500 600 700 800 900 25 100 200 300 400 500 600 700 800 900 26 100 200 300 400 500 600 700 800 900 27 100																																																																																																			
Villages		Alakamisikely Croisement Antanety Ampoara (Morarano)																																																																																																			
ROUTE EXISTANTE	Caractéristique																																																																																																				
	Tracé en plan																																																																																																				
	Profil en long																																																																																																				
	Profil en travers																																																																																																				
	Ouvrage existant																																																																																																				
	Assainissement																																																																																																				
Dégradations	Lavaka																																																																																																				
	Profil en W																																																																																																				
	Ravinement long																																																																																																				
	Rocher																																																																																																				
	Ornière																																																																																																				
	Affaissement																																																																																																				
	Chaussée encaissée																																																																																																				
	Tôle ondulé																																																																																																				
	Bourbier / nids de poule																																																																																																				
	Revêtement																																																																																																				
Chaussée	Gite (G)/Carrière ©																																																																																																				
	Reprofilage léger																																																																																																				
	Reprofilage lourd																																																																																																				
	Deblai																																																																																																				
	Rechargement																																																																																																				
	Pavage																																																																																																				
	Macadam à l' eau																																																																																																				
	Matériaux Sélectionnés																																																																																																				
AMENAGEMENTS	Drainage																																																																																																				
	Rectification talus																																																																																																				
	Fossé en terre																																																																																																				
	Fossé en maçonnerie																																																																																																				
	Cunette																																																																																																				
	Exutoire																																																																																																				
	Saigne																																																																																																				
	Dalot/Buse(dimension)																																																																																																				
Ouvrage	Radier (longueur ne m)																																																																																																				
	Pont (longueur en m)																																																																																																				
	Autres																																																																																																				

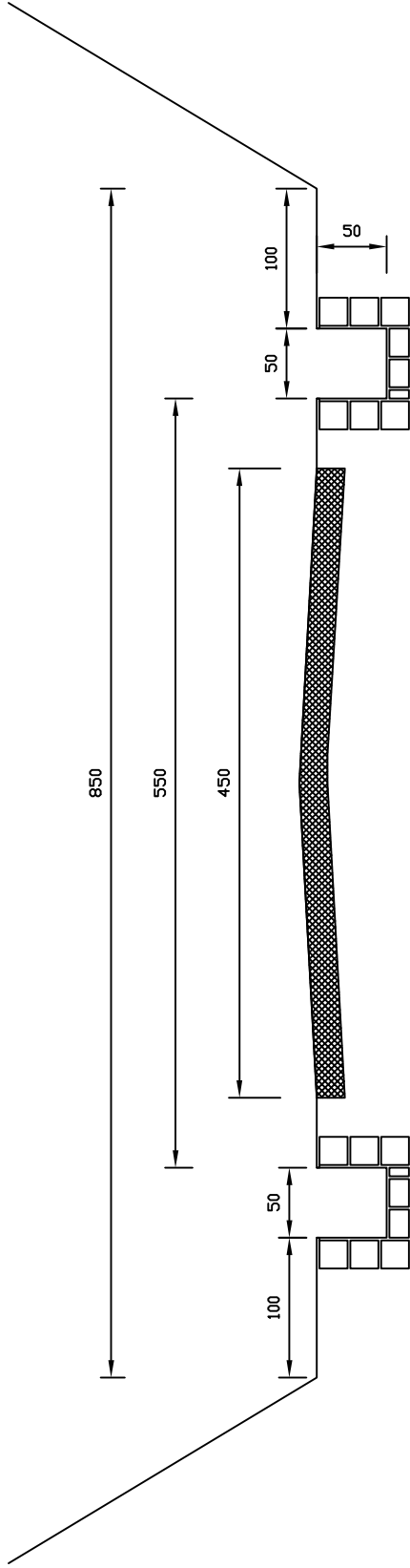
Projet n°		PISTE : AXE RIP 84Manalondo-Ambohiborona																																							
Localisation/ PK		27+100										28										29										30									
Villages		Ambatomenaloha																																							
ROUTE EXISTANTE	Caractéristique	Tracé en plan																																							
		Profil en long																																							
		Profil en travers																																							
		Ouvrage existant																																							
		Drainage																																							
	Dégradations	Lavaka																																							
		Profil en W																																							
		Ravinement long																																							
		Rocher																																							
		Omière																																							
Affaissement																																									
Chaussée encaissée																																									
Tôle ondulé																																									
Bourbier / nids de poule																																									
Revêtement																																									
AMENAGEMENTS	Chaussée	Bitume																																							
		Macadam																																							
		Gîte (G)/Carrière ©																																							
		Reprofilage léger																																							
		Reprofilage lourd																																							
	Drainage	Deblai																																							
		Rechargement																																							
		Pavage																																							
		Macadam à l' eau																																							
		Couche de roulement en MS																																							
Rectification																																									
Fossé en terre																																									
Fossé en maçonnerie																																									
Cunette																																									
Exutoire																																									
Saigne																																									
Dalot/Buse(dimension)																																									
Ouvrage	Radier (longueur ne m)																																								
	Pont (longueur en m)																																								
	Autres																																								

[illegible]

Projet n°		PISTE : AXE RIP 84Manalondo-Amboborona																																																																			
Localisation/ PK		33+100																																34		35																																36	
ROUTE EXISTANTE	Villages																																																																				
	Tracé en plan																																																																				
	Profil en long																																																																				
	Profil en travers																																																																				
	Ouvrage existant	PO																																																																			
	Drainage	<div>D</div> <div>G</div>																																																																			
	Lavaka																																																																				
	Profil en W	XXX XXX XXX XXX																																																																			
	Ravinement long																																																																				
	Rocher																																																																				
	Ornière	x																																																																			
	Affaissement																																																																				
	Chaussée encaissée																																																																				
	Tôle ondulé	XXX XXX XXX XXX XXX XXX XXX XXX XXX XXX XXX																																																																			
Bourbier / nids de poule	x																																																																				
Revêtement	<div>Bitume</div> <div>Macadam</div>																																																																				
Gite (G)/Carrière ©	G (MS quartzite) à 3Km de la piste à																																																																				
AMENAGEMENTS	Reprofilage léger	2600 ml																																																																			
	Reprofilage lourd	500ml																																																																			
	Deblai																																																																				
	Rechargement																																																																				
	Pavage																																																																				
	Macadam à l' eau																																																																				
	Couche de roulement en MS	400 ml 200ml 1000 ml 1400m																																																																			
	Rectification	<div>D</div> <div>G</div>																																																																			
	Fossé en terre	<div>D</div> <div>G</div> <div>crête</div>																																																																			
	Fossé en mac	<div>D</div> <div>G</div>																																																																			
	Cunette																																																																				
	Exutoire	<div>D</div> <div>G</div>																																																																			
	Saigne	<div>D</div> <div>G</div>																																																																			
	Dalot/Buse(dimension)	DC 60*60 DC 60*60 DC 60*60 DC 60*60																																																																			
	Radier (longueur ne m)																																																																				
	Pont (longueur en m)	dalle en BA et poutre I _{PN} 180																																																																			
	Autres																																																																				

ANNEXE N°IV

PROFILS EN TRAVERS TYPES



ETUDE DE REHABILITATION DE LA RIP 84 RELIANT ALAKAMISIKELY à
MANALALONDO

E.S.P.A

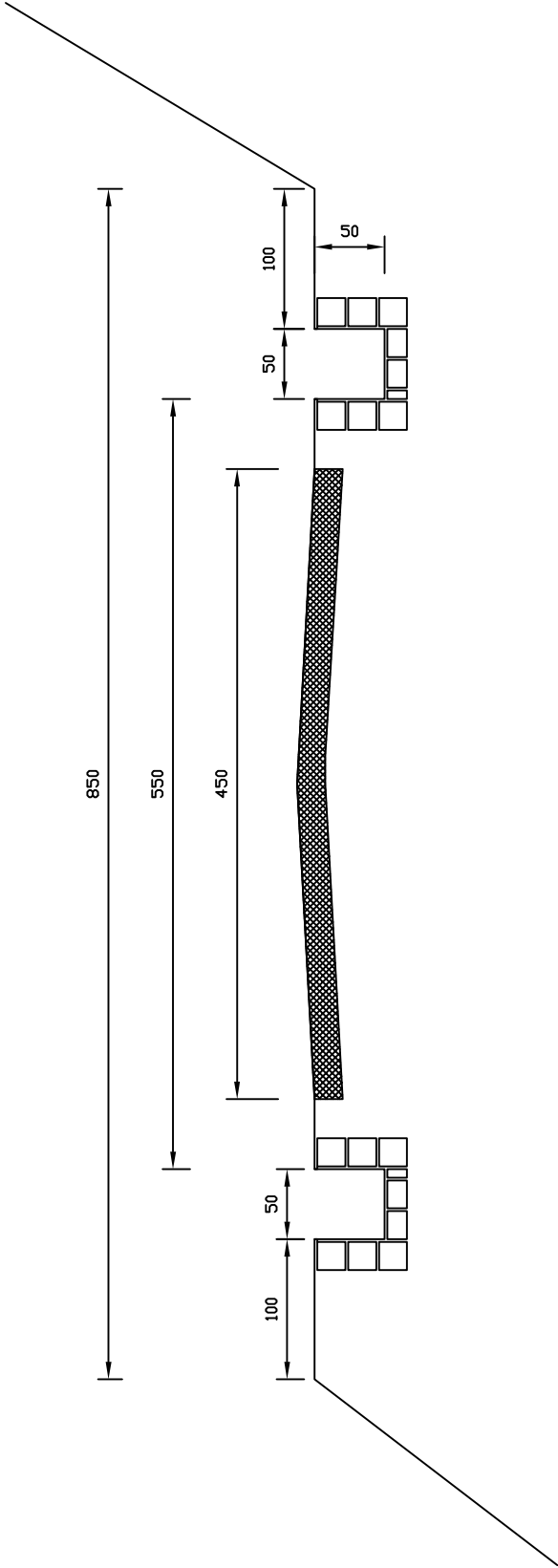
Echelle 1/50

PL N° 01

PROFIL EN DEBLAI, CR en MS

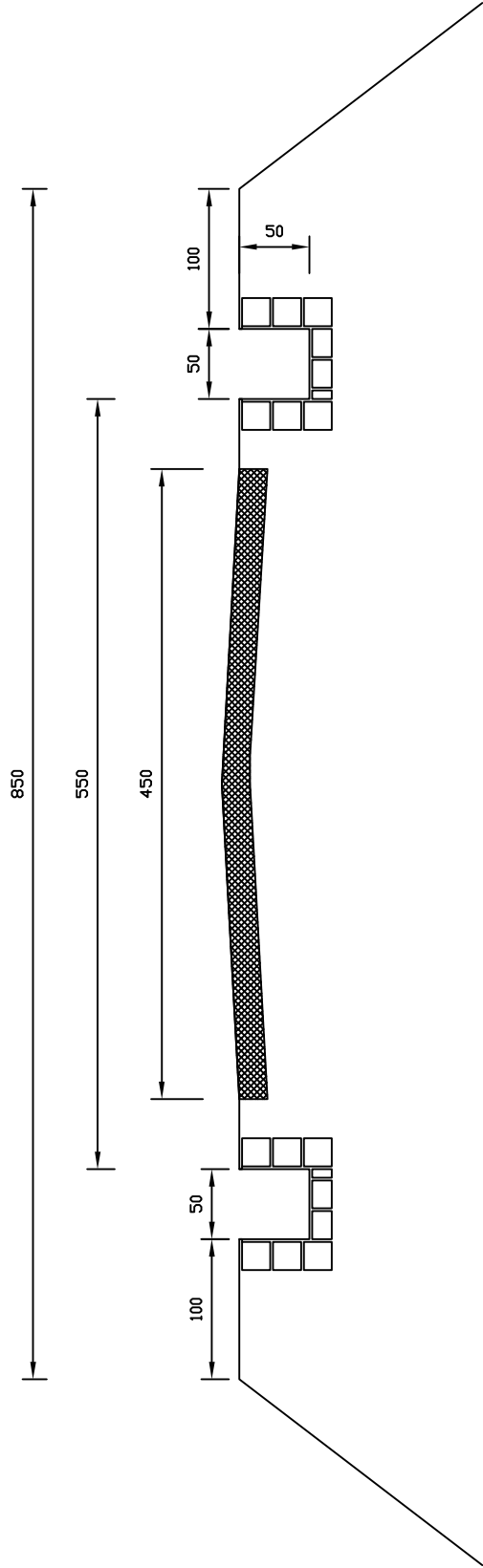
-P-

Nov 2006



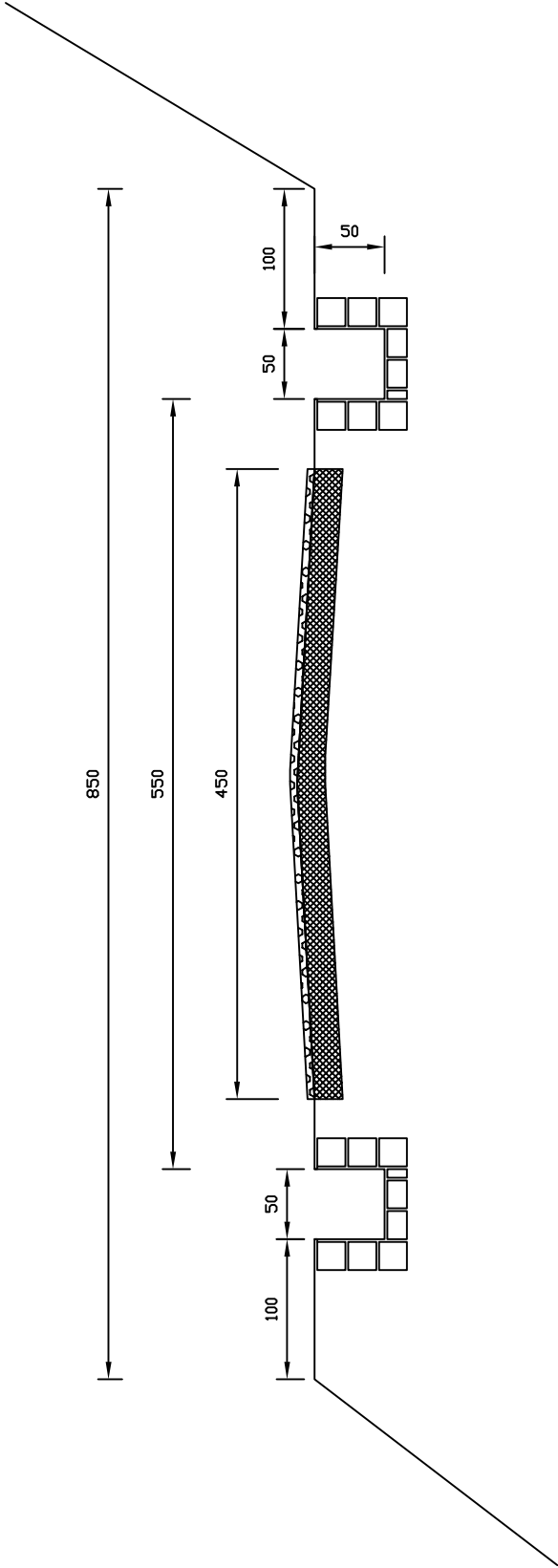
ETUDE DE REHABILITATION DE LA RIP 84 RELIANT ALAKAMISIKEY ã
MANALALONDO

PROFIL MIXTE, CR en MS		Echelle 1/50	E.S.P.A
		Mr Jocelyn	PL N° 02
		Nov 2006	-P-

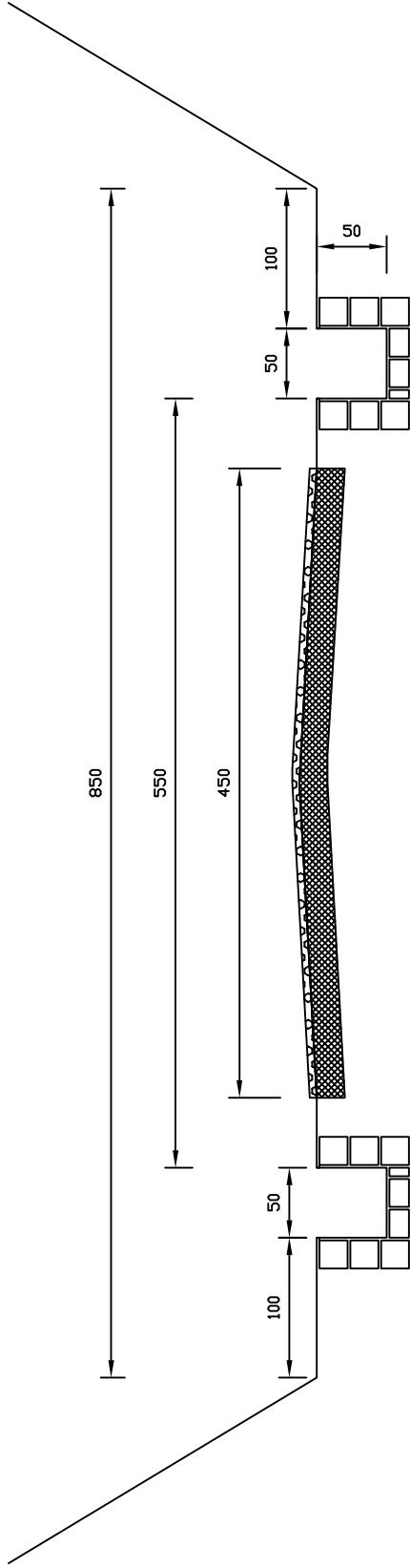


ETUDE DE REHABILITATION DE LA RIP 84 RELIANT ALAKAMISIKELY à
MANALALONDO

Echelle 1/50	E.S.P.A
Mr Jocelyn	PL N° 03
Nov 2006	-P-



ETUDE DE REHABILITATION DE LA RIP 84 RELIANT ALAKAMISIKEY ã MANALALONDO		
Echelle 1/50		E.S.P.A
PROFIL MIXTE, CR en Macadam clouté		Mr Jocelyn PL N° 04
Nov 2006		-P-



ETUDE DE REHABILITATION DE LA RIP 84 RELIANT ALAKAMISIKELY à
MANALALONDO

PROFIL EN DEBLAI, CR en Macadam clouté		Echelle 1/50	E.S.P.A
		Mr Jocelyn	PL N° 05
		Nov 2006	-P-

ANNEXE N°V

CHARGES NORMATIVES ET COEFFICIENT DE SURCHARGE

ANNEXE II

Charges normatives et coefficients de surcharge

Charge	Coefficients de surcharge
Poids des structures en béton (avec $\gamma > 1800 \text{ kg/m}^3$), en béton armé, en pierres, en métal, en bois	1,1 1,2
Idem, en béton avec $\gamma \leq 1800 \text{ kg/m}^3$	1,2
Poids des couches d'isolant, d'égalisation, de parachèvement appliquées :	
en usine	1,2
sur chantier	1,3
Sols intacts	1,1
Sols de remblai	1,2
Poids propre et poids de l'isolant de l'équipement à poste fixe	1,2
Poids des matières remplissant l'équipement : liquides	1,4 (1 pour conduites)
matières en suspension, boues, matières pulvérentes	1,2 (1,1 pour conduites)
Charges dues aux ponts roulants, ponts roulants suspendus, chariots	1,2
Charge uniformément répartie sur le plancher : appartements des immeubles d'habitation, 150 kgf/m ² (1,5 kN/m ²) ; bureaux, locaux du personnel, salles de lecture, 200 kgf/m ² (2 kN/m ²) ; laboratoires, étages techniques, etc., en fonction de la charge réelle mais non inférieure à 200 kgf/m ² (2 kN/m ²) ; cantines, 300 kgf/m ² (3 kN/m ²) ; salles de conférences, salles de spectacles, salles de sport, balcons, 400 kgf/m ² (4 kN/m ²) ; entrepôts de livres, archives, en fonction de la charge réelle mais non inférieure à 500 kgf/m ² (5 kN/m ²) ; greniers, 75 kgf/m ² (0,75 kN/m ²) en plus du poids de l'équipement ; halls, couloirs, escaliers, 300 à 400 kgf/m ² (3 à 4 kN/m ²)	1,2 pour $p^c \geq 500 \text{ kgf/m}^2$ (50 kN/m ²) 1,3 pour $p^c = 200$ à 500 kgf/m ² (2 à 5 kN/m ²) 1,4 pour $p^c < 200 \text{ kgf/m}^2$ (2 kN/m ²)

Suite

Charge	Coefficients de surcharge
Charge de neige : en fonction de la zone géographique, poids de la neige $p_0 = 50$ à 250 kgf/m^2 (0,5 à $2,5 \text{ kN/m}^2$) ; $p_{\text{neige}}^c = p_0^c$, où c dépend du profil de la toiture	De 1,4 à 1,6, en fonction du rapport du poids propre de la toiture au poids de la neige
Charge due à l'effet du vent : en fonction de la zone géographique, pression dynamique $q_0 = 27$ à 100 kgf/m^2 (0,27 à $1,0 \text{ kN/m}^2$), $q_{\text{vent}}^c = q_0^c c_1$, où k est un coefficient dépendant de la hauteur de l'ouvrage et du type du terrain et c_1 le coefficient aérodynamique dépendant du profil de l'ouvrage	1,2 (1,3 pour les ouvrages de grande hauteur)

Nota. Dans les cas où toute diminution de la charge permanente est défavorable pour le comportement de l'ouvrage (par exemple, lors de la vérification à la stabilité au basculement), on prend le coefficient de surcharge égal à 0,9.

ANNEXE III

Résistances caractéristiques du béton lourd R_{pr}^c et R_{tr}^c , résistances de calcul du béton pour les états-limites d'utilisation $R_{pr II}$ et $R_{tr II}$, kgf/cm² (MPa)

Solicitation	Classe de résistance du béton					
	M100	M150	M200	M300	M400	M500
Compression axiale (résistance sur prise) R_{pr}^c et $R_{pr II}$	60 6	85 (8,5)	115 (11,5)	170 (17)	225 (22,5)	280 (28)
Traction axiale R_{tr}^c et $R_{tr II}$	7,5 (0,75)	9,5 (0,95)	14,5 (1,45)	15 (1,5)	18 (1,8)	20 (2)

Nota. Pour les bétons hourdés au ciment fondu, les valeurs de R_{tr}^c et de $R_{tr II}$ sont à multiplier par 0,7.

ANNEXE N°VI

ABaque DE DIMENSIONNEMENT DES DALOTS

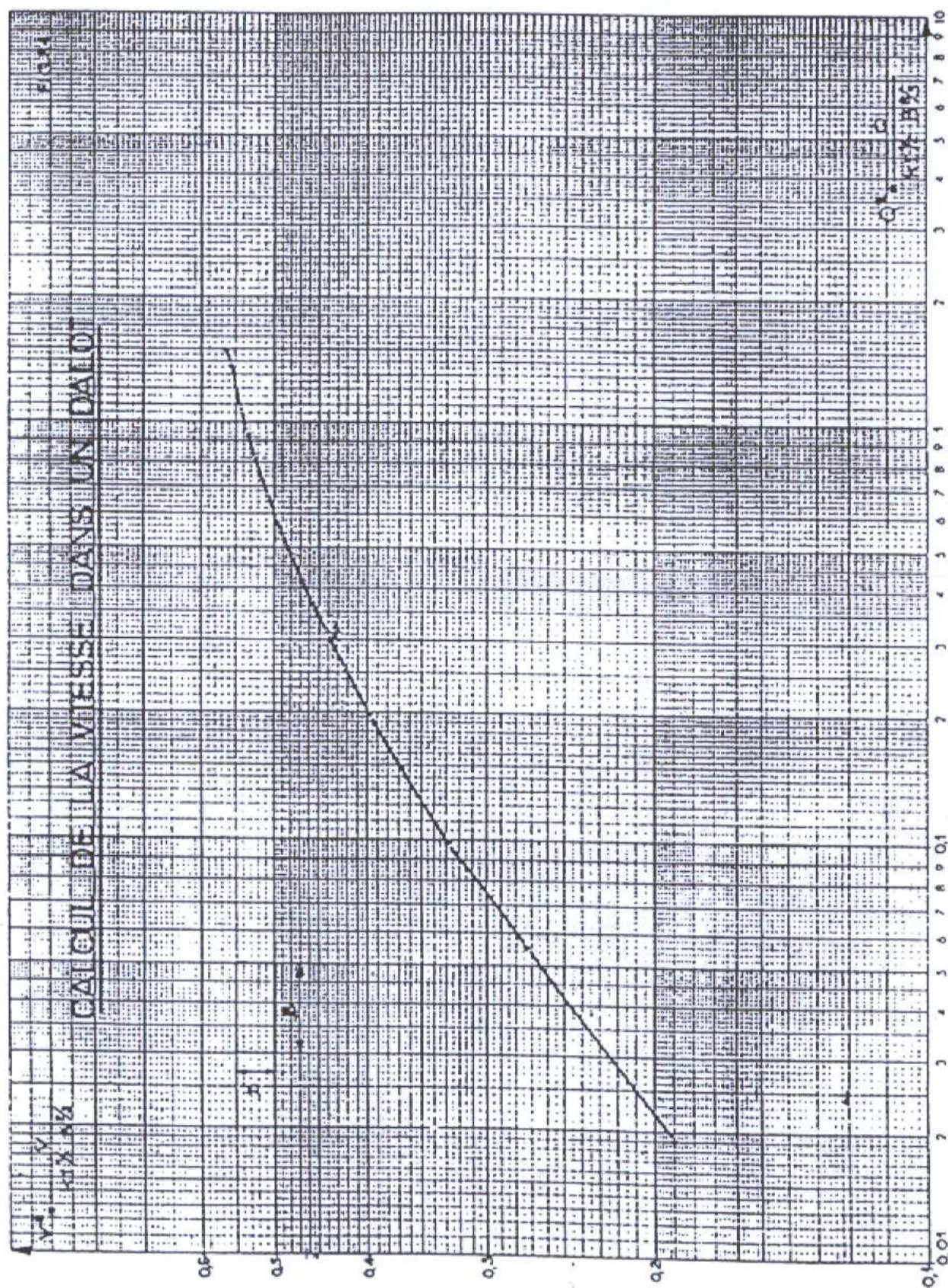
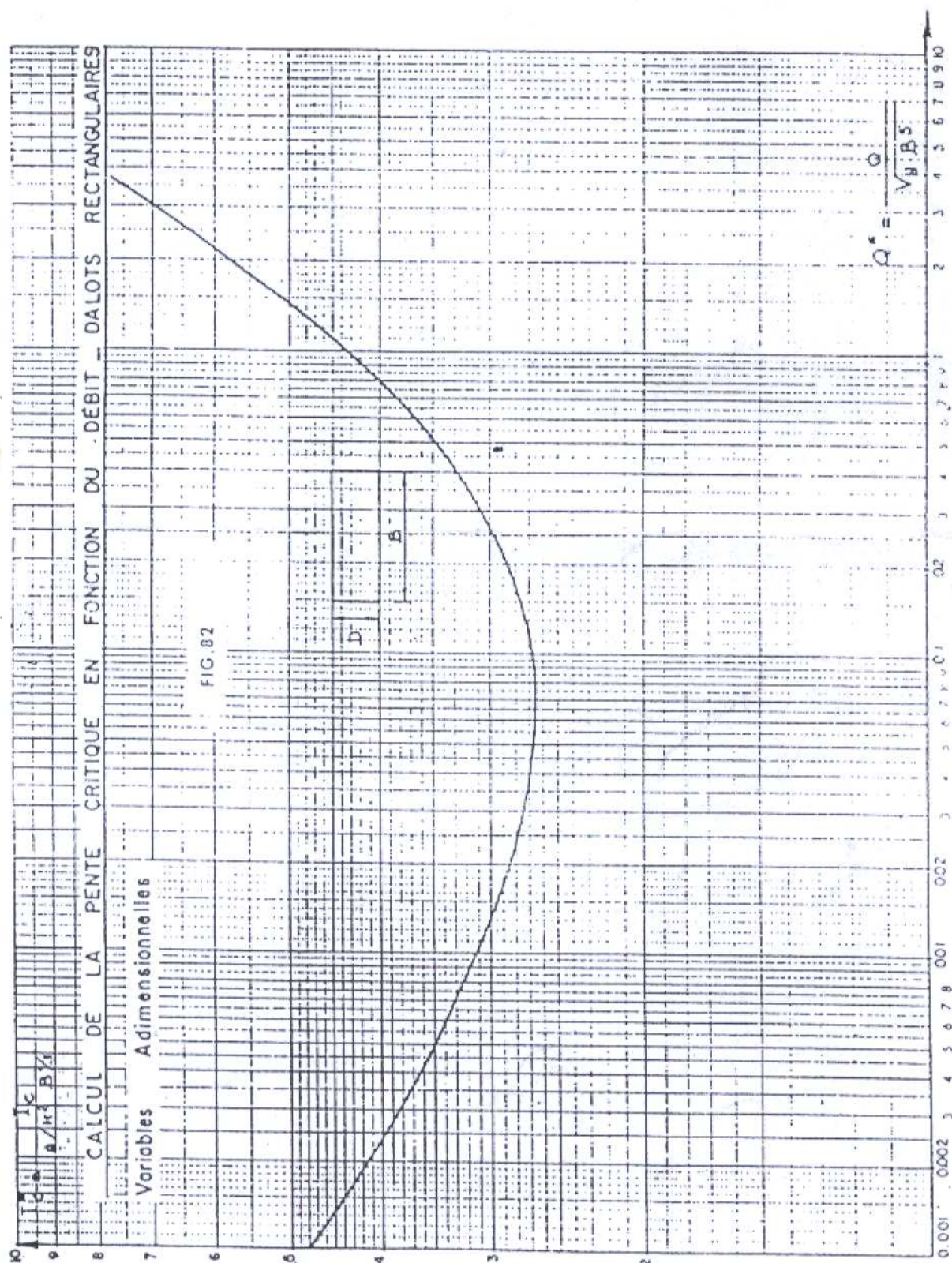


Fig. 84. Calcul de la vitesse dans un dalot.



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

ANNEXE N°VII

TABLEAU DES SECTIONS-POIDS- PERIMETRES NOMINAUX

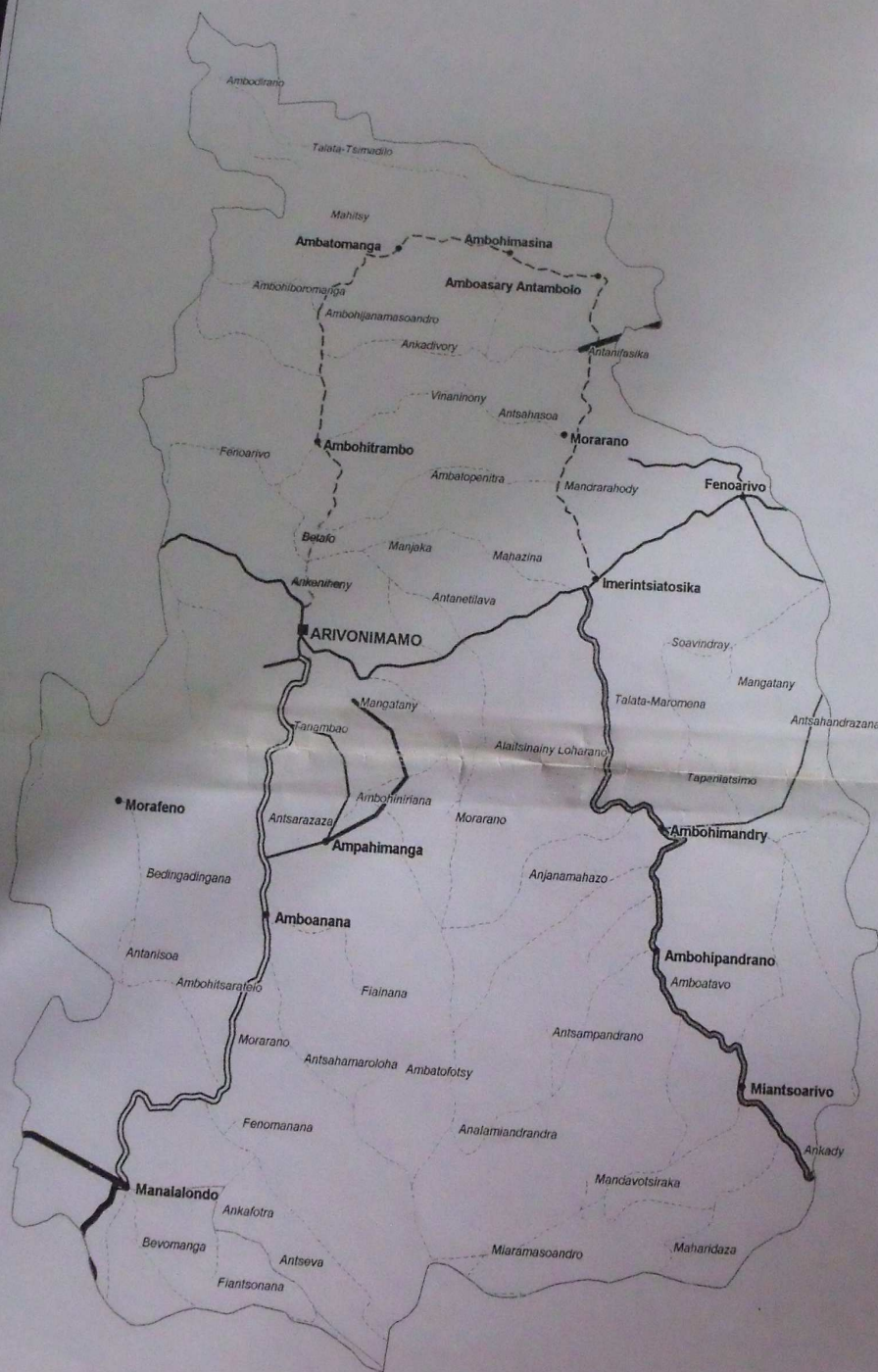
SECTIONS – POIDS – PERIMETRES NOMINAUX

Ø [mm]	Section s [cm2]	Ø [mm]	Poids [kg/m]	P.N. [cm]									
	1 barre	2 barres	3 barres	4 barres	5 barres	6 barres	7 barres	8 barres	9 barres	10 barres			
5	0.196	0.392	0.589	0.785	0.981	1.18	1.374	1.57	1.76	1.96	5	0.154	1.57
6	0.283	0.565	0.848	1.13	1.414	1.69	1.979	2.26	2.54	2.83	6	0.222	1.80
8	0.503	1.00	1.50	2.01	2.513	3.01	3.518	4.02	4.52	5.03	8	0.394	2.51
10	0.785	1.57	2.35	3.14	3.925	4.71	5.498	6.28	7.07	7.85	10	0.616	3.14
12	1.13	2.26	3.39	4.52	5.65	6.78	7.92	9.04	10.18	11.31	12	0.887	3.77
14	1.54	3.08	4.62	6.16	7.70	9.24	10.78	12.32	13.85	15.39	14	1.208	4.40
16	2.01	4.02	6.03	8.04	10.05	12.10	14.07	16.13	18.15	20.17	16	1.578	5.13
20	3.14	6.28	9.42	12.57	15.71	18.85	21.99	25.13	28.15	31.43	20	2.466	6.28
25	4.91	9.82	14.73	19.63	24.54	29.45	34.36	39.27	44.18	49.09	25	3.853	7.25
32	8.04	16.08	24.13	32.17	40.21	48.25	56.30	64.34	72.38	80.42	32	6.313	10.05
40	12.57	25.13	37.70	50.27	62.83	75.40	87.96	100.53	113.10	125.66	40	9.964	12.57

ANNEXE N°VIII

PROGRAMME QUINQUENNAL DE REHABILITATION DES ROUTES FIVONDRONANA ARIVONIMAMO

PROGRAMME QUINQUENNAL DE REHABILITATION DES ROUTES FIVONDRONANA ARIVONIMAMO



LEGENDE

Route nationale
Route d'intérêt Provincial

Routes réhabilitées en 2002

IPPTE/FER
PAA

Routes réhabilitées en 2003

VPM/PST
FER/PAA
FED
FID
FIFAMANOR
NORAD
PAA
PAA/AGETIPA
SECALINE
VPM/MTP

Routes réhabilitées en 2004

FER/PAA
PAA
VPM/PST

Routes réhabilitées en 2005

PAA
VPM/PST

Routes réhabilitées en 2006

PAA
VPM/PST

Routes réhabilitées en 2007

PAA
VPM/PST

Routes réhabilitées en 2008

PAA
VPM/PST

0 5 10
kilomètres

Auteur : R. RAOBIMAMY Jocelyn

Adresse : Lot VR 54 R Ambohidraserika-Mahazoarivo

Téléphone : 033 25 105 46 / 034 01 533 82

E-mail : joceroby6@gmail.com

Titre du mémoire :

« ETUDE DE REHABILITATION DE LA R.I.P 84 RELIANT ALAKAMISIKELY à MANALAL ONDO »

Nombre de page : 135

Nombre des tableaux : 48

Nombre des figures : 10

RESUME

La route est un véritable vecteur de toutes nos actions, elle représente la principale mode de transport des personnes et des marchandises dans notre pays ; elle est donc le poumon de notre économie. L'étude de réhabilitation de la Route d'Intérêt Provinciale numéro 84, reliant la Commune Rurale d'Alakamisikely et la Commune Rurale de Manalalondo sur une distance de 12 km, a parcouru plusieurs phases, à savoir : Premièrement, la présentation du projet et l'aspect économique qui concerne surtout le domaine socio-économique. Deuxièmement, les études techniques concernant la route proprement dite et ces entourages. C'est à dire le diagnostic de la route en débutant sur l'analyse de l'état actuel de la route et des ouvrages puis en évoquant les tronçons homogènes et enfin par les propositions de la réhabilitation de chaque tronçon homogène. Sans oublier dans le plan technique, on parlera du dimensionnement de la chaussée, les dimensionnements et vérifications hydraulique et mécaniques des ouvrages. Et troisièmement, les études financières qui prévoient le coût d'investissement nécessaire et la rentabilité du projet. Vue la potentialité de développement sur le côté social, économique et culturel que cette route peut apporter, elle mérite vraiment d'être réhabilitée et d'être entretenue le long de sa période de service. Elle constitue une solution rapide et durable aux préoccupations prioritaires des riverains notamment au niveau lutte contre la pauvreté, car elle constitue la seule opportunité d'injection monétaire de cette zone.

Mots clés : Route, réhabilitation, étude, projet, économique, diagnostic, analyse, ouvrages, tronçon homogène, dimensionnement de la chaussée, vérification hydraulique, vérification mécanique, coût d'investissement, rentabilité, période de service

ABSTRACT

The road is a real vector of all our actions, it represents the main mode of transport of people and goods in our country; it is the lung of our economy. The rehabilitation study of the Road of Provincial Interest number 84, connecting the Rural Municipality of Alakamisikely and the Rural Commune of Manalalondo on a distance of 12 km, has gone through several phases, namely: First, the presentation of the project and the aspect which concerns mainly the socio-economic field. Secondly, the technical studies concerning the road proper and these surroundings. That is the diagnosis of the road starting from the analysis of the current state of the road and works then evoking the homogeneous sections and finally by the proposals of the rehabilitation of each homogeneous section. Without forgetting in the technical plan, we will talk about the dimensioning of the road, the sizing and hydraulic and mechanical checks of structures. And thirdly, the financial studies that provide for the necessary investment cost and profitability of the project. View the potentiality of development on the social, economic and cultural side that this road can bring, it really deserves to be rehabilitated and maintained along his period of service. It is a quick and sustainable solution to priority concerns residents especially in the fight against poverty, because it is the only opportunity for monetary from this area.

Key words: Road, rehabilitation, study, project, economic, diagnosis, analysis, works, homogeneous section, pavement design, hydraulic verification, mechanical inspection, investment cost, profitability, period of service

Rapporteur : Monsieur RANDRIANTSIMBAZAFY Andrianirina