

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS

LEXIQUE DES ABREVIATIONS

LISTE DES NOTATIONS

INDEX DES FIGURES

INTRODUCTION GENERALE

PARTIE I : ETUDES PRELIMINAIRES

Chapitre 1 : Généralité sur le projet

Chapitre 2 : Monographie de la zone d'influence

PARTIE II : ETUDE TECHNIQUE

Chapitre 3 : Diagnostique de la chaussée

Chapitre 4 : Etude de trace

Chapitre 5 : Etude de trafic

Chapitre 6 : Dimensionnement de la chaussée

Chapitre 7: Etude des matériaux

Chapitre 8 : Etude hydrologique et hydraulique

PARTIE III : TECHNOLOGIE DE MISE EN OEUVRE

Chapitre9 : Travaux de Terrassements

Chapitre 10 : Mise en œuvre de la couche de fondation

Chapitre 11 : Mise en œuvre de la couche de base

Chapitre 12 : Mise en œuvre de la couche d'imprégnation

Chapitre 1 3 : Mise en œuvre de la couche d'accrochage

Chapitre 1 4 : Mise en œuvre de la couche de roulement en béton bitumineux

Chapitre 1 5 : Mise en œuvre de l'ouvrage d'assainissement

Chapitre 1 6: Les différents essais lors de l'exécution des travaux routiers de la RNS5A

PARTIE IV : EVALUATION DU COUT DU PROJET ET ETUDE D'IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX

Chapitre 17 : Devis descriptif

Chapitre 18 Devis quantitatif

Chapitre 19 : Devis estimatif

Chapitre 20 : Etudes d'impacts Environnementaux

CONCLUSION

BIBLIOGRAPHIE

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|---|-----------|
| Tableau 01 : récapitulatif de la Dégradations de la route | 26 |
| Tableau 01 : récapitulatif de la Dégradations de la route | 26 |
| Tableau 02 : récapitulatif de la Dégradations des ouvrages d'art..... | 28 |
| Tableau 03 : types de profil en travers | 29 |
| Tableau 03 : types de profil en travers | 29 |
| Tableau 04 :Trafic passé | 30 |
| Tableau 04 :Trafic passé | 30 |
| Tableau 04 :Trafic passé | 32 |
| Tableau 05 :Valeur de α en fonction de taux d'accroissement de véhicules..... | 33 |
| Tableau 06 :Valeur de α en fonction de taux d'accroissement de véhicules..... | 33 |
| Tableau 06 :Valeur de α en fonction de taux d'accroissement de véhicules..... | 33 |
| Tableau 07 :Classification du trafic en nombre cumulé d'essieux standard N | 34 |
| | |
| Tableau 08 : Epaisseur minimale de CR et CB | 36 |
| | |
| Tableau 09 : Epaisseur réelle de chaque couche (cm)..... | 36 |
| | |
| Tableau 10 : Epaisseur réelle de chaque couche (cm)..... | 38 |
| | |
| Tableau 11 : Epaisseur réelle de chaque couche (cm)..... | 38 |
| | |
| Tableau 11 : Epaisseur réelle de chaque couche (cm)..... | 39 |
| | |
| Tableau 12 : Valeur de K en fonction du résultat du comptage de trafic)..... | 39 |
| | |
| Tableau 13 : Classification du trafic MJA..... | 39 |
| | |
| Tableau 14 : classe de trafic | 39 |
| | |
| Tableau 15 : Valeurs du facteur de cumul C | 40 |

| | |
|--|-----------|
| Tableaux 16 : Cette couche est choisie selon le tableau ci après | 40 |
| Tableaux 17 : Classe de portance à long terme de la plate forme support..... | 40 |
| Tableaux 18 : valeur de trafic cumulé NE..... | 40 |
| Tableaux 19 : Echelle de portance de la plateforme..... | 41 |
| Tableaux 19 : Echelle de portance de la plateforme..... | 41 |
| Tableau 20 : Spécification des matériaux de pour couche de forme | 43 |
| Tableau 21 : Matériaux pour couche de fondation | 44 |
| Tableau 22 : Fuseau de spécification pour couche de base..... | 45 |
| Tableau 23 : Emulsion cationique de bitume..... | 46 |
| Tableau 24 : Récapitulatif des matériaux de la couche de roulement en béton bitumineux..... | 47 |
| Tableau 25 : Récapitulatif des épaisseurs pour couches de roulement..... | 47 |
| Tableau 26 :Récapitulatif de la composition et destination des bétons | 48 |
| Tableau 27 : gisement meuble de la RNS5A..... | 49 |
| Tableau 28 :Récapitulation LA ET MDE PK 60et PK 115..... | 50 |
| Tableau 28 :Récapitulation LA ET MDE PK 60et PK 115..... | 50 |
| Tableau 29 : pluviométrie maximal de la région SAVA..... | 50 |

| | |
|---|------------|
| Tableau 29: pluviométrie maximal de la région SAVA..... | 51 |
| Tableau 30 : Coefficient de ruissellement..... | 51 |
| Tableau 30 : Coefficient de ruissellement..... | 52 |
| Tableau 31: Valeurs de et de la vitesse d'affouillement..... | 53 |
| Tableaux 32: Caractéristique du béton..... | 58 |
| Tableaux 33 : Valeur de $110\sqrt{\eta} * ft_{28}$ | 60 |
| Tableau 34 : contrôle de la couche de fondation..... | 67 |
| Tableau 35 : Spécification pour les couches des bases en matériaux latéritiques..... | 69 |
| Tableau 36 : contrôle MO/ enduit superficiel..... | 77 |
| Tableau 37 : Classe suivant les portances du sol..... | 84 |
| Tableau 37 : Classe suivant les portances du sol..... | 85 |
| Tableau 38 : échantillon du bloc de roche broyée..... | 87 |
| Tableau 39: Devis Quantitatif..... | 108 |
| Tableau 39: Devis Quantitatif..... | 109 |
| Tableau 39: Devis Quantitatif..... | 110 |
| Tableau 39: Devis Quantitatif..... | 111 |
| Tableau 39: Devis Quantitatif..... | 112 |
| Tableau 40 : Détermination du coefficient de déboursé K1..... | 113 |
| Tableau 41 : Détail Quantitatif et Estimatif..... | 114 |
| Tableau 41 : Détail Quantitatif et Estimatif..... | 114 |
| Tableau 41 : Détail Quantitatif et Estimatif..... | 114 |
| Tableau 41 : Détail Quantitatif et Estimatif..... | 115 |
| Tableau 41 : Détail Quantitatif et Estimatif..... | 116 |

| | |
|---|-----|
| Tableau 41 : Détail Quantitatif et Estimatif..... | 117 |
| Tableau 41 : Détail Quantitatif et Estimatif..... | 118 |
| Tableau 41 : Détail Quantitatif et Estimatif..... | 119 |
| Tableau 41 : Détail Quantitatif et Estimatif..... | 120 |
| Tableau 41 : Détail Quantitatif et Estimatif..... | 121 |
| Tableau 42 : Récapitulation de la BDE..... | 121 |
| Tableau 43 : Milieu biophysique..... | 123 |
| Tableau 44 : Milieu humain..... | 123 |
| Tableau 44 : Milieu humain..... | 124 |
| Tableau 45 : Milieu biophysique..... | 124 |
| Tableau 46 : Milieu humain..... | 124 |
| Tableau 47 : Milieu biophysique..... | 124 |
| Tableau 47 : Milieu biophysique..... | 125 |
| Tableau 48 : Milieu humain Tableau 47 : Milieu biophysique..... | 125 |

LISTE DES FIGURES

| | |
|---|----|
| Figure 1 localisation du projet | 3 |
| Figure 2 structures suivant la méthode LCPC..... | 33 |
| Figure 3 structures suivant la méthode LNTPB..... | 34 |
| Figure 4 schémas de calcul..... | 50 |
| Figure 5 coupes transversales..... | 52 |
| Figure 6 coupes longitudinales des armatures..... | 56 |
| Figure 7 dispositions constructives..... | 56 |
| Figure 8 échantillon humidifies..... | 86 |
| Figure 9 essai Proctor modifie..... | 86 |

LISTE DE PHOTOS

Photo 1:Nid de poule au RN 5A PK 0 + 000 au RN 5APK 0 + 050

Photo 2:Ravinement Longitudinal Au RN 5A PK10+500 au PK 10+600

Photo 3:Ensablement Au RN 5A PK 13+100 au RN 5A PK 13+200

Photo 4:Profil en W Au RN 5A Pk 20+050 au Pk 20+102

Photo 5:Bourbier au RN 5A Pk 20+110 au Pk 20+114

Photo 6:Bouchage de fosse PK5 + 500 au PK5 + 600

Photo 7:Envahissement par la végétationPK10+500 au PK10+900

Photo 8 :fleuve de MANTALIAKA

Photo 9 :Carrière du PK 15

Photo 10:Travaux de terrassement

Photo 11:Essai de cône ABRAMS

LISTE DES ABREVIATIONS

- ACP:** Afrique Caraïbe et Pacifique
- ARM:** Autorité Routière de Madagascar
- B.B :** Béton Bitumineux
- CBR:** Californian Bearing Ratio
- CD:** Coté Droite
- CEBTP :** Centre d'Etudes et d'expérimentation en Bâtiments et Travaux Publics
- CG:** Côté Gauche
- CEM I:** Cement I
- CEMII:** Cement II
- CHDI:** Centre Hospitalier du District niveau 1
- CHDII :** Centre Hospitalier du District niveau 2
- CPT:** Cahier de Prescription Technique
- CSBI:** Centre de Santé de Base niveau 1
- CSBII:** Centre de Santé de Base niveau 2
- ECR:** Emulsion Cationique Rapide
- EDC:** Enrobé Dense à Chaud
- ELS :** Etat Limite de Service
- ES :** Enduit Superficiel
- ESE :** Essieu Standard Equivalent
- ESPA :** Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo
- FED :** Fond Européen de Développement
- FJKM :** Fiangonan'i Jesoa Kristy eto Madagasikara
- FKT :** Fokontany
- FLM :** Fiangonana Loterana Malagasy
- FTM :** Foiben'ny Taosary Malagasy
- GCNT:** Grave Concassé Non Traité
- JIRAMA :** JIro sy RAno Malagasy
- LA:** Los Angeles
- LCPC :** Laboratoire de Contrôle des Ponts et Chaussée
- LNTPB :** Laboratoire National de Travaux Publics et Bâtiments
- M.S:** Matériaux Sélectionné
- M.T.P.M:** Ministère des Travaux Publics et de la Météorologie
- MDE:** Micro-Deval d'Eau
- PK :** Point Kilométrique
- PL :** Poids Lourds
- RRL:** Road Research Laboratory
- RNP 6:** Route Nationale Provinciale numéro 6
- RNS 5 :** Route Nationale Secondaire numéro 5
- TTC :** Toute Taxe Comprise
- TVC :** Tout Venant de Concassage
- TMJ:** Trafic Moyenne Journalière
- UE:** Union Européenne
- VP:** Véhicule Particulier
- ECB :** Ancienne Couche de Base
- ECF :** Ancienne Couche de Fondation
- Cold Asphalte** (bitume froide)

CR : communes rurales

CU : communes urbaines

DREN : Direction Régionale de l'Education Nationale

ECR : Emulsion Cationique Rapide

ESB : Enduit Superficiel Bicouche

GTE : Guide de Travaux Entretien

IST : Infections sexuellement transmissibles

FNUE : Fonds des Nations Unies pour l'enfance

FMF : Fréquence modulaire

GB : Grave Bitume

GCNT : Grave Concassée Non Traitée

GNT : Grave Non Traitée

ECF : Enrobée Coulée à Froid

ES : Equivalent de Sable

LISTE DES ANNOTATIONS

- BA : Béton Armé
 BV : Bassin Versant
 Lp : Largueur de la Plate forme
 MO : Manœuvre
 MO : Maitre d'œuvre
 MS : Matériaux Solutionnés
 ES : Enduit Superficiel
 PK : Point Kilométrique
 PV : Prix Unitaire
 RN : Route Nationale
 RNT : Route National Tertiaire
 WL : Limite de Liquidité
 Wp : Limite de Plastique
 C.A : Coefficient d'Aplatissement

Unités

- Ar : Ariary
 Cm : Centimètre
 Cm^2 : Centimètre Carré
 Img : Franc Malagasy
 Kg : Kilogramme
 Km : Kilomètre
 Kg/m^2 : Kilogramme par Mètre Carré
 Km^2 : Kilomètre Carré
 Km/m : Kilomètre par mètre
 m : Mètre
 m/m : Mètre par Mètre

m/s : Mètre par Seconde

m^2 : Mètre Carré

m^3 : Mètre Cube

ml : Mili Mètre

mn : Minute

Mpa : Méga Pascal

T : Tonme

Tm : Tomme mètre

T/m : Tonne par Mètre

U : Unité

Symboles

C : Coefficient de ruissellement de la surface de précipitation

P : Pente du Bassin du Bassin versant en tempes et de période P

QP : Début d'eaux à l'exutoire d'un bassin versant

Q : Débit que peut évacuer des fossés

R : Rayon hydraulique

B : Largeur intérieur de la fosse

H : Hauteur d'eau dans le fossé

P : Pente longitudinale du cours d'eau dans le fossé

K : Coefficient de rugosité de la surface du fossé

Tc : Temps de concentration

V : Vitesse d'écoulement de l'eau dans le fossé

W : Ouverture efficace de fossé

X : Permettre mouillé du fossé

Vaff : Vitesse d'affouillement

Vens : Vitesse d'ensablement

MS : Matériaux Sélectionnés

Mpa : Méga Pascal

MDÈ : Micro-Deval de l'Eau

INTRODUCTION

Actuellement, les routes occupent une place prépondérante à Madagascar. Le réseau routier joue un rôle de tout premier ordre pour le développement général d'un pays, surtout dans les domaines des échanges commerciaux, socio-économiques.

Pour assurer des liaisons permanentes entre les régions, on reconnaît quel' existence des réseaux routiers en bon état est la meilleure façon de surmonter de nombreuses difficultés sur tous les plans.

L'objectif essentiel aux conceptions de routes a été la réalisation de chaussées résistantes et économiques c'est-a-dire que de la qualité de la conception et de la réalisation initiale dépendent en grande partie le succès économique des opérations routières et les conditions ultérieures de maintenance de ces infrastructures.

Les solutions aux problèmes de choix stratégiques et économiques sont aussi souvent des solutions techniques.

De par les critères que nous allons développer, il existe des routes qui nécessitent Une étude d'aménagement. Cette étude doit être menée à bien pour la pérennité de la route. Pour cela, il faut admettre des principes et techniques bien adaptées pour éradiquer les anomalies existantes de la structure.

C'est au terme de cette étude de d'aménagement basée sur ces principes et techniques adaptées que le présent mémoire nous à été proposé.

Notre étude se divise en quatre grande partieAlors, dans la première partie, nous verrons l'étude préliminaires de la région SAVA; dans la deuxième partie, l'étude technique; dans la troisième parties, la technologie de mise en œuvre et dans la quatrième parties l'étude financière et l'impact environnementaux.

PARTIE I : ETUDES PRELIMINAIRES

CHAPITRE I : GENERALITE SUR LE PROJET

1-Contexte générale

Les travaux objet de ce projet concernent le bitumage de la route nationale n°5A entre Ambilobe et Vohemar, longue de 156km .Les travaux concernent les sections suivantes :

- Lot n°1 : Ambilobe-Maromokotra : du PK00+000 au PK64+436
- Lot n°2: Maromokotra-Daraina : du PK64+436 au PK105+103
- Lot n°3: Daraina-Vohemar: du PK105+103 au PK153+824

2-Historique de la RN5 A

Pendant la saison des pluies les riverains et les utilisateurs de la route à des problèmes sur la communication entre les régions.Madagascar s'orientent vers les élections présidentielles.

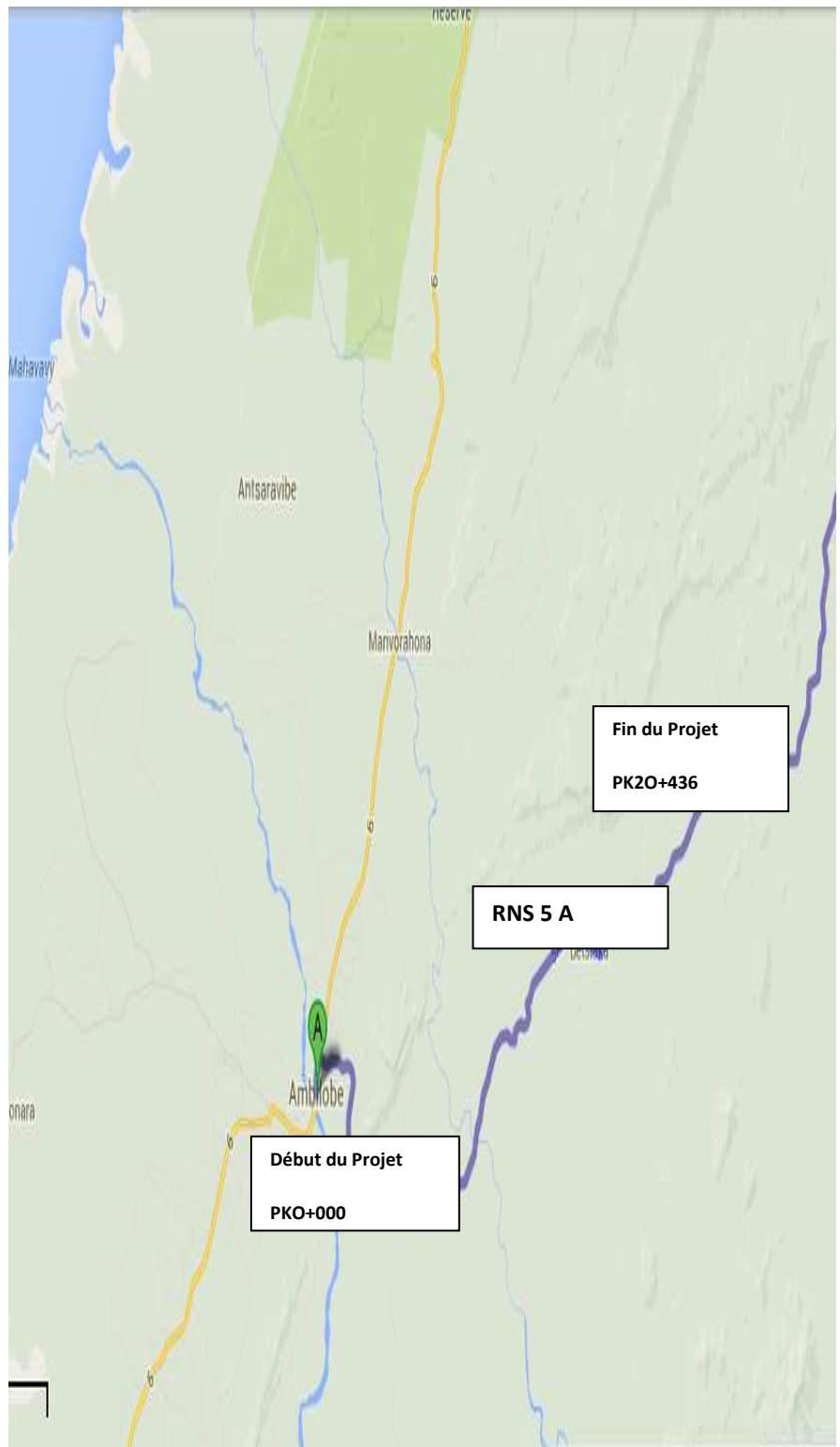
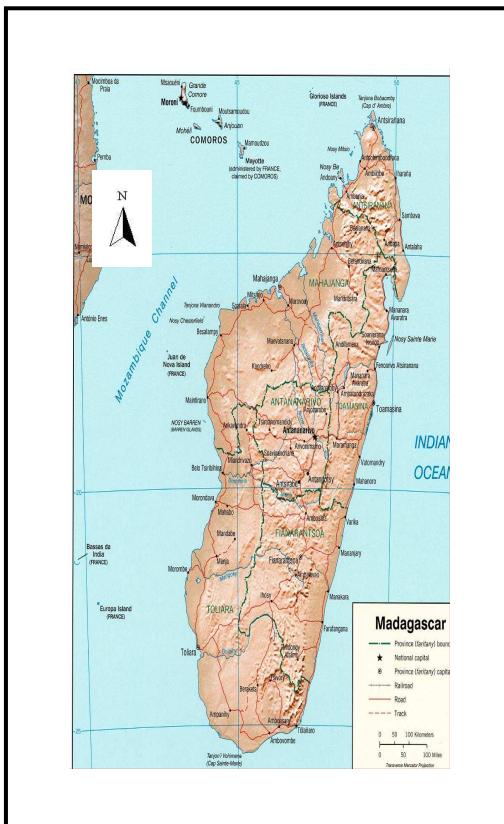
Les conditions sont réunies pour entendre prochainement de belles promesses sur l'aménagement de la mythique route reliant Ambilobe à Vohemar en passant par Daraina .Après quelques années d'oubli, les politiciens s'y intéressent à nouveau. On peut dire que la promesse d'aménagement de la RN 5A reliant Ambilobe à Vohémar ne peut laisser les pratiquants de cette route insensibles. Dernièrement, une délégation de parlementaires de la Transition a effectué une descente sur les lieux pour constater de visu le piteux état d'une partie de ce tronçon. Un peu plus de 150 kilomètres de routes, des mares de boue laissées par les dernières pluies et crachins ou encore des trous à hauteur de hanche creusés par les derniers poids lourds pouvant s'y aventurer, tels sont les paysages aux alentours de Daraina. Un peu plus de 150 kilomètres qui nécessiteront au moins deux jours pour passer le transit entre la Diana et la SAVA.

Ce tronçon de route fait l'objet de belles promesses d'aménagement pendant les campagnes électorales depuis le régime Ratsiraka. Des travaux de remblayage effectués pendant l'ère Ravalomanana ont donné à la population locale, une lueur d'espoir qui ne pouvait que s'éteindre avec le putsch de 2009.

Le « Lalana tsy azo hoanina » a succédé au « Tohizo ny lalantsika », sauf que le slogan devrait changer sous peu. Les membres du parlement de la Transition s'indignent en effet sur le fait que cette portion de la RNS 5A ait été délaissée par les régimes qui se sont succédé. Des enquêtes ont également été ouvertes sur l'attribution du marché de réhabilitation de cette route sous des circonstances douteuses à une entreprise jugée incompétente. On se demande jusqu'à quand ces acteurs politiques de la Transition ouvriront le balai des promesses de la reprise des travaux sur cet axe. En ce qui concerne leur réalisation, il n'est pas déplacé d'avancer que ça demeure une utopie. Vu l'entrée de Madagascar dans les quatrièmes républiques.

3- Localisation du projet

Le projet est situe a l'angle Nord Est de Madagascar, dont le point de départ est la ville Ambilobe à l'extrême de l'ouest, et le point de destination est la ville de Vohemar à l'extrême de l'est, Le trace commence au carrefour de la RN6 dans la ville d'Ambilobe au PK00+000 et arrive jusqu'au PK155. Mais notre étude sur le projet concerne exclusivement le trace du PK00+000 au PK20+236



Echelle : 1/1 500 000

Figure 2 Localisation du projet

4- Buts du projet

Les objectifs principaux relatifs à ce projetsont :

- Le désenclavement afin d'éviter le handicap de la compétitivité des produits : approvisionnement, ravitaillement des populations enclaves en produits de premièrenécessité,
- L'amélioration de la distribution de leurs produits agricoles et l'élevage vers les régions qui manquent et qui en ont besoin,
- La valorisation du potentiel touristique et agricole de cette partie de la région de SAVA qui est riche en produit d'exportation comme la vanille, girofle, cafe,
- Maintenir la continuité du parcours de l'itinéraire,
- D'améliorer la condition de confort et de sécurité.

5- Zone d'influence

On désigne par zone d'influence du projet la zone ou le projet fera effet et apportera des avantages .La zone d'influence concernant ce tronçons de la RNS5A entre Ambilobe et Daraina s'étend de la ville de Vohemar a Antalaha et est constituée par tous les villages chefs-lieux des communes qui tissent des relations commerciales entre eux :

La villeAntalaha, Ampahana, Ambinanifaho, Lanjarivo, Ampohibe, Marofinaritra, Antombana, Vinanivao.

CHAPITRE II : MONOGRAPHIE DE LA ZONE D'INFLUENCE

1. Généralité

La présente route relie la ville Ambilobe et la ville de Vohemar et elle est à la fois chemin unique pour les habitants le long de la routes de fournir des matériaux de vie et de communiquer à l'extérieur. Alors l'étude socio économique est un paramètre à étudier pour avant la réalisation du projet.

2. Délimitation de la zone d'influence

La région est limitée à l'Est par l'Océan Indien, au Nord par la sous-préfecture d'Antsiranana II, à l'Ouest par les sous-préfectures d'Ambilobe et de Bealalana et au Sud par les confins de la Province Autonome de Tamatave et de la baie d'Antongile

3. Milieu physique

a) Relief et paysages

La zone nord-est de Madagascar constitue un ensemble massif qui est marqué par le contact rapide et brusque entre les hautes terres et la mer.

Du point de vue géomorphologique, la région juxtapose des formes variées : volcaniques, quartziques et cristallines.

Les principales unités de relief sont les suivantes :

Les reliefs du socle : ils correspondent essentiellement à des unités tectoniques spécifiques. Les mouvements tectoniques et orogéniques affectant la masse continentale, suivis par des volcanismes répétitifs de la fin du Tertiaire et du Quartaire ont mis en place des reliefs de types variés : plateau, horst, graben. Ainsi, les failles ont découpé cette région en blocs massifs vigoureusement disséqués par l'érosion. Le plateau de Makira et la presqu'île de Masoala sont des horsts encadrant le graben de la baie d'Antongil;

Les bassins sédimentaires : cette zone se caractérise par le contact socle – sédimentaire.

Le volcanisme y a fait apparaître de nombreux lacs et dépressions. La cuvette d'Ankaibe s'étend largement et offre d'excellente zone de cultures de rente ;

La côte : il s'agit des côtes à haute falaise marine à plus de 1.500 m d'altitude se localisant au niveau du Cap Masoala et de la baie d'Antongil. C'est là où le plateau continental prend une extension importante couvrant 2.750 km² et 25 miles de large. Le Cap Masoala est entouré de nombreux îlots. La côte est parsemée de bourrelets dunaires et des végétations adaptées aux milieux côtiers tropicaux. De maigres mangroves sont localisées dans de rares endroits.

On distingue deux grandes catégories de terrains à savoir :

Le terrain sédimentaire

Le terrain cristallin

Terrains sédimentaires :

Formés principalement par des apports fluviaux et éoliens. Ces terrains relativement récents se sont emboîtés dans des couches plus anciennes et qui constituent la plus grande partie d'une étroite plaine côtière. Cette plaine, constituée de terrains sédimentaires repose en grande partie sur un socle précambrien.

Terrains cristallins :

Formés de différents types de roches (granites, gabbros, migmatites) qui se sont formées à la surface où à l'intérieur de la terre quand elles sont d'origine volcanique.

Le passage fréquent de violents cyclones et l'abondance des pluies favorisent le phénomène érosif et changent souvent les paysages cristallins en reliefs accidentés.

b) Le climat

Le climat est de type tropical chaud et humide caractérisé par deux saisons distinctes : saison chaude qui va d'octobre en avril, caractérisée par des pluies abondantes et des températures élevées et saison fraîche allant de mai en septembre

Les quatre sous-préfectures disposent chacun d'une station météorologique, située à l'aéroport et dont la création remonte à la période coloniale.

c) Températures

A cause de la forte humidité atmosphérique et des précipitations abondantes et continues, les moyennes de températures sont quasi-identiques tout le long de la côte.

d) Pluviométrie

La zone d'Antalaha, Sambava et une partie de Vohémar sont caractérisées par une forte pluviométrie d'une moyenne annuelle de plus de 2 000 mm, une absence de mois véritablement sec et un faible déficit de saturation (3 à 5 mm).

La zone nord de la SAVA, Vohémar est caractérisée par une précipitation moyenne annuelle de 940 mm

Les vents

La façade nord-est, comme dans l'ensemble de la côte orientale est fortement exposée en permanence aux hautes pressions localisées au sud des Mascareignes.

Elle est influencée par les vents d'Est humides, l'alizé «Varatrazza», prédominant pendant pratiquement toute l'année. Les vents d'Ouest «Talio» apparaissent beaucoup moins fréquemment.

En saison des pluies, la majorité des vents ne dépassent pas 25 km/h, sauf durant les cyclones.

- **Cyclones**

De 1985 à 2002, neuf cyclones tropicaux ont traversé la région de la SAVA dont la plus intense est le cyclone tropical HUDAH qui a détruit la ville d'Antalaha à 90 %.

Humidité atmosphérique

La forte pluviosité traduit le haut degré hygrométrique des masses d'air baignant la région. En toutes saisons, le taux d'humidité reste élevé, supérieur à 85 % au petit matin, abaissant ensuite entre 70 % et 76 % aux heures chaudes. Il atteint un maximum en été, un minimum en hiver avec une tendance au maximum secondaire en mai - juin.

- **Hydrographie**

Dans l'ensemble, la région de SAVA bénéficie d'un réseau hydrographique dense. De nombreux fleuves profondément encaissés sillonnent la région du Sud-est au Nord-est. Plusieurs barres de roches dures donnent naissance à des rapides interdisant la navigation et rendant difficile la construction des routes vers l'intérieur.

- **Les principaux cours d'eau**

Trois grands ensembles de cours d'eau caractérisent le paysage hydrographique de la région.

On peut citer du nord au sud :

sous-préfecture de Vohémar : Manambato, Fanambana, Manambery.

sous-préfectures d'Andapa et de Sambava : Bemarivo, Androranga, Lokoho, Mahanara, Sambava, Ankatoka.

sous-préfecture d'Antalaha : Ankavanana, Ankavia, Ankaviahely, Sahafihitra et Onive.

A partir des fortes pentes, les fleuves sont inaccessibles et les crues qui y sont particulièrement brutales présentent des débits très élevés. A titre d'exemple, il est à signaler que la crue annuelle de la Bemarivo atteindrait plus de 2000 m³/seconde selon les services techniques locaux.

- **Sols et végétations**

Le littoral est caractérisé par des sols peu évolués alluviaux plus ou moins hydromorphes et moyennement organiques. Les terres alluvionnaires silico-argileuses sont favorables aux cultures diversifiées.

Au niveau de l'estuaire de la LOKY (Vohémar) sont rencontrés des sols salés et des mangroves.

Dans les zones de reliefs forestiers multifaces, au niveau de Vohémar et à l'Ouest de Sambava et d'Antalaha s'étend une large bande de sols ferralitiques et ferrugineux tropicaux peu évolués.

Au niveau du massif de Tsaratanana est localisée une zone alluviale quaternaire et un bourrelet dunaire, quaternaire dans l'extrême Sud, ainsi que des épanchements essentiellement basaltiques du tertiaire et du quaternaire.

Il s'agit de :

forêt dense ombrophile de moyenne altitude s'étalant sur toute la partie Est. LeMasoala et le Marojejy y constituent des « réserves naturelles »

forêt secondaire « savoka » qui domine le sud et l'ouest de la région.

La végétation forestière laisse peu de place à l'élevage savanes herbeuses là où la saison sèche est plus marquée. Elles sont composées surtout d'un tapis graminée, plus ou moins denses où dominent les espèces vivaces.

L'incendie annuel de ces formations permet une repousse rapide ; en revanche, il est responsable de la pauvreté floristique qui est l'une des caractéristiques de la savane.

Les graminées, les arbres, sont adaptés au feu. Aussi retrouve-t-on presque toujours les mêmes espèces Pyrophiles favorables à l'élevage bovin, des prairies côtières notamment à Stenotaphrum et Axonopus, savanes et steppes à Aristida.

4. Milieu humain et social

Les chiffres et données sur la population et la démographie, selon les différentes sources locales ne concordent pas, et sont parfois imprécis et souvent peu fiables. Les données quantitatives émanant des services statistiques des Sous-préfectures ne sont que de simples estimations établies à partir des renouvellements des listes électorales ; celles des autres services techniques décentralisés ne peuvent être considérées qu'à titre indicatif.

Aussi, pour avoir une unicité de point de repère, les données chiffrées du RGPH constitueront-elles les seules bases fiables d'analyse au cas où elles existent.

Effectif et évolution

Le total de la population de la région de la SAVA est estimé à 701 227 en 1999 (Projection 1999 de la DDS), représentant près des deux tiers de la population du Faritany d'Antsiranana, mais constituent à peine 5% de l'effectif national.

Cette population est inégalement répartie dans les quatre sous-préfectures dont 32 % à Sambava, 26% à Antalaha, 22 % à Vohémar et 20% à Andapa. Respectivement de 44 hab./km²

La plus grande concentration humaine dans la SAVA par rapport à la zone Ouest du Faritany d'Antsiranana, s'explique en grande partie par l'attrait des activités économiques reconnues hautement lucratives : cultures de rente (café, vanille, girofle, poivre), la recherche et le travail de l'or, les activités commerciales et autres emplois informels considérés emplois de subsistance en général, mais parfois pécuniairement rentables de façon sporadique.

Croissance démographique

Natalité

Le taux régional de natalité de 3,5 %, bien que relativement élevé, est nettement inférieur au taux de natalité moyen pour Madagascar qui était de 4,33 % en 1992 selon l'Enquête Nationale démographique et sanitaire. Il est très difficile d'admettre que la région de SAVA est moins prolifique que l'ensemble du pays étant donné que la quasi-totalité des responsables s'accordent à dire d'une part que les relations sexuelles sont précoces et libres dans la région et d'autre part, l'utilisation des contraceptifs est limitée à une minorité des intellectuels urbains.

Par ailleurs, la région étant fortement christianisée, la pratique de l'avortement serait normalement condamnée. Une des rares explications défendables serait une sous-déclaration des naissances : une partie des naissances rurales ne seraient pas enregistrées aux bureaux de l'état civil.

Mortalité

La projection 1999 de la population de la Direction Démographique et Sanitaire de l'INSTAT ne donne pas les taux de mortalité ou de natalité. Ainsi on a retenu les résultats du RGPH 1993.

Taux d'accroissement naturel

Le taux d'accroissement naturel, égal à la moyenne nationale de 2,8 %, mérite certaines réflexions ; ce taux régional provient d'une natalité relativement faible et d'une mortalité anormalement basse enregistrée au niveau des Firaiana, ce qui ne semble pas traduire la réalité.

Composition et répartition

Population urbaine et population rurale

Le nombre de la population urbaine dans les quatre sous-préfectures semble singulièrement sous estimé.

La ville de Vohémar serait plutôt un centre administratif qu'économique, les migrants préfèrent aller vers d'autres zones plus prospères (Sambava-Antaha).

Antalaha

En milieu urbain, l'on note une certaine irrégularité chez les femmes

La mortalité infantile juvénile est relativement faible,

Vohémar

En milieu urbain, la pyramide montre un nombre plus important de femmes que d'hommes avec une différence de 8 %.

La pyramide connaît une allure régulière avec un net équilibre entre hommes et femmes pour les personnes de plus de 45 ans.

Services sociaux

Santé

Infrastructures

En ce qui concerne les infrastructures sanitaires, chaque sous-préfecture dispose d'un Centre Hospitalier de District (CHD 2 - 1) public ou privé Néanmoins, les centres de soins de base existants dans la sous-préfecture de Vohémar n'ont pas été recensés et leur fonctionnalité non définie.

Couverture sanitaire

Les données présentées dans le tableau ci-après montrent que la structure sanitaire en place est en déséquilibre avec le nombre de population de la région ; Vohémar étant la plus vulnérable en matière de soins médicaux et de santé bucco-dentaire

Eau Potable

Le taux d'accès de la population à l'eau courante, à la pompe publique, à la pompe aspirante et aux puits serait de 3,8 % seulement pour l'ensemble du Faritany contre un taux de 36,9 % pour l'ensemble de Madagascar.

Etat Sanitaire

Parmi les motifs de consultation ou d'hospitalisation, le paludisme représente la principale maladie qui handicape la population active.

Enseignement et éducation

Enseignement primaire et secondaire

Infrastructures

Depuis 1975, le Pouvoir public a énormément investi dans le secteur éducation. Grâce aux efforts de la population et de ses élus, l'effectif des établissements scolaires aurait triplé de 1975 en 1982.

Enseignement public

L'infrastructure scolaire publique épouse celle de l'administration telles que :

Une Ecole Primaire Publique (EPP) par fokontany,

Un Collège d'Enseignement Général (CEG) par firaismampokotany,

Un Lycée par Sous-préfectures

Une Université par province.

Ecole privées

La SAVA compte 9130 élèves pour 39 écoles privées disposant de 187 salles, soit 48 élèves par salle de classe.

Au niveau secondaire, de l'enseignement privé, le 1er Cycle (CEG) comprend 3039 élèves pour 65 salles et les second cycle. (Lycées) pour 16 salles, soit respectivement 46 élèves par salle et 30 élèves par salle.

Enseignement spécialisé

Malgré un besoin exprimé par la population, la SAVA ne possède pas de lycée technique ni d'écoles publiques d'agriculture.

Infrastructures socioculturelles

Les salles de projection de cinéma grand écran ont depuis longtemps disparu. Les salles vidéo ont pris la relève et satisfont largement la demande dans les quatre sous-préfectures de la SAVA. C'est la qualité des films projetés qui est souvent sujette à des controverses notamment du point de vue de la moralité.

Services de sécurité

Police

Un Commissariat de Police implanté dans chaque chef-lieu de Sous-préfectures de SAVA y assure la sécurité. La zone de compétence théorique pour chaque commissariat est l'étendue de la sous-préfecture, mais pratiquement c'est le centre urbain. Les activités de la Police se résument en des actions préventives et répressives de toutes infractions (crime - délit - contravention) ainsi que le maintien de l'ordre.

La Gendarmerie

L'Unité de la Gendarmerie nationale de la SAVA est représentée par le Groupement de la Gendarmerie Nationale d'Antalaha ayant son siège dans le chef lieu de la sous-préfecture. Il couvre la région toute entière par la présence des Compagnies, Brigades et Pelotons au niveau des centres urbains et communs rurales.

Armée

On peut noter la présence de deux unités de l'armée dans la SAVA :

La 711^{ème} Compagnie de l'Armée de Développement à Fanambana Vohémar,

La BLIG ou Brigade Légère d'Intervention du Génie basée à Sambava.

Milieu économique

Secteur Agricole

Agriculture

Caractéristique globale

La région de la SAVA possède un potentiel agronomique important dû à ses conditions climatiques humides et à l'aptitude des sols favorables à toutes cultures tropicales et tempérées.

Caractéristiques d'exploitation

La production

Les cultures vivrières

D'une manière générale, la région de SAVA est déficitaire en cultures vivrières. Le tableau suivant donne la répartition des superficies par type de spéculations :

Le Riz

De toutes les cultures vivrières, le riz occupe une place prépondérante, étant l'aliment de base de la population.

Le café

Les caféiers couvrent 24 065 hectares et représentent environ 44 % des surfaces des cultures de rente de la zone de SAVA.

Le girofle

La culture du girofle constitue une activité secondaire dans la région de la SAVA. Elle couvre environ 640 hectares soit 1,34 % des superficies cultivées et se trouve essentiellement dans les sous-préfectures de Sambava, d'Antalaha et d'Andapa.

Elevage

Caractéristique globale

L'élevage bovin est le plus pratiqué dans la plupart des sous-préfectures. Les porcs ne sont présents significativement que dans les sous-préfectures d'Antalaha, de Sambava et d'Andapa. Concernant les ovins et les caprins, leur élevage est presque confidentiel

Le poulet est présent dans plus de la moitié des exploitations, et dans une moindre mesure le canard (30 % des exploitations).

5. Environnement

a) Etat de l'environnement

La région de SAVA, tout comme ses voisines du nord malgache est réputée par sa richesse biologique et la qualité de son environnement naturel. La flore et la faune y présentent un taux d'endémisme élevé.

Les écosystèmes terrestres, forestiers, marins et côtiers dans le nord est se distinguent particulièrement par son originalité.

Les différents statuts des formations forestières sont les suivants :

les réserves spéciales couvrant 33 000 hectares

les forêts classées occupent 123.381 hectares réparties sur 10 sites

b) Les Aires Protégées terrestres

L'on peut signaler l'existence dans la SAVA des réserves forestières suivantes : Marojejy ,Andrakaraka, Anjanaharibe ,Masoala ,Ratsianarana.

c) Les Aires Protégées Marines et côtières

Le Parc marin de Masoala a été créé en même temps que le Parc Terrestre par le décret n°97-141 du 02 février 1997. Sa superficie varie de 21 à 35 km².

Conclusion partielle

Grâce aux conditions géo-climatiques favorables et ses ressources naturelles, la Région SAVA dispose d'un atout majeur pour lancer son propre développement économique. En outre la Région possède un potentiel Agro-pastoral et Agro-industriel inestimable, malgré quelques lacunes constatées à propos du secteur social qu'il faudrait à tout prix améliorer.

La Région de SAVA jouit à la fois de deux paramètres physiques : la zone du nord grand producteur de vanille, girofle, café et la plaine littorale de l'Ouest grand fournisseur des produits de la pêche maritime ou d'eau douce. La RNS5A joue un rôle essentiel pour faciliter la communication et les échanges commerciales et culturelles entre les deux zones à reliefs différents.

En bref, c'est une Région riche en potentiel économique immense, qui mérite d'être exploité.

PARTIE II : ETUDE TECHNIQUE

CHAPITRE III : DIAGNOSTIQUE DE LA CHAUSSEE

Le diagnostic de la chaussée consiste à identifier les causes et la nature des dégradations routières et de ses dépendances, en vue de proposer les remèdes et les solutions adéquates à chaque situation donnée.

2. Dégradation de la chaussée

a) Nid de poule

Définition

Ce sont des cavités plus ou moins arrondie plus ou moins profonde créée à la surface de la route par enlèvement des matériaux de couche de roulement.

Causes

Evolution sans entretien de l'arrachement

Evolution sans entretien de faïençage ou fissuration ramifiée

Solution ou remède :

Bouchage nid de poule ou point à temps (PAT).

Mise en œuvre du PAT

- Marquage rectangulaire ou carré du tour du nid de poule.
- Taillage à bord franc du pic.
- Excavation des matériaux de couche de roulement et de la couche de base jusqu'aux matériaux sains.
- Rendre plan le fond de trou.
- Apport de nouveaux matériaux de couche de base ou couche de roulement suivi de compactage
- Mise en œuvre d'une surépaisseur d'usure



Photo 1:Nid de poule au RN 5A PK 0 + 000 au RN 5APK 0 + 050 :

b) Ravinement longitudinal

Définition

Le ravinement longitudinal est un phénomène de creusement parallèle à l'axe de la chaussée de la plate forme.

Cause :

Il est du :

- L'absence d'assainissement ;
- Les eaux de ruissellement ont dépassé la vitesse critique de l'érosion ;
- Evolution des profils en w entretenus,

Solution :

Les solutions sont les suivantes :

- Reprofilage,
- Mise en ouvre de fosse latéral
- La mise en ouvre de macadam à l'eau pour le ravinement longitudinal

Localisation :

Sur la RN 5APK5+500, dans la commune VOHEMAR, région SAVA



Photo 2:Ravinement Longitudinal Au RN 5A PK10+500 au PK 10+600

c) Ensablement

Définition

L'ensablement est un phénomène qui se passe sur la piste lorsqu'elle est couverte de couche de sable qui va entraîner les patinages des voitures. Elle apparaît fréquemment dans les pistes de pente presque nulle ou nulle.

Cause :

Il est du :

- Au déplacement des fines ou de petites particules emportées par les eaux de ruissellement lors de la saison de pluies ;
- A l'érosion

Solution :

Les solutions sont les suivantes :

- Enlèvement du sable
- Rehaussement de la chaussée
- Création de fosses latérales

Localisation :

Sur la RN 5A PK13+100, dans la commune VOHEMAR, région SAVA.



Photo 3: Ensablement Au RN 5A PK 13+100 au RN 5A PK 13+200

d) Profil en w**Définition :**

Ce sont des trachées latérales parallèles à l'axe de la route plus ou moins profonde sur les traces des roues.

Causes :

Evolution sans entretien des ornières

Roulement des roues des charettes à bandages métalliques

Evolution sans entretien

Approfondissement du profil en w

Localisation :

Sur la RN 5A Pk 20, dans la commune VOHEMAR, région SAVA



Photo 4: Profil En W Au RN 5A Pk 20+050 au Pk 20+102

e) Bourbier

Définition :

Présence de boue profonde dans les zones basses en période de pluies.

Cause :

- Drainage insuffisant (inexistence de fosse)
- Bombement insuffisant.

Evolution sans entretien :

Approfondissement du bourbier.

Localisation :

Sur la RN 5A Pk 20, dans la commune VOHEMAR, région SAVA



Photo 5: Bourbier Au RN 5A Pk 20+110 au Pk 20+114

Tableau N°01 : récapitulatif de la Dégradations de la route

| PK | ETATS DE LIEUX | AMENAGEMENT A REALISER |
|-------------|----------------|----------------------------|
| début | Fin | Plate forme et chaussée |
| RN 5APK 0 + | RN 5APK 0 | Assainissement et ouvrages |
| | Chaussée en | Assainissement et ouvrages |
| | Fosse en | Point à temps |
| | | Fosses |

| | | | | | |
|---|-----------------------------------|--------------------------------------|---|-----------------------------------|--|
| 000 : bouchage de nid de poule ou point à temps | + 050 : bitume Nid de poule | maçonnerie Envahi par le sable | (PAT) | bouchage de nid de poule ou | maçonnés rectangulaire sur la cote gauche |
| RN5A PK10+500 : ravinement longitudinal | RN5A PK 10+600 : | Route en terre | Fosse en maçonnerie Envahi par les végétations | scarification | débroussaille et curage des fossés |
| RN 5A PK 20+050: profil en w | RN 5A PK 20+102 | Route en terre | Fosse en maçonnerie Obstrue ou congestionne | scarification | curage des fossés. |
| RN 5A PK 20+114 : bourbier | RN 5A PK 20+116 | Route en terre | Absence de la fosse | scarification | Construction de la fosse |

3. Diagnostic de l'ouvrage d'art

a) Bouchage des fosses.

Le but dans cette tranchons est de enlever les dépôts de sable à l'intérieur des fossés.

Cause : vitesse critique d'ensablement atteint.

Evolution sans entretien :

- Débordement de l'eau sur l'accotement
- Chaussé entraînant une dégradation.

Solution : curage de la fosse



Photo 6:Bouchage de fosse PK5 + 500 au PK5 + 600**b) Envahissement par la végétation**

Le but dans cette tranchons est de enlever les dépôts de sable à l'intérieur des fossés.

Cause : vitesse critique d'ensablement atteint.

Evolution sans entretien :

- débordement de l'eau sur l'accotement
- Chaussé entraînant une dégradation.

Solution : débroussaillage des abords de la fosse.

**Photo 7:**Envahissement par la végétationPK10+500 au PK10+900**Tableau N°02 :récapitulatif de la Dégradations des ouvrages d'art**

| PK | ETATS DE LIEUX | AMENAGEMENT A REALISER |
|-------------------------------------|------------------|--------------------------------------|
| début | Fin | Plate forme et chaussée |
| RN5A PK5 + 500 : curage des fosses. | RN 5APK 5+ 600 : | Assainissement et ouvrages |
| | Route en terre | Fosse en maçonnerie |
| | | Envahi par les débris en plastiques, |
| | | Fosse en maçonnerie |
| | | Obstrue ou congestionne |
| RN5A | RN5A PK | Route en terre Fosse en |
| | | débroussaillage |

PK10+500 : 10+900 : maçonnerie
débroussaille. Envahi par les végétations

Conclusion partielle :

La gravité, et la diversité des dégradations sur la chaussée et ses dépendances prouvent que la RN 5A n'a pas bénéficié des travaux de réparation depuis belle lurette. Etant donné que l'état des routes se dégrade d'une façon exponentielle, il est évident que les dégradations vont s'aggraver davantage. Et si l'on n'intervient pas dans l'immédiat, le coût des travaux de Réhabilitation nécessiterait un énorme investissement.

On peut dire que l'état actuel de la route présente une dégradation plus de 60%. Par conséquent lors de la forte pluie la route est presque impraticable surtout dans la zone base qui se trouve a PK 20.

CHAPITRE IV : ETUDE DE TRACE

1- Vitesse de base et référence

La vitesse de base et de référence que nous allons adopter pour la chaussée est de 50km/h car :

La route qui intéresse de larges régions ou qui supporte un trafic élevé C'est le paramètre qui permet de définir les caractéristiques minimal d'aménagement des points particulières d'une section de la route de telle sorte que la sécurité du véhicule isolé soit assurée.

2- Les différents types de trace

Définition

C'est la projection de l'axe de la route et des ses abords sur un plan horizontal

Caractéristiques

Il est composé des alignements droits qui sont les éléments du polygone de base et reliés à des courbes

La couronne balayée par l'ensemble des véhicules longs est plus dans les courbes que le véhicule lui-même. C'est pourquoi il est utile d'élargir la chaussée dans la courbe par un sur largeur donnée par la formule :

$$S = \frac{L^2}{2R}$$

Où L : largeur du véhicule R : rayon de la courbure

Le profil en long

Définition

Le profil en long représente la coupe longitudinale de la route par un plan vertical qui suit l'axe de la chaussée.

Profil en travers

La largeur des voies de circulation est donnée par la formule suivante :

$B > 250 + V_b$ avec $V_b = 50 \text{ km/h}$ soit $B > 3 \text{ m}$

Soit $V_b = 3.50 \text{ m}$

Pour faciliter les croisements entre deux véhicules légers, les accotements occupent 0.50m de part et d'autre de la chaussée. Nous prenons donc une chaussée bidirectionnelle dont la largeur totale est égale à 5.50m.

Caractéristiques

La voie

C'est la partie de la chaussée qui reçoit la circulation d'une file de véhicule roulant dans un même sens

Largeur

La largeur de la plate forme est de 5.50m

Les pentes

Les caractéristiques principales des pentes des profils en travers types sont :

Pente de la chaussée en toit : 2.5% pour la chaussée revêtue et 3% pour l'accotement

Pente de la chaussée dans les devers : 2.5% à 5% selon le rayon, 2.5% pour l'accotement cote bas du devers et 2.5% vers l'extérieur ceux du côté haut.

Tableau N°03 : types de profil en travers

PROFIL EN TRAVERS

| | | | |
|------------------------------|----------------------------------|-------|------|
| Caractéristiques principales | Largeur de chaussée (deux voies) | L[m] | 5.50 |
| | Pente | p [%] | 2.5 |
| | Largeur des accotements | l[m] | 0.50 |

Il existe 3 types de profil en travers

❖ Le profil en déblai

Pour les profils en déblai ; le terrain naturel se trouve au dessus de la plate forme de roulement, le projet est donc assimilable à une fouille en tranchée.

❖ Le profil en remblai

Pour les profils en remblai ; le terrain naturel se trouve sous la plate forme de roulement. En période d'exécution, il faut donc de nouvel apport en matériau.

En profil en long, ce sont les parties où la ligne rouge est supérieure à la ligne noire

❖ Le profil mixte

Les profils mixtes présentent un profil en déblai d'une cote de l'axe et en remblai de l'autre cote.

Conclusion partielle :

L'étude de la trace est un outil qui sert à trouver les paramètres fondamentaux de la route (du point de vue caractéristiques géométriques)

CHAPITRE V : ETUDE DE TRAFIC

Généralité

Pour un projet routier, le trafic joue un rôle très important au dimensionnement et au choix de la structure de la chaussée.

Ainsi, le trafic est l'un des paramètres de base pris en compte dans le dimensionnement de la chaussée, donc il constitue l'un des éléments qui conditionnent la tenue dans le temps des structures de la route. Le volume et la nature de trafic jouent un rôle important dans la dégradation de la chaussée. Une route à faible trafic se détériore moins vite que celle du trafic intense.

L'étude se divise en trois parties :

- Le trafic passé
- Le trafic actuel
- Le trafic futur

1. Le trafic passé

Le trafic passé est le trafic qui a déjà circulé sur l'ancienne chaussée dans les années antérieures. Les renseignements sur le trafic passé permettent de justifier la tenue de la route, et de déterminer le taux de croissance à prendre en compte pour l'estimation du trafic.

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

Tableaux04 :Trafic passé

| <u>Véhicules</u> | Comptage janvier 2004 | Comptage septembre 2007 |
|--|-----------------------|-------------------------|
| véhicules particulier (<6places) | 7 | 12 |
| Camionnettes à passager ou marchandises, minibus (<30places) | 45 | 50 |
| Auto car | 23 | 31 |
| Camion a 2 essieux | 21 | 25 |
| Camion essieu tandem | 3 | 3 |

| | | |
|-------------------|-----|-----|
| Ensemble articule | 1 | 1 |
| Total | 100 | 122 |

Source ARM 2013

2. Le trafic actuel

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

Tableaux 05 : Trafic actuel

| Véhicules | Comptage janvier 2013 |
|--|-----------------------|
| véhicules particulier (<6places) | 15 |
| Camionnettes à passager ou marchandises, minibus (<30places) | 51 |
| Auto car | 36 |
| Camion à 2 essieux | 26 |
| Camion essieu tandem | 3 |
| Ensemble articulé | 1 |
| Total | 132 |

3. Le trafic futur

Le trafic futur est indispensable pour le dimensionnement de la structure de la chaussée.

Pour le calcul de l'épaisseur des différentes couches de la chaussée, le trafic futur est symbolisé par le trafic cumulé « N », correspondant au nombre de passage d'essieu 13 tonnes pendant la durée de vie de la route.

Prévisions du trafic en nombre cumulé « N »

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

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

Avec

N_{10} = Trafic cumulé en essieu standard de 10 T

N : durée de service en années

A : agressivité de poids lourds

C : facteur de cumul

K : coefficient de répartition transversale qui est égale à 1 pour notre cas (6,5 cm < largeur de la chaussée < 8 m)

Le nombre cumulé « N » à considérer pour le calcul des structures de la chaussée est celui des essieux de 13 T. Le calcul s'effectue en appliquant un coefficient de conversion sur le nombre cumulé d'essieu de 10 T. Ce qui nous donne :

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

Calcul du taux d'accroissement « i » :

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

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

A Madagascar, le taux de croissance annuel de la production est à peu près de 6%, donc on prendra $i = 6\%$

Calcul du facteur de cumul « C »

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

$$C = 365 \frac{[(1+i)^n - 1]}{n \times i} \rightarrow C = 566,38$$

Calcul des coefficients d'agressivité « A »

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

$$A = \frac{\sum a_i \times f_i}{\text{nombre total des camions}}$$

Avec f_i étant la fréquence de passage de l'essieu i et a_i le coefficient d'équivalence d'essieu donné par la formule suivante :

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

Avec P_i : Poids de l'essieu i

P_s : Poids de l'essieu standard (10T)

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

N_{ei} : nombre d'essieu i

N_e : Nombre d'essieu total

Prévision de trafic supérieur à 3,5T dans les deux sens

Le trafic corrigé est sonné par la relation suivante :

$$N' = \alpha \times \beta \times t$$

Avec, N' : trafic corrigé

t : Nombre de poids lourds journaliers

α : Coefficient de correcteur correspondant au taux de croissance

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

Les tableaux suivants montrent

Les coefficients correcteurs, suivant le taux de croissance du trafic et de la durée de vie.

Tableau 06 : Valeur de α en fonction de taux d'accroissement de véhicules

| Taux de croissance de trafic (%) | Facteur de correction α |
|----------------------------------|--------------------------------|
| 6 | 0,73 |
| 7 | 0,79 |

| | |
|----|------|
| 8 | 0,85 |
| 10 | 1,00 |
| 12 | 1,17 |
| 15 | 1,50 |

Source : Cours route

Tableau 07 : Valeur de β en fonction de la durée de vie de la chaussée

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

Source : Cours route II 3^{ème} Année

Hypothèses de calcul

- Nombres de véhicules total : 132 véh / j
- Nombre de véhicules dont le poids total chargé est supérieur à 3,5 T : 117 véh/ jour
- Année de mise en service : 2012
- Durée de vie : 15 ans ($\beta = 1,00$)
- ON PREND $i=6\%$
- Taux d'accroissement 6% ($\alpha = 0,73$)

Le trafic corrigé est :

$$N' = \alpha \times \beta \times t$$

$$AN : N' = 0,73 \times 1 \times 117$$

$$N' = 85,41 \text{ véh/j}$$

Pourcentage des véhicules de poids supérieur à 3,5T

$$P : \left(\frac{100}{132} \right) \times 100 = 75,75\%$$

% des poids lourds > 30 %, *Trafic à repartition lourde*

Classe trafic lourd

Tableau 08 : Classification du trafic en nombre cumulé d'essieux standard N

| Classe de trafic | Trafic cumulé N (essieux standard 13 T) |
|------------------|---|
| T1 | < 5. 10⁵ |

| | |
|----|---|
| T2 | 5. 10^5 à 1. 10^6 |
| T3 | 1. $5. 10^6$ à 4. 10^6 |
| T4 | 4. 10^6 à 10^7 |
| T5 | 10^7 à $2. 10^7$ |

Nous avons un trafic de classe T1

CHAPITRE VI : ÉTUDE DE DIMENSIONNEMENT DE LA CHAUSSEE

Généralités

Le dimensionnement de la chaussée consiste à déterminer les différentes épaisseurs des couches de la chaussée. Il dépend du trafic, de la durée de vie de la chaussée et du CBR de la plate-forme en respectant la vérification des contraintes.

On a trois méthodes pour le dimensionnement en cas de renforcement et en cas de construction qui sont :

- La méthode LNTPB
- La méthode LCPC

Mais dans notre projet on va dimensionner la chaussée par la méthode LCPC et la méthode LNTPB

Chacune des trois méthodes a ses principes de base et ses spécificités pour le dimensionnement.

1. La méthode LNTPB

L'épaisseur équivalente est définie comme suite :

$$e_{eq_{LNTPB}} = \frac{3e_{Al} + e_{eq_{RRL.66}}}{4}$$

Avec $e_{eq_{LNTPB}}$: épaisseur équivalente obtenue par la méthode LNTPB

$le_{eq_{RRL.66}}$: Épaisseur équivalente obtenue par la méthode R.R.L

$3e_{Al}$: Épaisseur équivalente obtenue par la méthode de l'ASPHALT
INSTITUTE

D'après l'abaque de dimensionnement des chausses à Madagascar sur le trafic à forte proportion de poids lourds en fonction du CBR=62 véhicules poids lourds/j

Et CBR=13 on a l'épaisseur équivalente
 $e=32$

Or, la méthode LNTPB a deux sortes d'abaques pour déterminer cette épaisseur équivalente, ce sont :

- TN : Trafic à répartition normale des Poids Lourds

- TL : Trafic à forte proportion des Poids Lourds

Ces abaques sont en fonction de la CBR de la plate-forme et la répartition du trafic.

1-1-1- Hypothèses

Come on a vu dans le chapitre du trafic, les hypothèses prises sont les suivantes :

- Nombre de véhicules dont le poids total chargé est supérieur à 3,5 T : 132 véh/j
- Année de mise en service : 2012
- Durée de vie : 15 ans ($\beta = 1,00$)
- Taux d'accroissement : 6 % ($\alpha = 0.73$)

Epaisseur équivalente :

Nous avons :

$$N' = 85,41 \text{ véh/j}$$

$$P = 75,75\%$$

% des poids lourds > 30%, trafic à répartition lourde

1-1-2- Détermination des épaisseurs réelles de chaque couche :

Nous pouvons avoir les épaisseurs réelles de chaque couche en utilisant la formule suivante :

$$e_{eq} = a_r h_r + a_b h_b + a_f h_f$$

avec a_r, a_b, a_f : sont des coefficient d'équivalence de matériaux de la couche de roulement, couche de base et couche de fondation :

$$a_{ES} = a_{EDS} = a_{BBM} = 1$$

$$a_{GCNT} = 1$$

$$a_r = 1 \text{ pour EDC}$$

$$a_{MS} = 0,7$$

h_r, h_b, h_f : épaisseur réelles respectivement de la couche de roulement, couche de base et couche de fondation

h_r : Épaisseur de la couche de roulement

h_b : Épaisseur de la couche de base

h_f : Épaisseur de la couche de fondation

a : Coefficient d'équivalence

Ils sont données par la formule suivante :

$$- a = \sqrt[3]{\frac{E}{5000}}$$

E : étant le module d'élasticité de matériaux en bars

Il est calculé par la formule suivante :

$$E = 50 * CBR$$

Le tableau suivant montre les épaisseurs minimales de la couche de roulement et de la couche de base

Tableaux 09: Epaisseur minimale de CR et CB

| COUCHE | Trafic normal(TN) | CBR de la CF | <i>Epaisseur_{mn}</i> (cm) | observation |
|-----------|----------------------|-----------------|------------------------------------|---------------|
| ROULEMENT | 10 | | 1 | ES monocouche |
| | | | 2 | ES bicouche |
| | | | 3 | EDC ou BBM |
| BASE | | 20 à 30 | 15 | |
| | | ≥ 30 | 12 | |
| | 20-100 | 20 à 30 | 20 | |
| | | ≥ 30 | 15 | |
| | > 200 | 20 à 30 | 25 | |
| | | ≥ 30 | 20 | |

Comme : $e_{eq} = a_r h_r + a_b h_b + a_f h_f$

→

$$h_f = \frac{e_{eq} - a_r h_r - a_b h_b}{2!}$$

prenons : $h_{rmin} = 2$ cm, pour la couche de en enduit superficiel bicouche ;

$h_{bmin} = 15$ cm, pour la couche de base ayant une CBR ≥ 30, de la classe TN[20 à 100]

Tableaux 10 : Epaisseur réelle de chaque couche (cm)

| N° | CBR | Epaisseur équivalente | ES bicouche | <i>h_r</i> ,(cm) | <i>h_b</i> ,(cm) | <i>h_f</i> ,(cm) | <i>H_t</i> ,(cm) |
|----|-----|--------------------------|----------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | | | | GCNT | théorique | pratique | |
| | 15 | 29,09 | 5 | 15 | 17,27 | 18 | 35 |
| 1 | 5 | 41,15 | 5 | 15 | 34,50 | 35 | 52 |
| 2 | 32 | 23,12 | 5 | 15 | 8,74 | 10 | 27 |
| 3 | 28 | 24,09 | 5 | 15 | 10,13 | 12 | 29 |
| 4 | 20 | 26,59 | 5 | 15 | 13,70 | 15 | 32 |
| 5 | 30 | 23,56 | 5 | 15 | 9,37 | 10 | 27 |
| 6 | 19 | 27,09 | 5 | 15 | 14,41 | 15 | 32 |

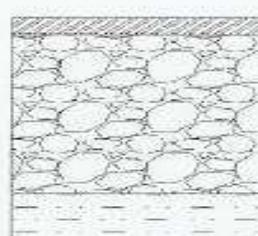
On prend par exemple la structure de la chausse CBR=15

$$e_{eq} = a_r h_r + a_b h_b + a_f h_f$$

$$AN : 29,09 = 1 \times 5 + (1 \times 15) + (0,7 h_f)$$

On a : $h_f = 13$ cm on prend $h_f = 15$ cm

Tableaux 32 : Résultat de la méthode LNTPB



15 GCNT 0/31⁵

18 MS

2. La méthode LCPC

Le dimensionnement des chausses est détermine par un calcul à la fatigue, en nombre d'essieux standards de 13T. Elle est basé sur :

- La durée de service
- Le taux de croissance
- L'agressivité moyenne
- Trafic à la mise en service

C'est le trafic lourds à la mise en service, qui gouverne les choix sur la qualité des matériaux de surface et d'assise (trafic journalier). Le trafic journalier pris en compte est la moyenne journalière annuelle(MJA) des poids lourds par sens de circulation L'unité utilisée est le nombre de poids lourds de charge utile (CUsupérieur à 5T) par jours et par sens de circulation.

Dans notre cas, le trafic prévu est caractérisé par un nombre total de 132PL de poids total charge PTC>3,5T

Soit : $t' = 66\text{PL/j/sens}$ (poids lourds>3,5T

Or la classification de trafic avec la méthode LCPC ne prend en compte que les véhicules de PTC>5T

Alors on va devoir multiplier t' par un coefficient k pour avoir la valeur définitive t

Tableaux 11: Valeur de K en fonction du résultat du comptage de trafic

| Type de résultats obtenus | Valeurs de k |
|--|--------------|
| Nombre de PL de CU>5T (par jour et par sens) | 1 |
| Nombre d'essieux de charge>9T (par jour et par sens) | 1 |
| Nombre de poids lourds de poids total autorisé > 3,5t (par jour et par sens) | 0,8 |
| Nombre total des véhicules (par jour et par sens) | |
| >1000 | 0,10 |
| 500-1000 | 0,07 |
| <500 | 0,05 |

D'après ce tableau, on a $k=0,8$

D'où : $t=0,8 \times 66$

$T=52,8\text{PL}$

Voici le tableau donnant la classification du trafic MJA

Tableaux 12 : Classification du trafic MJA

| | | | | | | | | |
|---------------------------------|----|----|----|-----|-----|-----|-----|------|
| Nombre de PL>5T en MJA | 0 | 25 | 50 | 100 | 150 | 300 | 750 | 200 |
| Classe de trafic | T5 | T4 | T3 | T3 | T3 | T2 | T2 | T1 |
| Centre de classe MJA | 13 | 35 | 85 | | 200 | | 500 | 1200 |

D'après le tableau de classification du trafic ci-dessus et la valeur de t trouvée, on peut conclure qu'on a un trafic de classe T_3

Trafic cumule N_{cu} et le nombre d'essieu équivalent standard NE

C'est la projection du trafic à l'année de mise en service du PL pendant la durée de service choisie. Nous déterminons le trafic cumule par la formule suivante

$$N_{cu} = MJA \times C$$

Et puis, le nombre d'essieu équivalent standard NE c'est le trafic en nombre cumulé d'essieux équivalents d'un tonnage détermine pendant la durée de service choisie .L'essieu référence est l'essieu de 13T qu'on désigne par l'essieu standard. Il donne par l'expression :

$$NE = N_{cu} \times CAM \times 10^3$$

Avec N_{cu} : trafic cumule des PL durant la durée de service de la route

NE : nombre d'essieu équivalent standard(ESE)

MJA : Nombre de trafic de poids lourds dans un sens égal à 52,8PL

CAM : coefficient d'agressivité moyenne des PL

Coefficient d'agressivité selon le trafic et le type de chaussée

Tableaux 13 : type de chaussée

| | | | | | |
|----------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|
| | CAM | O4 | 05 | 07 | 08 |
| Chausse à faible trafic | Classe | T_5 | T_4 | T_3 | T_3 |

Source : guide technique de la conception et dimensionnement des structures de chausse

Tableaux14: Valeurs du facteur de cumul C

Durée de

service

Taux de

croissance

annuel[%]

5

10

15

20

25

| | | | | | |
|----|-----|-----|------|------|------|
| 0 | 1,8 | 3,6 | 5,4 | 7,2 | 9,0 |
| 4 | 2,0 | 4,4 | 7,3 | 10,9 | 15,2 |
| 7 | 2,1 | 5,0 | 9,2 | 15,0 | 23,1 |
| 10 | 2,3 | 5,8 | 11,6 | 20,9 | 35,9 |

Dans notre cas on a :

C=9,2

CAM=0,7

NE=34×10⁵ESE

Détermination des épaisseurs des couches de la chaussée

Les divers paramètres nécessaires sont les suivants :

Trafic : classe du trafic en MJA

Classe de l'ancienne structure C_j

Et la force de portante de la plate forme

Couche de roulement :

Tableaux 15 : Cette couche est choisie selon le tableau ci après

| Classe de trafic | Durée de service |
|------------------|--------------------|
| T_5 | Courte ES |
| $T_4 - T_3$ | ES 6BB |
| T_2 | ES ou 4à5BB 6BB |
| T_1 | 6BB 8BBB |
| T_0 | - 14(7*2) |

Source : guide d'auscultation de chaussée souple

L'épaisseur de cette couche est à choisir en fonction de la classe de trafic et la durée de service souhaitée. Et ici, on a une classe de trafic T_3 et une durée de vie longue de 15ans, alors on préconise comme couche de roulement le béton bitumineux de 6cm

Couche de base

L'emploi du GCNT en couche de base est à limiter aux faibles et moyens selon la portance de la plate forme support (qui sera donnée dans le tableau ci-dessous)

($T < T_2$ sur PFI, $T < T_1$ sur PF2)

Tableaux 16 : Classe de portance à long terme de la plate forme support

| module [MPa] | 20 | 50 | 120 | 200 |
|-----------------------|-----|-----|-----|-----|
| Classe de plate forme | PF1 | PF2 | PF3 | PF4 |

La norme(NFP98129) distingue les graves non traites selon certaines de leurs caractéristiques et suivant leur mode d'élaboration :

Les GCNT « A » obtenues en une seule fraction, sans ajout d'eau, dont l'homogénéité de la granularité est codifiée

Les GCNT « B » obtenues par reconstitution de plusieurs fractions granulaires distinctes, dans des proportions définies et qui sont malaxées en centrale (GRH : grave reconstituée humidifiée)

L'épaisseur minimale de cette couche de base dépend de la valeur du trafic cumulé, donne

Par le tableau qui suit :

Tableaux 17 : valeur de trafic cumulé NE

| Trafic cumulé NE | $<10^5$ | $\geq 10^5$ |
|------------------|---------|-------------|
| $h_b [cm]$ | 15 | 20 |

Avec $NE=388 \times 10^5$ ESE → 20 GCNT « A »

Couche de fondation :

L'épaisseur de la couche de fondation est obtenue sur l'abaque de dimensionnement de la couche de fondation, qui est en fonction de la portance du sol support, du trafic cumulé et de couche de roulement

Tableaux 18 : Echelle de portance de la plateforme

| Portance | CBR | caractéristiques |
|----------|--------|--|
| 0 | <3 | Sols peu déformable : Incompatible et non circulable |
| 1 | 3 à 6 | Sols fins argileux et à faible densité sèche en place |
| 2 | 6 à 10 | Sols déformable : Classe A, B, ou C à teneur en eau élevée, réglage difficile |

| | | |
|---|---------|---|
| | | (matelassage) sensible à l'eau d'où la distinction entre 1 et 2 |
| 3 | 10 à 20 | Sols peu déformable : sols fins ou grenus à forte proportions de fines (A, B, C) de teneur en eau moyenne ou faible |
| 4 | >20 | Sols très peu déformable : insensibles à l'eau (classe D surtout) |

Les tableaux suivant donnent l'épaisseur réelle de chaque couche suivant les valeurs de CBR

L'épaisseur réelle de chaque couche suivant les valeurs de CBR

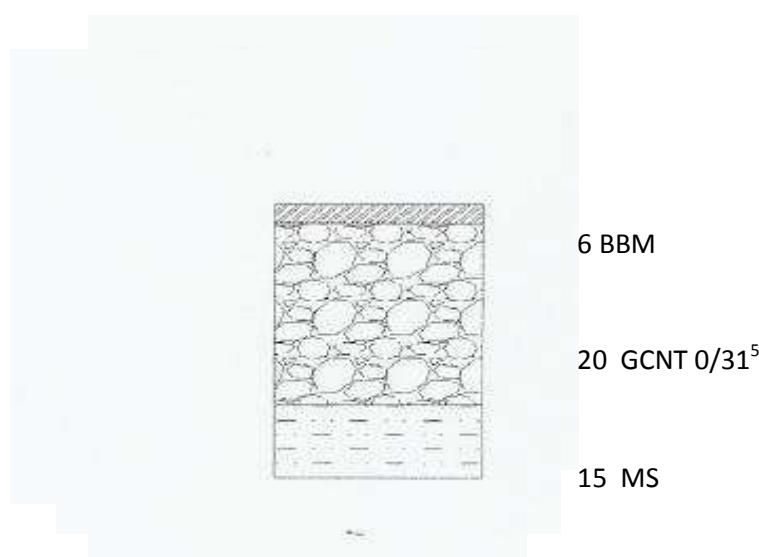


Figure 2 structure suivant la méthode LCPC

3. Choix de la structure de la chaussée

Car la méthode de dimensionnement CBR est plus précise due aux calculs successifs et considération des divers paramètres, la structure donnée par ce dernier sera retenu pour la couche de roulement du projet. De plus, il donne l'épaisseur de la couche plus élevée donc il garantit plus de sûreté.

Méthode de dimensionnement LNTPB

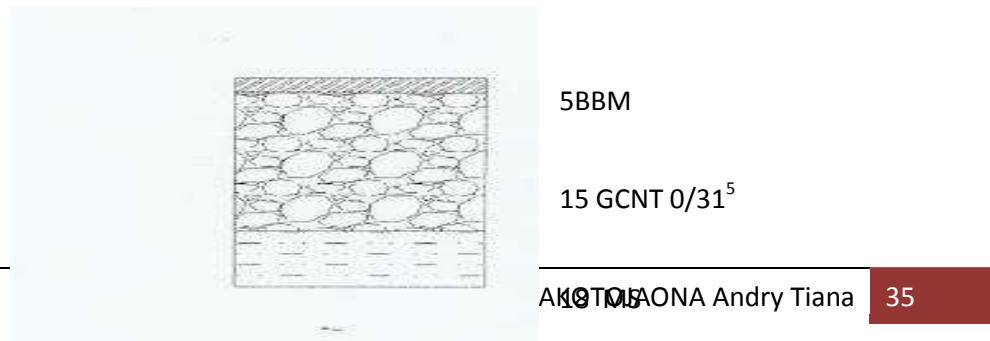


Figure 3 structure suivant la méthode LNTPB

CHAPITRE VII : ETUDE DES MATERIAUX

1- Matériaux pour remblai

Cette étude dépendant de la connaissance géologique de l'itinéraires' appuie sur la Connaissance géotechnique de matériaux issue des différentes essais de laboratoire, c'est à dire chaque site (gite ou carrière) reconnu comme a priori intéressant, fait l'objet d'une reconnaissance géologique détaillée appuyée par des sondages pour l'identification du sol et pour les différents essais de spécification.

Ainsi l'étude des matériaux consiste donc à connaitre leurs caractéristiques mécaniques d'une part et à localiser le site, à évaluer son volume exploitable (*puissance*) d'autre part.

a) Provenance

Les matériaux pour remblais nécessaire à la construction de la plate formeet de ces dépendances proviendront, dans toute la mesure du possible, des déblais des profils voisins, sous réserve que la qualité de ceux –ci réponde aux prescriptions ci-après et dans la mesure où cette utilisation sera, compte tenu des distances de transport et des moyens d'exécution, plus avantageuse pour le Maitre d' Ouvrage que l'emploi d'emprunt.

Les matériaux d'emprunt, nécessaire pour compenser les insuffisances de déblais utilisables en remblais, proviendront de gisements agréés par le Maitre d'Ouvre, situe aux plus faibles distances possibles des lieux d'emploi et dans d'autre cas Les terres nécessaires a la constitution des remblais doivent provenir en priorité si leur qualité leur permet, des déblais situes au distance moins éloignes (20km)

b) Qualité :

Le matériau utilisé ne doit contenir ni matières ou éléments végétaux ni matièresorganiques. Latolérance pour la teneur en matière organiques est de 0.5%et pour les grosses pierres un diamètre nominal maximal de 10cm.

Les terres de remblais doivent satisfaire aux spécifications suivantes :

Tableau 19 : Spécification pour les remblais

| caractéristiques | spécifications | Recommandations | tolérance |
|--|-----------------|-----------------|--------------|
| <u>Matériaux de corps de remblais</u> | | | |
| D maxi mm | 200 | | |
| Gonflement CBR % | <3 | <2 | |
| Indice de plasticité | <30 | | |
| Epais .max/couche cm | 30 | | |
| Taux de compactage minimal | $\geq 90\%$ OPM | | 5% de mesure |
| <u>Matériaux de plate forme</u> | | | |
| D maxi mm | 100 | | |
| Gonflement CBR % | <3 | <2 | |
| Indice de plasticité | <30 | | |
| Taux de compactage minimal | $\geq 95\%$ OPM | | 5% de mesure |
| | | | 90<OPM<95 |

c) PAQ Contrôle interne

Le PAQ précise, au titre du contrôle interne, les types d'essais ainsi que leur fréquence par rapport au volume des matériaux, qui seront réalisées sur les matériaux de remblai. La fréquence ne sera pas inférieure à un essai par tranche de $250m^3$ pour les mesures de taux de compactages et à un essai par tranche de $1500m^3$ pour les mesures d'indice de plasticité et de gonflement, sauf dérogation du Maître d'Ouvre.

2- Matériaux pour couche de forme

Les matériaux pour couche de forme, accotement et bermes constituée de matériaux sélectionnent MS.

a) Provenance

Comme la gîte du PK5+160 est la plus proche de ce tronçon, ce gisement serait exploité en priorité et l'on fera seulement appel à l'autre gisement que si la quantité si la quantité est insuffisante.

b) Spécification

Tableau 20: Spécification des matériaux de pour couche de forme

| caractéristiques | spécifications | Recommandations | Tolérance |
|-------------------------------------|----------------|-----------------|-----------|
| <u>Critère d'acceptabilité</u> | | | |
| D maxi mm | | | |
| Teneur en fines <0 ,08 F | <80 | | <100 |
| Indice de plasticité | <35 | | |
| Module de plasticité $F \times I_p$ | <25 | <20 | |
| Densité sèche maximale OPM | <1000 | <800 | |
| CBR95% OPM ,4jours d'immersion | >2,05 ≥15 | ≥20 | |
| Gonflement linéaire | | | |
| | <2% | <1% | |

c) PAQ Contrôle interne

Le PAQ, au titre du contrôle interne, les types d'essai, ainsi que les fréquences, qui oseront réalisés sur les matériaux de couche de forme .La fréquence des essais ne sera pas inférieure :
Toutes les 10tonnes de livraison.

3- Matériaux pour la couche de fondation

Les matériaux pour couche de fondation, constituées de matériaux sélectionnée (matériaux Sélectionnées MS.

a) Provenance

Comme la gîte du PK5+160 est la plus proche de ce tronçon, ce gisement serait exploité en priorité et l'on fera seulement appel à l'autre gisement que si la quantité si la quantité est insuffisante.

b) PAQ Contrôle interne

Le PAQ précise, au titre du contrôle, interne, les types d'essais ainsi que leur fréquence par rapport au volume de matériaux, qui réalisés sur les matériaux de couche de fondations .La fréquence ne sera pas inférieure a chacun des essais par tranche de $1000m^2$ sauf dérogation du Maître d'Ouvrage.

c) Spécification

Tableau 21 : Matériaux pour couche de fondation

| caractéristiques | spécifications | Recommandations | Tolérance |
|-------------------------------------|----------------|-----------------|-----------|
| <u>Critère d'acceptabilité</u> | | | |
| D maxi mm | <50 | | <60 |
| Teneur en fines <0 ,08 F | <35 | | |
| Indice de plasticité | <20 | <15 | |
| Module de plasticité $F \times I_p$ | <1000 | <800 | |
| Densité sèche maximale OPM | >2,05 | | |
| CBR95%OPM ,4jours d'immersion | ≥ 30 | | |
| Gonflement linéaire | <1% | <0,5% | |

4- Matériaux pour la couche de base

Les matériaux pour couche de base constituée de grave concassée 0/31, 5,

a) PAQ Contrôle interne

Le PAQ précise, au titre du contrôle, interne, les types d'essais ainsi que leur fréquence par rapport au volume de matériaux, qui réalisés sur les matériaux de couche de fondations .La fréquence ne sera pas inférieure à chacun des essais par tranche de $1000m^2$ sauf dérogation du Maître d'Ouvre.

b) Spécification

Tableau 22 : Fuseau de spécification pour couche de base

| Caractéristiques | Spécifications | Recommandations | Tolérance |
|---------------------------------|----------------|-----------------|-----------|
| Caractéristiques intrinsèques | | | |
| Coefficient Los Angeles | <30 | | |
| Coefficient Micro-Deval Humide | <25 | | |
| Caractéristiques de fabrication | | | |
| Granulométrie 0/D (maxi) mm | 0/31,5 | Courbe | |
| Fuseau de référence : | | | |
| % passant au tamis de | | | |
| 31,5mm | 100 | 84 | |
| 20mm | 85- 100 | 85 | |
| 14mm | 69- 88 | 70 | |
| 10mm | 57- 77 | 58 | |
| 6,3mm | 44- 64 | 48 | |
| 4mm | 36- 54 | 39 | |
| 2mm | 26- 42 | 26 | |

| | | |
|-----------------------------|------------|-----------|
| 0,5mm | 12- 24 | 15 |
| 0,2mm | 7- 16 | 8 |
| 0,08mm | 5- 10 | |
| Indice de plasticité | N.M | <6 |
| Equivalent de sable | ≥ 50 | ≥ 40 |
| Coefficient d'aplatissement | $\leq 1,5$ | ≤ 30 |

c) PAQ Contrôle interne

Le PAQ précise, au titre du contrôle, interne, les types d'essais ainsi que leur fréquence par rapport au volume de matériaux, qui réalisent sur les matériaux de couche de base .La fréquence ne sera pas inférieure à chacun des essais par tranche de $1000m^2$ sauf dérogation du Maître d'Ouvre.

5- Gravillon pour enduits superficielles

Les gravillons pour enduits superficielles sont des dimensions des classes suivantes :
0/10,0/14,10/14

a) Dureté :

Los Angeles (LA) ≤ 30 -Micro- Deval Humide(MDE) ≤ 25

b) Forme :

% d'éléments tels que $MS < 1,56$ sera inférieur ou égal à 20

c) Angularité :

% éléments concassés ≥ 50

Coefficient de polissage accéléré : ≥ 40

6- Couche d'imprégnation

a) Structure

Entre la couche de base et les revêtements, une couche d'imprégnation au bitume fluidifiée 0/1 sera répandue à raison de $1,2kg/m^2$ ($0,8kg/m^2$)

Les liants hydrocarbonés seront soit des bitumes fluidifiés soit, de préférence, de l'émulsion de bitume à savoir :

Bitume fluidifié 400/600 dopes

Emulsion cationique de répendage à rupture rapide et contenant 69% de bitume résiduel

Les dosages pratiques devront donc prendre en compte la teneur en solvant des bitumes fluidifiés et la teneur en eau des émulsions.

b) Qualité

Le teneur en liant devrait normalement se situer dans la plage 6 ,1a 6,3% (pour une masse volumique des granulats de $265\text{kg}/\text{dm}^3$)

Si cela s'avère nécessaire, du sable naturel pourra être incorpore au sable de concassage, dans la limite maximale de dix pour cent (10%) du poids total des granulats.

De classe granulométrique zéro-trois (0/3), ce sable devra provenir d'un gite et avoir une teneur en carbonate inférieur a vingt pour cent (20%).

Le PAQ, au titre du contrôle interne, les types d'essai, ainsi que les fréquences, qui oseront réalisés sur les matériaux de couche de surface .La fréquence des essais ne sera pas inférieure a :

Toutes les 20tonnes de livraison pour les liants hydrocarbonés

Par tranche de 500m^3 de fourniture pour les gravillons sauf dérogation du Maitre d'Ouvre.

c) Spécification

Tableau 23 : Emulsion cationique de bitume

| Caractéristiques | ECR65 | ECR69 |
|---|-----------|-----------|
| Teneur en eau | ≤ 36 | ≤ 32 |
| Pseudo-viscosité a 25°C (mm^2) (cSt) % | >45 | >115 |
| Homogénéité: | | |
| Particules supérieures a0, 63mm % | $<0,1$ | $<0,1$ |
| Particules comprises entre 0,63 et 0,16mm % | $<0,25$ | $<0,25$ |
| Stabilité au stockage : % | ≤ 5 | |
| Emulsion a stockage limité | | |
| Adhésivité : | | |
| Emulsion a stockage limite | | |
| 1°partie de l'essai | ≥ 90 | ≥ 90 |
| 2°partie de l'essai | ≥ 75 | ≥ 75 |
| Emulsion stockable | | |
| Indice de rupture | <100 | <100 |
| Charge des particules | positive | positive |

7- Matériaux pour couche de roulement en béton bitumineux

La couche de roulement sera constituée d'un revêtement e matériaux enrobes fabrique par le mélanges d'un liant hydrocarbonés éventuellement dope, de filler et de granulat concasses issus de carrières et gites agrée

a) Qualité

Tous les granulats devront être parfaitement propres, exempts de terre, de matière organiques et détritus

Ils seront issus d'une roche possédante les qualités suivantes :

Coefficient Los Angeles suivant la normeNFP18-573inférieur a30

Des enrobages inférieur à quinze pour cent (15%) après 24h d'immersion (Essai TWIT)

b) Spécification

Tableau 24:Récapitulatif des matériaux de la couche de roulement en béton bitumineux

| | |
|---------------------|--------|
| Tamisât au tamis de | 0/10 |
| 10 | 95 |
| 63 | 65- 72 |
| 2 | 38- 46 |

| | |
|-------|--------|
| 0-5 | 20- 27 |
| 0-080 | 6- 9 |

c) Spécifications pour les enduits superficiels

Tableau 25: Récapitulatif des épaisseurs pour couches de roulement

| Classe granulaire | Monocouche | bicouche | Tri couche | |
|-------------------|------------|----------|------------|------|
| 1° couche | 6/10 | 10/14 | 10/14 | |
| 2°couche | | 6/10 | 6/10 | |
| 3°couche | | | 4 | |
| | | | | 8- L |

iant hydraulique

a) Provenance

Les ciments devront provenir d'usines agréées par le maître d'œuvre et dans tous les cas, les ciments d'une même spécification proviendront d'une même usine.

Les ciments pour mortier et béton seront livrés en sacs de cinquante (50kg)

Les ciments pour mortier et béton devront être livrés sur le chantier à une température inférieure à soixante dix(70) degrés Celsius.

b) Spécification

Tableau 26: Récapitulatif de la composition et destination des bétons

| Partie d'ouvrage | Béton ou mortier | consistance | granulats | Dosage | Caractère complémentaire |
|----------------------------------|------------------|-------------|-----------|-------------------|--------------------------|
| mortier | M30 | F | 0 /2,5 | 400CEMI42.5 | |
| Dés d'appui, calages, surfaçages | | | | | |
| bétons | Bp | P | 0/20 | 200ou250 CEMI42.5 | P : propreté |
| A caractère spécifique | Bt | P | 0/20 | | T : trottoirs |
| | Bg | P | 0/30 | | G : gros béton |
| béton de structure | | | | | |
| dalot, et ouvrage divers | B25 | P | 0/20 | 400CEM I42.5 | |
| Mur béton | B25ou | P | 0/20 | 350CEM I42.5 | Ft 28=2,3MPa |

B30

9- Eau de gâchage**a) Provenance**

Elle peut, en général, provenir de points d'eau à proximité des travaux ou de rivières pourvu que sa qualité réponde aux conditions stipulées suivantes :

b) Qualité

L'eau de gâchage doit être propre, non salée, pratiquement exempte de matière en suspension et de sels minéraux dissous, notamment de sulfate et de chlorure.

Elle doit répondre aux spécifications de la norme NFP18-303 qui décrit que l'eau doit contenir par litre :

- Moins de 2grammes de matières en suspensions
- Moins de 2grammes de sels dissous

10- Sable**a) Provenance**

Les sources de sables sont principalement distribuées aux fleuves le long de la route

Les sables seront soit des sables de rivières, soit des de broyages traités, en principe siliceux (75% de silice)

b) Qualité

- Les sables devront avoir un équivalent de sable ES :
- Béton courant ES minimal =75
- Béton B25 et au delà minimal=80
- ES maximal=80



Photo 8 : fleuve de MANTALIAKA

11- Maçonnerie de moellon**a) Provenance**

Les moellons, proviennent d'une carrière de concassage, sont choisis compacts, sans fissuration, sans fragilité, et a arêtes vives.

B) Qualités

Ces moellons ont au minimum 0.30 m de queue, et une dimension minimale en parement de 0.20m .Leur forme se reproche le plus possible d'un parallélépipède, ils sont pour cela tailles a la main.

12- Spécification des matériaux rocheux

Les matériaux meubles sont utilisés comme couche de fondation pour les chaussées à reconstruire

Grâce à la richesse typologique des sols de la Région SAVA, le problème de carence en matériaux meubles sur le lieu est presque résolu. Cependant, en tenant compte de la rentabilité du coût de la mise en œuvre des travaux d'Aménagement, très peu de nombre de gisement reste exploitable économiquement. Le tableau suivant nous montre le nombre de gisements recensés sur le lieu :

Tableau 27 : gisement meuble de la RNS5A

| PK | W% in Situ | Passant à 2mm 80µ | Indice de plasticité | Indice portant | |
|---------|------------------|----------------------|-------------------------|----------------|----------------|
| | | | | CBR (25coups) | O jour 4 jours |
| 0+150 | 4.8 | 7 | 5 | 12 | 6 31 |
| | | | | | 2 |
| 5+160 | 5.6 | 5 | 0 | 14 | 49 14 |
| 124+200 | 11.3 | 95 | 20 | 10 | 53 31 |

a) Choix du gîte

Ils sont indispensables pour la reconstruction du PK00+000 au PK 20+436. Comme la gîte du PK5+160 est la plus proche de ce tronçon, ce gisement serait exploité en priorité et l'on fera seulement appel à l'autre gisement que si la quantité exploitable s'avère insuffisante.

b) Gisement rocheux

Par définition les carrières sont des gisements rocheux pour l'extraction de granulats, des gravillons et de sables.

On a besoin des matériaux rocheux tout au long de notre tronçon d'étude. Suivant la localisation des carrières exploitables, l'approvisionnement doit se faire selon le circuit suivant:
Le PK0+000 au PK20+436 sera approvisionné par la carrière au PK 15+000;
Le PK20+436 au PK155+000 sera approvisionné par la carrière au PK60+000.

Tableau28 :Récapitulation LA ET MDE PK 15et PK 60

| PK | Coefficient LA NFP18-573 | Coefficient MDE NFP18-573 | Nature |
|-------|-----------------------------|------------------------------|---------|
| PK 15 | 41 | 16 | granite |
| PK 60 | 43 | 18 | granite |

c) Choix de la carrière

Puisque les caractéristiques de deux carrières le permettent, le choix de la carrière pour le projet se porte sur l'exploitation de gisements de PK15 pour réduire les distances de transport et ainsi le frais.



Photo 9 : Carrière PK 15

CHAPITRE VIII : ETUDE HYDROLOGIQUE ET HYDRAULIQUE

I- ETUDE HYDROLOGIQUE :

1- Généralités :

L'hydrologie est la science qui étudie la répartition et l'équilibre de l'eau dans la nature et l'évolution de celui-ci dans la surface de la terre, dans le sol sous ses 3 étapes : solide, liquide, gazeux.

Pratiquement, on utilise les 3 termes suivants :

- L'hydrologie qui traite les eaux de surface ;
- L'hydrogéologie qui traite les eaux souterraines ;
- L'hydrométéorologie qui étudie les pluies, neiges et les glaces.

Cette étude consiste à recueillir les données hydrologiques en vue de conserver la conception des ouvrages d'assainissement aux caractéristiques du débit, et de la collecte des données hydrauliques en vue de maintenir en bon état la conception de l'ouvrage aux caractéristiques de l'écoulement.

En effet, il est indispensable d'évaluer le débit que l'ouvrage devrait évacuer sans causer des dommages à l'ensemble de l'ouvrage.

2- Données hydrologique

Tableau ci-après nous indique les données pluviométriques obtenues pour la Région SAVA

Tableau29: pluviométrie maximal de la région SAVA

| Période de retour (années) | Pluviomètres maximales (mm) | | |
|-------------------------------|-----------------------------|--------|-----------|
| | Sur 20 jrs | 31 jrs | 24 heures |
| 2 | 360 | 476 | 90 |
| 5 | 441 | 575 | 105,4 |
| 10 | 494 | 653 | 120,4 |
| 25 | 599 | 752 | 140 |
| 50 | 660 | 825 | 170,4 |
| 100 | 721 | 898 | 190,3 |

3- Réseaux hydrologiques :

L'eau superficielle le long de la ligne est constituée principalement par l'eau de rivière, l'eau de canal, et l'hydropisie aux fosses dans un secteur partiel. Les fleuves traversent par la route sont respectivement MANAJEBA, MANAMBATO, MANTALIAKA, dont les flots existent pour la plupart des fleuves pendant la saison pluviale. Le système fluvial le long de la route n'exerce de corrosion sur le béton.

4- Période de retour :

On considère les périodes de retour suivantes pour les différents types d'ouvrage hydrauliques :

Fossés : 2 ans

Buses et dalots : 10 ans

Ponts : 25 aux 50 ans (selon la longueur du pont)

Pour notre projet, la période de retour prise pour le calcul de la côte PHE est égale à 10 ans.

5- Bassin Versant

C'est un site naturel, délimité par des lignes de partage, qui transforme la pluie en débit. Il est caractérisé par sa surface, sa pente et le coefficient de ruissellement.

a) Surface du bassin versant au PK 0+000 au PK 1+700

Comme le bassin versant est composé de deux trois différenciable, on a :

S_1 : la surface de la demi-chaussée de pente 3%

$$S_1 = 1,7000 \times 0,004 = 6,8 \times 10^{-3} \text{ Km}^2$$

S_2 : le remblai en terre dénudé de pente $\frac{2}{3} = 0,67\%$

$$S_2 = 1,7000 \times 0,0015 = 2,55 \times 10^{-3} \text{ Km}^2$$

S_3 : la surface du talus de pente $\frac{0,5}{3} = 0,16\%$

$$S_3 = 1,7000 \times 0,003 = 5,1 \times 10^{-3} \text{ Km}^2$$

$$S = S_1 + S_2 + S_3 = 6,8 \times 10^{-3} \text{ Km}^2 + 2,55 \times 10^{-3} \text{ Km}^2 + 5,1 \times 10^{-3} \text{ Km}^2 = 14,45 \times 10^{-3} \text{ Km}^2$$

b) Coefficient de ruissellement C

Le coefficient de ruissellement représente le rapport de la pluie tombant sur un bassin versant et qui ruisselle. Il est fonction des facteurs morphologiques d'une zone tel que la perméabilité, la pente. Il dépend alors aussi de la nature de la surface de la couverture du bassin. Avec un bassin versant de surface de différentes couvertures

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

Avec coefficient de ruissellement de la surface S_i voici le tableau représentant C en fonction de la nature de la couverture et de la pente moyenne du bassin versant :

Tableau 30 : Coefficient de ruissellement

Nature de la couverture $S < 10 \text{ ha}$ de pente moyenne en %

| | < 5 | 5 - 10 | 10 - 30 | > 30 |
|------------------------|------|--------|---------|------|
| Plateforme et chaussée | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 |
| Terrain dénudé | 0,80 | 0,85 | 0,90 | 0,95 |
| Brousse clairsemée | 0,75 | 0,80 | 0,85 | 0,90 |
| Brousse dense | 0,70 | 0,75 | 0,80 | 0,85 |
| Forêt ordinaire | 0,30 | 0,50 | 0,60 | 0,70 |
| Forêt dense | 0,20 | 0,25 | 0,30 | 0,35 |

Source: Cours Hydraulique routière 2010-2011

On en déduit par ce tableau que :

S_1 : est une plateforme de pente 3% donc $C_1 = 0,95$

S_2 : est un remblai simulé ultérieurement à un brousse clairsemée donc $C_2 = 0,90$

S_3 : est une brousse dense de pente 16% donc $C_3 = 0,80$

$$C = \frac{(0,95 \times 6,8 \times 10^{-3}) + (0,90 \times 2,55 \times 10^{-3}) + (0,80 \times 5,1 \times 10^{-3})}{13,8 \times 10^{-3}} \\ C = 0,72$$

6- Pluviométrie

a) Temps de concentration t_c

$$t_c = 7,62 \left(\frac{S}{I} \right)^{0,5} = 7,62 \left(\frac{14,45 \times 10^{-3}}{0,005} \right)^{0,5} = 12,95$$

S: surface du bassin versant ;

I : pente prise égale à celle de la route égale à 0,5%(m/m)

b) $I(1h, 10ans)$

C'est l'intensité linéaire de pluie en une période de retour.

$$I(1h, 10ans) = 0,22H(24h, 10ans) + 56 = 0,22 \times 120,4 + 56 = 82,49 \text{ mm}$$

ou $H(24h, P)$: hauteur de pluie en une période de retour(mm)

c) $I(t_c, P)$

L'intensité de pluie qui sévit pendant le temps de concentration de période de retour

$$I(t_c, P) = 28(t_c + 18)^{-0,763} I(1h, 10ans)$$

$$I(t_c, P) = 28(12,95 + 18)^{-0,763} \times 82,49 = 168 \text{ mm}$$

7- Calcul du débit à évacuer

Les formules qui permettent de calculer les débits d'un bassin sont déterminées sur une base empirique. Divers méthodes peuvent être employées pour ce calcul comme celui de Duret, de Manning Strickler ou la Méthode rationnelle. Mais comme on a un bassin de petite surface < 4 km², la méthode utilisée sera la Méthode rationnelle qui s'écrit comme suit :

$$Q_o = 0,278 \times S \times C \times I (t_c, P) = 0,278 \times 14,45 \times 10^{-3} \times 0,72 \times 168 = 0,49 \text{ m}^3/\text{s}$$

II- ETUDE HYDRAULIQUE

La conception et le dimensionnement des ouvrages d'assainissement sont très importants pour les infrastructures routières.

1- Notion de bassin versant

Un bassin versant est un site naturel délimité par des lignes de partage des eaux de ruissellement c'est une surface close, c'est-à-dire qu'aucun écoulement n'y pénètre de l'extérieur et que tous les excédents de précipitations s'écoulent sur une seule section d'exutoire. Il transforme la pluie en débit.

Un bassin versant est caractérisé par :

- Sa surface (s)
- Sa pente (I)
- Son coefficient de ruissellement C
- Sa forme (K)
- La longueur de thalweg ppal (L) ;
- Son périmètre (P)

Les seuls ouvrages à étudier seront alors les dalots dont les emplacements seront dans les pentes élevées où l'écoulement ne sera plus laminaire. On mettra alors en place, 3 dalots où les lieux d'emplacements sont :

- Au PK1+400,
- Au PK 4+509,
- Au PK7+400,
- Au PK 9+509,
- Au PK 11+509,

- Au PK15+400,
- 1. Au PK20+436.

2- Dimensionnement du dalot au PK 11+509

On a recours aux ouvrages de décharges au cas où les fossés de pied sont sous-dimensionnés ou pour évacuer l'eau de ruissellement de l'autre côté de la route. Comme ouvrage de décharge, on a les dalots qui sont de section rectangulaire

Tableau 31: Valeurs de et de la vitesse d'affouillement

| Caractéristique de la surface d'écoulement | Vitesse d'affouillement | | coefficients de ruissellement suivant l'état de surface | | |
|--|-------------------------|------|---|----------|---------|
| | m/s | | K selon l'état de la surface | | |
| | 0,40 | 1,0 | Bon | Passable | Mauvais |
| Sol sableux | 0,5 | 0,60 | 50 | 50 | 40 |
| Sol argileux | | | | | |
| -Consistant | 1,0 | 1,2 | 59 | 56 | |
| -Peu consistant | 0,7 | 0,85 | 56 | 53 | |
| Revêtement en béton | | | | | |
| -Surface lisse | 13,0 | 16,0 | 83 | 77 | |
| -Surface rugueuse | 6,5 | 8,0 | 71 | 67 | 56 |
| Maçonnerie | | | | | |
| -Jointoyée | 6,5 | 8,0 | 71 | 67 | 62 |
| -Pierre sèches | 2,5 | 4,0 | 50 | 45 | 37 |
| gazon | 1,5 | 1,8 | 33 | 33 | 29 |

N.B : $V=0,25\text{m/s}$: sol lumineux

$V=0,50\text{m/s}$: sol sableux

Les pentes de 3 à 5% provoquent l'ensablement.

Méthode de Morning -Strickler

Hypothèse de calcul :

$$Q : 0,07m^3 \quad b=0,60m \quad h=0,60m \quad k=67 \quad m=1$$

- Q : débit évacuable
- b : largeur du fossé
- h : hauteur du fossé

$$Q_p = v \times w$$

a) Calcul de la vitesse d'écoulement v

$$V = k R^{\frac{2}{3}} i_f^{0,5}$$

Hypothèse :

Fossé protégée par une maçonnerie dans un état passable.

$$\beta = 0,5(\xi - m)^{-0,5} \quad \text{Avec } \xi = 2(m^2 + 1)^{0,5}$$

$$\text{A.N} : \xi = 2(1+1)^{0,5} = 2,83$$

$$\beta = 0,37$$

$$\text{Pente} : i_f = \frac{h}{L} = \frac{0,60}{300} = 0,2 \%$$

Avec L : longueur du fossé.

b) Le périmètre mouillé :

$$Y = b + h$$

$$\text{A.N} \quad Y = 0,60 + 0,60 = 1m$$

c) Surface mouillée :

$$w = b \times h$$

$$\text{A.N} \quad w = 0,60 \times 0,60 = 0,36m^2$$

d) Rayon hydraulique:

$$r = \frac{w}{y}$$

$$i_{f_1} = i_f + 0,006$$

$$\text{A.N : } i_{f_1} = \frac{0,60}{300} + 0,06 = 0,062$$

e) Calcul de la vitesse v :

$$V = k R^{\frac{2}{3}} i_f^{0.5}$$

$$\text{A.N : } V = 67 \times 0,24^{\frac{2}{3}} \times 0,062^{0.5} = 6,44 \text{ m/s}$$

f) Calcul du débit évacuable par le fossé :

$$Q_p = v \times w$$

$$\text{A.N : } Q_p = 0,24 \times 0,44 = 1,55 \text{ m}^3/\text{s}$$

g) Vérification du calcul

$$\frac{\square Q}{Q} \times 100 \prec 5\%$$

$$\text{A.N : } \frac{1,55 - 0,07}{0,07} \times 100 = 2,1\%$$

h) Détermination d'emplacement d'ouvrage de décharge.

$$L' = L \frac{Q_{\max}}{Q}$$

$$\text{A.N : } L' = \frac{300 \times 1,57}{0,07} = 7$$

III-DIMENSIONNEMENT MECANIQUE DE LA DALLE EN BETON ARME

Cette partie montre un exemple de calcul des armatures d'une dalle de couverture d'un dalot. Les calculs sont conduits suivant les règles BAEL 91 modifiée 99.

Les règles BAEL prévoient que les calculs du BA seront conduits en application de la théorie des Etats Limites.

On appelle Etat Limite un état particulier au-delà duquel une structure cesse de remplir les fonctions pour lesquelles elle a été conçue.

On distingue :

- Etats Limites Ultimes (ELU) qui correspondent à la valeur maximale de la capacité portante de la construction dont le dépassement entraînerait la ruine de l'ouvrage.

- Etats Limites de Service (ELS) qui constituent les limites au-delà desquelles

Les conditions normales d'exploitation de la construction sont plus satisfaites.

1. Hypothèses de calcul

Supposons que la fissuration est préjudiciable à cause de la possibilité des intempéries. Donc, le calcul sera conduit essentiellement à l'ELS. Si les conditions sont vérifiées à l'ELS, la vérification des calculs à l'ELU ne sera plus nécessaire.

Sollicitation de la dalle

Données :

- Portée (L) Epaisseur (e) : 0.2m
- Largeur (l) : 0.5 m
- Surcharge d'exploitation : (S) : 7,5 T
- Base (B) : 0.5m
- Densité du béton (d) : 2.500 kg/m³

Schéma de calcul :

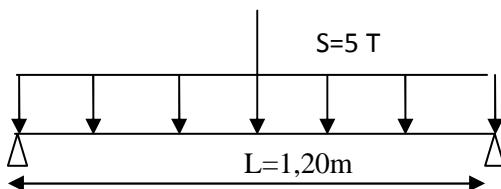


Figure 4 schémas de calcul

2. Calcul de contraintes

a) Poids propre de la dalle

$$P = L \times l \times e \times d$$

AN.

$$P = 1.2 \times 0.5 \times 0.2 \times 2.500 = 300 \text{ kg/ml}$$

b) Coefficient de majoration dynamique δ

$$\Delta = 1 + \left[\frac{0.4}{1} + (0.20 * L) \right] + \left[\frac{0.6}{1} + \left(0.4 * \frac{P}{S} \right) \right] = 1.86$$

Donc :

$$\Delta = 1.86$$

c) Surcharge d'exploitation

$$Q = \delta \times S$$

AN :

$$Q : 1.86 \times 7500 = 13,950 \text{ T}$$

$$Q : 13.95 \text{ T}$$

3. Charge permanente

a) Moment maximal

$$Mg = PL^2/8$$

AN :

$$Mg = 175 * 0.7^2 / 8 = 10.718 \text{ kg.m}$$

$$Mg = 10.72 \text{ kg.m}$$

b) Effort trenchant:

$$Tg = PL/2$$

AN :

$$Tg = 175 * 0.7 / 2 = 61.25$$

$$Tg = 61.25 \text{ kg}$$

4. Surcharge d'exploitation

a) Moment maximal

$$Mq = QL/4$$

AN :

$$Mq : 9713 * 0.7 / 4 = 1699.769$$

$$Mq : 1699.77 \text{ kg.m}$$

b) Combinaison d'action à l'E.L.U

$$Mu = 1.35 Mg + 1.5 \delta Mq$$

AN :

$$Mu = 1.35 \times 10.72 + 1.5 \times 1.86 \times 1699.77 = 475683 \text{ kg.m}$$

$$Mu = 4756.83 \text{ Nm}$$

c) Combinaison d'action à l'E.L.S

$$Mser = Mg + Mq$$

An :

$$Mser = 10.72 + 1699.77$$

$$Mser = 17105 \text{ Nm}$$

5. Détermination des armatures longitudinales

Etat Limite Ultime Résistante (ELUR)

Les caractéristiques du béton sont représentées dans le tableau suivant

Tableaux 32: Caractéristique du béton

| | | | Condition courante |
|------------------|------------------|-----------|--------------------|
| fc ₂₈ | ft ₂₈ | | |
| | | 45 et 45R | 55 et 55 R |
| 16 | 1.56 | 300 | |
| 20 | 1.8 | 350 | 325 |
| 25 | 2.1 | * | 375 |
| 30 | 2.4 | Non-admis | * |

Tableau n° 21 : caractéristique du béton utilisé

fc₂₈ : résistance à la compression à l'âge de 28 jours

ft₂₈ : résistance à la traction à l'âge de 28 jours

* : cas à justifier par une étude appropriée

6. Calcul de la contrainte du béton

$$f_{bu} = \frac{0,85 f_{c28}}{\theta \cdot \gamma_b} = 11,33$$

avec $\theta = 1$ (Coefficient qui tient compte de la durée probable d'application de charge T qui est égale à 1 pour $T \geq 24h$)

fc₂₈ = 20 MPa

γ_b

= 1.5 (coefficient de sécurité du béton pour la combinaison fondamentale)

AN :

$$f_{bu} = \frac{0,85 \times 20}{1 \times 1,5} = 11,33$$

f_{bu} = 11.33 MPa

7. Calcul de contrainte des aciers

$$f_{ed} = f_e / \gamma_s$$

avec f_e = 400 MPa (Nuance des aciers utilisés)

$\gamma_s = 1.15$ (coefficient de sécurité des aciers pour combinaison fondamentale)

AN :

$$f_{ed} : 400 / 1.15 = 347.826$$

f_{ed} : 348 MPa

8. Calcul du montant réduit mba

Pour savoir si la section est simplement armée ou doublement armée, il faut voir si M_{bu} .

Avec bo : la base du dalot

D : distance entre l'axe des armatures tendues et la zone comprimée de la pièce (d = 0.9ht)

Ht : hauteur totale

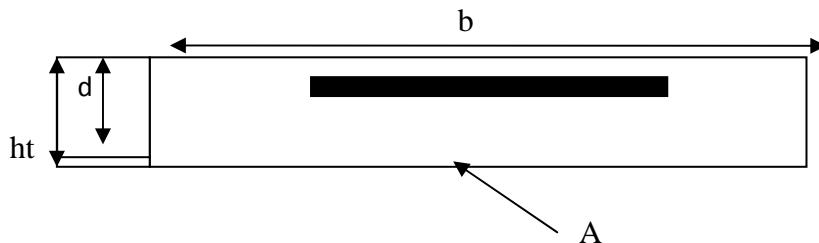


Figure 5 coupes transversales

AN :

$$M_{bu} : \frac{25641}{50} \times 17^2 \times 11.33 = 0.156$$

$M_{bu} : 0.156$

Et le moment limite ultime $M_{lu} = 0.392$

On a $M_{bu} < M_{lu}$

Donc : SECTION A SIMPLE ARMATURE (S.S.A)

Or $M_{bu} = 0.157 < 0.30$, donc le diagramme rectangulaire simplifié peut être utilisé.

9. Calcul de la section des armatures longitudinales a

$$z_b = d(1 - 0.6M_{bu})$$

AN :

$$z_b = 17 * (1 - 0.6 * 0.157) = 15.3986$$

$$z_b = 15.41 \text{ cm}$$

$$A_u = M_u / Z_b * f_{ed}$$

AN :

$$A_u = 25641 / 15.41 * 348 = 4.781$$

$A_u = 4.78 \text{ cm}$. Mais il faut calculer la section minimale par la formule suivante :

$$A_{min} = 0.23 * b_o * d * f_{t28} / f_e$$

AN :

$$A_{min} = 0.23 \times 50 \times 17 \times (1.8 / 400) = 0.87975$$

On observe que $A_u > A_{min}$, donc $A = A_u$

$$A = A_u = 4.78 \text{ cm}^2 \text{ soit } 4 \Phi 14 = 6.15 \text{ cm}^2$$

Vérification

a) Coefficient de fissuration η

Acier rond lisse $\square = 1$

Acier à haute adhérence $\square \geq 6 \text{ mm}$: $\square = 1.6$

Fil à haute adhérence $\Phi < 6 \text{ mm}$: $\square = 1.3$

b) Valeur de $110\sqrt{\eta} * ft_{28}$ **Tableaux 33 : Valeur de $110\sqrt{\eta} * ft_{28}$**

| fc_{28} | ft_{28} | $\eta = 1.6$ | $\eta = 1.3$ | $\eta = 1$ |
|-----------|-----------|--------------|--------------|------------|
| 20 | 1.8 | 186.7 | 168.3 | 147.6 |
| 25 | 2.1 | 201.6 | 181.8 | 159.4 |
| 30 | 2.4 | 215.6 | 194 | 170.4 |
| 35 | 2.7 | 228.6 | 206.1 | 180.8 |
| 40 | 3 | 241 | 217.2 | 190.5 |
| 45 | 3 | 252.8 | 227.8 | 199.8 |
| 50 | 3.6 | 264 | 238 | 208.7 |
| 55 | 3.9 | 274.8 | 247 | 217.2 |
| 60 | 4.2 | 285.2 | 257 | 225.4 |

c) Calcul de la contrainte admissible

$$\sigma_{sbar} = \min \left[\frac{2}{3} \times fe; \max(0.5 \times fe; 110\sqrt{\eta} \times ft_{28}) \right]$$

Avec

 η

: coefficient de fissuration égale à 1.6 pour les barres à haute adhérence

 ft_{28} : résistance à la traction à l'âge de 28 jours égale à 1.8

fe : nuance de l'acier égale à 400 MPa pour notre cas

AN :

$$\sigma_{sbar} = \min [266.66; \max (200; 186.7)]$$

$$\sigma_{sbar} = 200 \text{ MPa}$$

d) Calcul de $\mu_1, \beta_{1,k}$

$$\mu_1 = M_{ser} / b_0 * d^2 * \sigma_{sbar}$$

AN :

$$\mu_1 = \frac{17105}{50} \times 17^2 \times 200 = 0.0059$$

$$\mu_1 = 0.00059$$

Les valeurs de β_1 et k sont déterminées dans le tableau (cf annexe) en fonction de μ_1

D'après le tableau on obtient $\beta_1 = 0.880$ et $k = 0.037$

10. Calcul de l'état limite de compression du béton :

- a) Contrainte admissible du béton σ_{sbar}

$$\sigma_{sbar} = 0.6 * f_{c28}$$

AN :

$$\sigma_{sbar} = 0.6 * 20 = 12 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{sbar} = 12 \text{ MPa}$$

- b) Etat limite de compression σ_b

$$\sigma_b = k * \sigma_{sbar}$$

AN :

$$\sigma_b = 0.037 * 200 = 7.4 \text{ MPa}$$

$$\sigma_b = 7.4 \text{ MPa}$$

On a $\sigma_b < \sigma_{bcbar}$

Donc ; section a simple armature

- c) Calcul de l'espacement e_h

$$e_h = \frac{1}{2} [20 - (2 * 1) - (1.4 * 2)] = 7.6 \text{ cm} \quad e_h = 7.6 \text{ cm}$$

Détermination des armatures transversales

1-Hypothèse :

$$V_u = 7367.4 \text{ kg}$$

$$B_o = 50 \text{ cm}$$

$$D = 17 \text{ cm}$$

$$\gamma b = 1.5$$

$$F_{c28} = 20 \text{ MPa}$$

2-Calcul de la contrainte tangentielle τ_u

$$\tau_u = V_u / B_o * D$$

AN :

$$\tau_u = \frac{7367.4}{50 * 17} = 8.66$$

$$\tau_u = 8.66 \text{ Bars}$$

$$\tau_u = 0.86 \text{ MPa}$$

3-Calcul de contrainte tangentielle admissible τ_{ubar}

Fissuration préjudiciable

$$\tau_{ubar} = \min(0.15 f_{c28} / \gamma b; 4 \text{ (MPa)})$$

AN :

$$\tau_{ubar} = \min(0.15 * 20 / 1.5; 4 \text{ (MPa)})$$

$$\tau_{ubar} = \min(2 \text{ (MPa)}; 4 \text{ (MPa)})$$

$$\tau_{ubar} = 2 \text{ MPa}$$

Donc ; $\tau_u < \tau_{ubar}$

4-Contrainte d'adhérence

$$T_{se} = \frac{V_u}{0.9 * d * U}$$

$$U = n \pi \Phi$$

$$U = 35, 16 \text{ cm}$$

$$T_{se} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$T_{se} = 1,976 \text{ MPa}$$

Contrainte d'adhérence admissible

$$T_{se,u} = \varphi_s f_{tj}$$

Où φ_s : coefficient d'adhérence

Qui est égale à 1,5 pour les FE400

f_{tj} : 1,8 MPa

$$T_{se,u} = 2,7 \text{ MPa}$$

$T_{se} < T_{se,u}$ alors la condition est vérifiée

5-Calcul de l'espacement admissible

$$= \min (0.9 d ; 40 \text{ cm})$$

AN :

$$= \min (0.9 \times 17 ; 40 \text{ cm})$$

$$= 15.3 \text{ cm}$$

6- Choix de section des armatures transversales A_t :

A_t : $\emptyset 1/3$

$A_t = 4.66 \text{ m}$

Donc on prend $A_t = 8\emptyset 6$ soit 2.26 cm^2

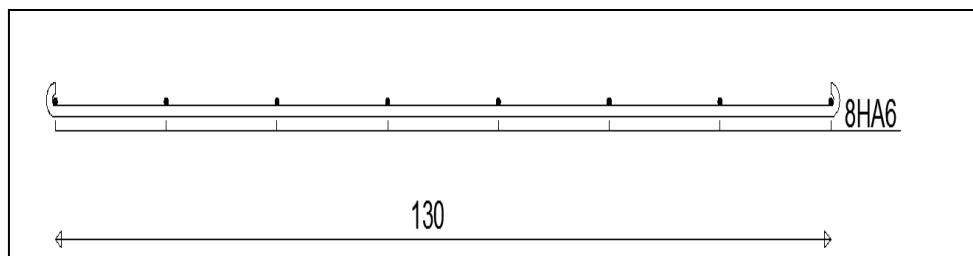


Figure 6 coupes longitudinales des armatures

Disposition constructive

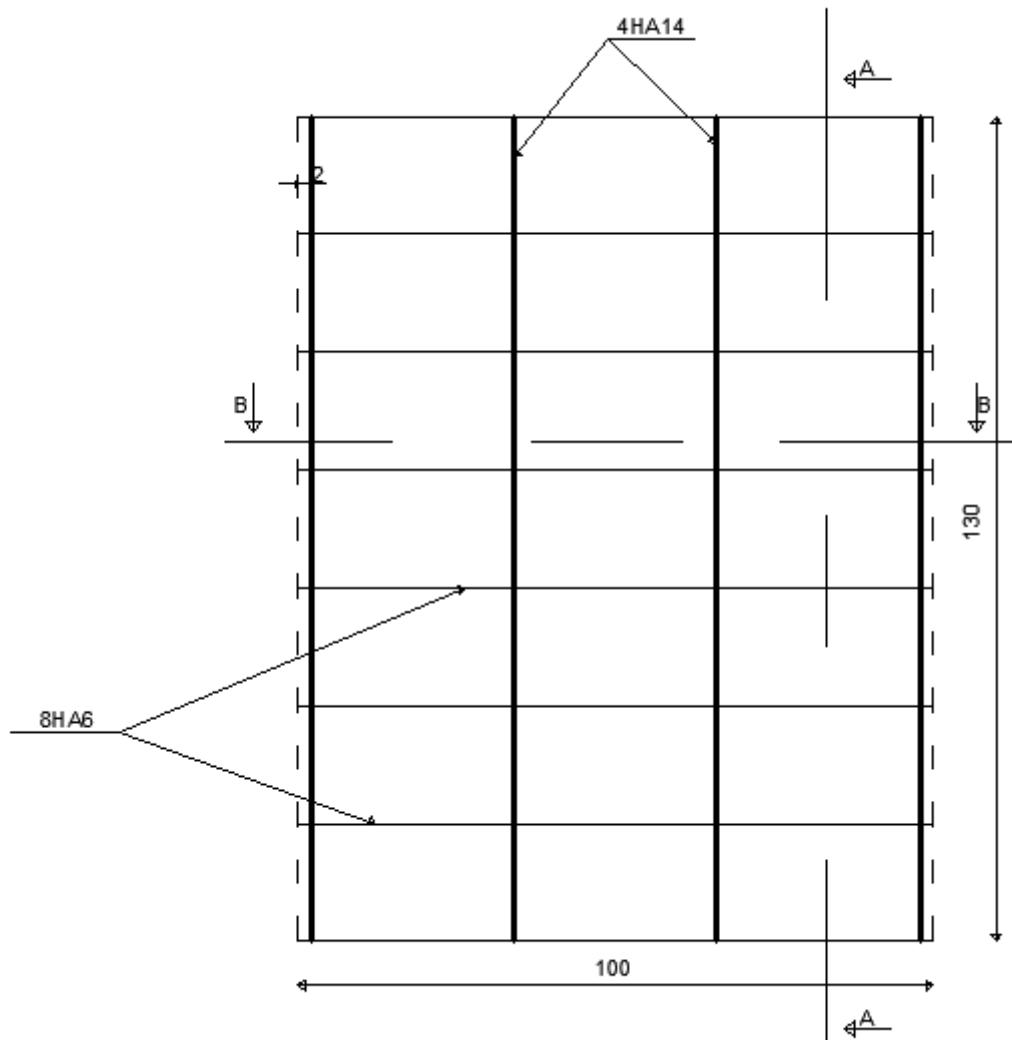


Figure 7 dispositions constructives

Conclusion partielle :

L'eau est le premier ennemi de la route c'est pour cela qu'il est nécessaire de dimensionner les différents fosses .Dans cette projet on a 7 ouvrage de décharge et le calcul des armatures est très important surtout pour les dalles.

PARTIE III : TECHNOLOGIE DE MISE EN OEUVRE

CHAPITRE IX: TRAVAUX DE TERRASSEMENT

I- TERRASSEMENT

Le terrassement consiste à modifier le relief d'un terrain et a créer la surface qui servira a la superstructure d'une route par de déblais, des remblais ou par profil mixte.

II- MISE EN OEUVRE

La démolition des ouvrages et constructions existantes comprend :

- L'enlèvement des bordures de trottoirs éventuelles
- La démolition de la chaussée revêtue existantes
- L'enlèvement des panneaux de signalisation et poteaux existants
- La démolition des superstructures en élévation (habitation, murs et murets)
- La démolition des socles jusqu'à un niveau inférieur aux terrassements .Dans certains cas particuliers, le maître d'œuvre pourra prescrire ou accepter la conservation de tout ou partie de ces fondations
- La destruction ou la dépose des ouvrages indiqués au projet ou prescrit par le maître d'œuvre
- Le comblement, par matériau agréé par le maître d'œuvre, de tous les vides résultants de la démolition de fondations ou des ouvrage enterrés,
- L'évacuation et la mise en dépôt des matériaux de démolition à la décharge agréées par le maître d'œuvre.

III- DEBLAIS

Les déblais non utilisé en déblais du fait de leur nature défectueuse ou des transports trop importantes, et les déblais en excédants sur les besoins en remblais, seront mis en dépôt sur des emplacements choisis par l'entrepreneur .Entrent dans cette catégorie : les terrains tourbeux, vaseux, et plus généralement tous ceux qui sont inaptes a supporter l'ouvrage qui les surmonte tel que buses, dalots, remblais, selon la prescription du maître d'œuvre

IV- MISE EN OEUVRE DU DEBLAI

Les talus de dépôt auront une inclinaison maximale de 3 de base pour 2 hauteur et leur partie supérieure sera réglée avec une pente maximale de 5% vers le cote le plus éloigne de la route. Les dépôts ne devront entraîner la constitution d'aucune poche susceptible de retenir les eaux ni être disposés de façon a provoqué une érosion régressive des talus de remblais

Au droit des sections de route en tranchée, on réservera, entre le pied du talus du massif du dépôt et l'arrêté supérieur du talus de la tranchée, une distance minimale égale aux développements de ce talus augmenté de cinq mètres

Lorsque ces dépôts se trouvent au voisinage de cours d'eau ou exutoire d'ouvrage, l'entrepreneur devra prendre toutes dispositions utiles pour que les écoulements ne soient pas gênés ou modifiés

V- REMBLAI

Outre les déforestation et le débroussaillement avec essouchements, la démolition des constructions existantes, le décapage de la terre végétale, et le déblai des terrains de mauvaise qualité, la préparation du terrain sous les remblais comprend :

- Le remblaiement soigné de fouilles résultantes des essouchements,
- Pour les terrains de pente transversale supérieure à 15%, l'exécution de redans sensiblement horizontaux présentant une légère pente vers l'intérieure et d'une largeur comprise entre 3,00 et 5,00 mètres permettant le remblaiement au scraper en pleine largeur
- De plus il faut l'arrachement de toute la végétation qui pourrait repousser avant l'exécution des phases suivantes des travaux, et d'en débarrasser le terrain à remblayer

VI- MISE EN OUEVRE DU REMBLAI

Le corps du remblai sera réalisé par la méthode des remblais excédentaires méthodiquement compactes,

Avant exécution du remblai, on procédera à la scarification de l'assise existante

Pour le remblai, le compactage sera effectué par couches de 0,30m d'épaisseur au maximum, et sur toute la largeur à remblayer, jusqu'à l'obtention d'une densité sèche au moins égale à 90% de l'optimum Proctor modifié(OPM) ; cette densité devra être obtenue jusqu' au talus après finition et réglage

Dans le cas où le remblai a réalisés chevauche un remblai existant, ce dernier sera écrêté de manière à constituer la base du futur remblai après avoir été expurge de tous les matériaux, débris ou produits ne satisfaisants pas aux prescriptions de la spécification

VII- PLATE FORME DE TERRASSEMENT

Une mise en forme et un compactage complémentaire seront effectués sur la partie supérieure de l'ensemble de la plate forme, qu'elle soit en remblai, de manière à obtenir une densité sèche égale à 95% de l'OPM sur une profondeur de 0,30m

La plate forme des terrassements terminée fera l'objet d'une réception technique par tronçon de 2km de longueur au moins avant tout mise en place des couches suivante



Photo 10 : Travaux de terrassement

VII- RECEPTION GEOMETRIQUE

Les alignements, les dimensions et les résultats des travaux topographiques lors de la réception doivent être conforme aux caractéristiques géométriques de la route ainsi que l'épaisseur des couches. Elle réalisée par des topographes qualifié dotés de théodolite et de mire.

CHAPITRE X: MISE EN ŒUVRE DE LA COUCHE DE FONDATION

I- COUCHE DE FONDATION

Les travaux de fondations seront exécutés par tronçon complètement coupé à l'intervalle de 2 km. Pour le tronçon spécial , il faut exécuter les travaux sur une cote et laisser circuler sur une autre cote Pour réaliser l'excavation générale et l'excavation d'emprunt , on utilise les bulldozer pour enlever la plaque de gazon , les excavatrices pour réaliser le creusement et les chargements des camions a bennes basculantes .Les niveleuses pour former et niveler la fondation routière , les rouleaux compresseurs pour réaliser le compactage et les arroseur automobiles pour la construction.

II- MISE EN ŒUVRE

La mise en œuvre de la couche de fondation nécessite des contrôles rigoureux notamment au niveau des épaisseurs et des compactages.

La mise en œuvre consiste à :

- Répandre les matériaux en cordons successifs sur la plate forme avec des niveleuses ;
- Arroser la couche répandue jusqu'à sa teneur en eau optimum à l'aide d'un camion arrosoir
- Malaxer ;
- Régler l'épaisseur de la couche convenable à la côte du projet en tenant compte du coefficient foisonnement ;
- Compacter jusqu'à 95% de l'OPM ;

L'engin recommandé pour le compactage est le compacteur pneumatique de charge minimale de 3 tonnes ou par de compacteur vibrant à jante lisse. Le compactage des bords de la couche doit être particulièrement soigné.

III- CONTROLE

Le contrôle quotidien sur chantier se fait en grande partie en vérifiant que le titulaire emploie son atelier de compactage conformément à la modalité arrêtée lors de la réalisation de la planche d'essai. Chaque engin destiné au compactage est obligatoirement muni d'un compteur relevé chaque jour à la fin de chantier, de façon à contrôler globalement le nombre de passes effectuées.

Ce compteur doit être maintenu en parfait état de marche.

Les essais de contrôles extérieurs au gamma densitomètre ou de densitomètre en membrane sont destinés à vérifier le bien-fondé du contrôle quotidien.

Le contrôle des épaisseurs est effectué par comparaison des réceptions topographiques et vérifié à l'aide d'un sondage dont l'emplacement et le nombre sont définis par l'ingénieur en fonction des résultats des réceptions géométriques.

La couche fait l'objet d'une réception du contrôle intérieur. Ceci consiste à :

- Le relevé des disques des engins de compactages ;
- Une mesure de compacité in-situ ;

- Un essai Proctor modifié ;
- Un essai CBR à 4 jours d'immersions à 95% de l'OPM ;

Un contrôle du réglage par niveau :

- tolérance plus de 1cm et moins de 2cm en tout point ;
- Un contrôle de largeur ;
- Un contrôle d'épaisseur de la couche totale tolérée à plus de 2 cm et à moins de demi- centimètre par rapport à l'épaisseur modifiée.
- Voici un tableau montrant le contrôle de la couche de fondation

Tableau 34 : contrôle de la couche de fondation

| caractéristique | spécifications | Recommandations | Tolérances |
|-----------------|----------------|-----------------|------------|
|-----------------|----------------|-----------------|------------|

a) Mise en oeuvre

| | | | |
|--|---------------------------|--------|-----------------|
| Teneur en eau de compactage mini | WOPM | | |
| Teneur en eau de compactage maxi | WOPM+2% | | |
| Atelier de compactage (vibrant, pneus) | Bande d'essai 100% OPM | | 5% de mesure |
| Taux de compactage 1° | 85% /s | | |
| Taux de compactage 2° | 100% | | |
| épaisseur % de mesure ≥ prescription | | | 80%/s |
| pose de revêtement | | 7jours | 95% |

b) critère complémentaire de réception

| | | |
|------------------------------|----|----|
| flache maxi à la règle de 3m | cm | 80 |
|------------------------------|----|----|

déflexion D90 1/100mm

CHAPITRE XI : MISE EN ŒUVRE DE LA COUCHE DE BASE

I- COUCHE DE BASE GCNT 0/31⁵

C'est la couche qui vient après la couche de fondation.
Elle est réalisée avec des matériaux en GCNT O/31⁵ aux spécifications des matériaux pour couche de base.

II- MISE EN ŒUVRE

Cematiériaulatéritique est mis en œuvre en une seule couche d'une épaisseur après compactage de 20 cm.

Les modalités d'obtention d'une teneur en eau précise et homogène sont définies lors de la planche d'essai.

Le déversement en tas distincts est dans tous les cas interdit afin d'éviter toute ségrégation. Le titulaire peut également choisir de déverser les matériaux en cordon et de mettre en œuvre à l'aide de niveleuses en respectant les conditions suivantes :

Soit de respecter une utilisation correcte des engins d'épandage lorsqu'ils comportent une lame de réglage :

Lame de l'engin travaillant à pleine charge et disposée le plus perpendiculairement possible par rapport à la direction de progression de l'engin,

Limitation du nombre de passes d'engin.

Et de répandre toujours les matériaux convenablement humidifiés dans la masse.

Dans ce cas, le contrôle de la planéité à la règle de trois mètres sera systématiquement fait au moins à chaque profil et de part et d'autre de l'axe.

On évitera l'ajout d'eau pendant le réglage car cette technique ne permet généralement pas d'obtenir une teneur en eau homogène.

Néanmoins, si nécessaire, le Titulaire doit maintenir sur le chantier en permanence le matériel nécessaire à l'arrosage ou à la scarification du grave afin de garantir avant compactage une teneur en eau égale à l'OPM, à plus ou moins 1% près. La citerne à eau doit alors être équipée d'une rampe permettant un arrosage homogène et constant des matériaux. La mise en œuvre des Graves Concassés par temps de pluie continue est interdite. En cas de pluie survenant pendant la mise en œuvre, les matériaux répandus dont le compactage n'est pas achevé sont maintenus en place en attendant qu'ils sèchent; le compactage est repris dès que les matériaux ont retrouvé une teneur en eau correcte ($\pm 1\%$ par rapport à la teneur en eau OPM).

III-COMPACTAGE

C'est l'opération la plus importante qui détermine les caractéristiques de l'assise future. Elle devra être d'autant plus poussée que les granulats sont anguleux et leurs granulométries plus creuses.

L'emploi de cylindres à jantes est interdit.

Le compactage est réalisé à l'aide des compacteurs vibrants lourds (engin de classe V3 minimum et utilisation de la vibration maximale) et des compacteurs à pneus lourds (engin de classe P3 minimum) dont la pression de gonflage est supérieure à 0,5 MPa et le poids par roue d'au moins 5 tonnes, en parfait état de marche.

Le compactage des bords de couche est particulièrement soigné. Après achèvement du compactage, tout réglage fin est interdit.

Les compacités obtenues sur chantier doivent vérifier sévèrement les deux conditions exprimées ci-dessous :

La compacité est de 95% de la densité sèche à l'OPM, avec un minimum absolu de 92%, la compacité est mesurée à partir de la référence Proctor établi selon les dispositions de la norme (avec correction en fonction de la fraction supérieure à 20mm et du poids spécifique) :

La densité sèche en place est supérieure ou égale à 85% du poids spécifique de la roche. Une fois les conditions d'emploi arrêtées lors de la planche d'essai (nombre de passes de chaque engin, ordre de passage entre les engins vibrants et les compacteurs à pneumatiques), le contrôle quotidien sur le chantier se fait en grande partie par la vérification de la conformité de l'utilisation par le Titulaire de son atelier par rapport aux modalités arrêtées lors de la planche d'essais.

Chaque engin vibrant ou compacteur est muni d'un compteur, en parfait état de marche, relevé chaque jour en fin de chantier, de façon à contrôler globalement le nombre de passes effectuées dans la journée.

Ce contrôle s'ajoute normalement au contrôle de compacité in situ. Il peut, le cas échéant, conduire à diminuer les cadences des contrôles de compacité si les résultats sont satisfaisants. A tout moment, l'atelier de compactage doit être constitué d'engins automoteurs en nombre suffisant pour obtenir la compacité exigée et la cadence optimale.

IV- CONTROLE INTERIEUR

Le contrôle intérieur de la couche avant réception consiste à faire :

- La vérification des disques des engins de compactage ;
- Une mesure de compacité in situ et de teneur en eau ;
- Un essai Proctor modifié ;
- Un contrôle du niveling à chaque profil en travers (3 points minimums), tolérance+1 cm et 0 cm ;
- Un contrôle longitudinal et transversal du surface : flèche maximum 1cm sous une règle de 3m, au droit de chaque profil en travers ;
- Un contrôle de la largeur : tolérance – Ocm (par rapport à l'épaisseur théorique) ;
- Un contrôle du dévers : tolérance $\pm 0,5$;
- Un essai de plaque tous les 50m : module > 120 [MPa] ou à toute valeur agréée par l'Ingénieur ;
- Une mesure de déflections à la poutre de Benkelman tous les 100m en quinconce : $D90 < 75$ ou à toute valeur agréée par l'Ingénieur.

V-PLANCHE D'ESSAI POUR LA COUCHE DE BASE

Il sera réalisé une planche d'essais pour la couche de base .Cette planche d'essai, qui sera intégrée ultérieurement a l'ouvrage, sera constituée par une bande d'une largeur de chaussée sur une longueur de 200m.

La composition de l'atelier de compactage, le lestage, la pression des pneus, l'ordre et la vitesse de passage, le nombre de passe seront détermines.

Spécification

Pour la couche de base constituée des matériaux latéritiques, les spécifications de mise en oeuvre sont les suivantes :

Tableau 35 : Spécification pour les couches des bases en matériaux latéritiques

| <u>caractéristique</u> | <u>spécifications</u> | <u>Recommandations</u> | <u>Tolérances</u> |
|---|---------------------------|------------------------|-------------------|
| a) Mise en oeuvre | | | |
| Teneur en eau de compactage mini | WOPM | | |
| Teneur en eau de compactage maxi | WOPM+2% | | |
| Atelier de compactage (vibrant, pneus) | Bande d'essai 100% OPM | | 5% de mesure |
| Taux de compactage 1° | 85% /s | | |
| Taux de compactage 2° | 100% | | |
| épaisseur % de mesure \geq prescription | | | 80% /s |
| pose de revêtement | | 7jours | 95% |
| b) critère complémentaire de réception | | | |
| flache maxi à la règle de 3m | cm 80 | | |
| déflexion D90 | 1/100mm | | |

CHAPITRE XII: MISE EN ŒUVRE DE LA COUCHE D'IMPRENATION

I- COUCHE D'IMPRENATION

C'est la couche qui vient après la couche de base.

Elle est réalisée avec des matériaux en liants aux spécifications des matériaux pour couche d'imprégnation.

II- MISE EN ŒUVRE

- Avant la mise en place des revêtements, la couche de base recevra une couche d'imprégnation
- Lorsqu'un tronçon sera prêt à être imprégné, l'entrepreneur sollicitera l'autorisation de l'ingénieur pour imprégner la couche de base compactée, réglée, balayée et exempte de tout défaut de feuilletage.
- Il faut procéder avant toutes imprégnations à un arrosage soutenu, suivi d'une période de séchage afin de décongestionner les canaux capillaires favorisant une pénétration uniforme.
- L'imprégnation sera réalisée avec un Cut- back fluide de la classe 0/1 à raison de 12 Kg/m^2
- Le liant de la couche d'imprégnation devra pénétrer d'au moins 5mm dans la couche de base.
- La teneur en eau in situ mesurée sur les cinq derniers centimètres de la couche de base ne devra pas excéder 3%.
- Dans les zones où le bitume sera en excès, il sera effectué sur l'ordre de l'ingénieur un sablage, si nécessaire d'un balayage énergétique du sable excédentaire.
- Le contrôle de l'épandage du liant sera effectué selon la méthode par plaque.
- Toute circulation sur la couche d'imprégnation sera interdite pendant la durée du séchage
- Il est demandé le respect d'un temps de séchage de 48h avant mise en œuvre de la couche suivante en prenant toutes dispositions pour interdire la circulation de tout véhicule sur la zone imprégnée jusqu'à évaporation totale des produits volatils
- Le cylindrage sera effectué immédiatement après le gravillonnage. Il sera exécuté au moyen d'un compacteur à pneus de 1,5 tonnes minimum par roue. Les pneumatiques étant gonflés uniformément à une pression comprise entre 4 et 5 bars. La vitesse de compactage ne devra pas être supérieure à 6 km à l'heure.

III- COMPACTAGE

- Le cylindrage sera effectué immédiatement après le gravillonnage ;
- Il sera exécuté au moyen d'un compacteur à pneus de 1,5 tonnes minimum par roue ;
- Les pneumatiques étant gonflés uniformément à une pression comprise entre 4 et 5 bars ;
- La vitesse de compactage ne devra pas être supérieure à 6 km à l'heure ;

- Apres l'ouverture à la circulation, le rejet sera régulièrement éliminé par balayage mécanique.
- Apres l'ouverture à la circulation, le rejet sera régulièrement éliminé par balayage mécanique

IV- CONTROLE INTERIEUR

- La teneur en eau in situ mesurée sur les cinq derniers centimètres de la couche de base ne devra pas excéder 3% ;
- Dans les zones où le bitume sera en excès, il sera effectué sur l'ordre de l'ingénieur un sablage, si nécessaire d'un balayage énergétique du sable excédentaire ;
- Le contrôle de l'épandage du liant sera effectué selon la méthode par plaque ;
- Toute circulation sur la couche d'imprégnation sera interdite pendant la durée du séchage ;
- Il est demandé le respect d'un temps de séchage de 48h avant mise en œuvre de la couche suivante en prenant toutes dispositions pour interdire la circulation de tout véhicule sur la zone imprégnée jusqu'à évaporation total des produits volatils.

CHAPITRE XIII: MISE EN ŒUVRE DE LA COUCHE D'ACCROCHAGE

- Douze heures au minimum après l'imprégnation de la couche de base, on répand la couche d'accrochage après balayage de la route.
- La couche d'accrochage est en ECR69 dosé à 0.6kg/m². Sa mise en oeuvre et le contrôle interne sont les mêmes que pour la couche d'imprégnation mais elle est plus visqueuse.

CHAPITRE XIV: MISE EN ŒUVRE DE LA COUCHE DE ROULEMENT EN BETON BITUMINEUX

I- COUCHE DE ROULEMENT EN BETON BITUMINEUX

C'est la couche qui vient après la couche d'accrochage.

Elle est réalisée avec des liants hydrocarbonés aux spécifications des matériaux pour couche de roulements.

II- PREPARATION AVANT LA MISE EN ŒUVRE

L'entrepreneur devra disposer d'un parc de camions suffisant pour, compte tenu de la durée du trajet, évacuer normalement la production de la centrale d'enrobage et alimenter régulièrement le chantier de répandage, afin d'éviter tout arrêt anormal de la fabrication ou de mise en ouvre.

Les transports d'enrobes de la centrale au chantier de repandage devra être effectué dans des véhicules a bennes métallique, nettoyées de tout corps étranger avant chargement.

L'intérieure des bennes pourra être graissé légèrement, a l'huile ou au savon ; l'utilisation de produits susceptibles de dissoudre le liant ou de s'y incorporer (fuel,) étant formellement interdite

Les camions affecté au transport des enrobes devront être compatibles avec le travail qui leur est demandé .En particulier, en hauteur du fond de la benne et le porte à faux seront tels qu'en cas il n'y ait contact entre la benne et la trémie du finisseur. Avec les finisseurs courants cette condition impose que le fond de la benne en position de déchargement (benne levée) soit au minimum à 0, 65m du sol et que le porte faux soit au maximum de 1, 80m

Le camion devra obligatoirement être équipé en permanence d'une bâche appropriée, capable de protéger les enrobes et d'éviter leur refroidissement. Quelles que soient la distance de transport et les conditions météorologiques, cette bâche sera obligatoirement mise en place a la fin du chargement et devra y demeurer jusqu' a vidange de la benne, dans la trémie du finisseur .La vidange des camions dans la trémie de la répanduse sera complète : les reliquats éventuel d'enrobés éventuels d'enrobés refroidis devront être éliminés avant nouveau chargement du camion

L'approche des camions contre le finisseur sera faite sans heurt ; à cet effet, d ans la dernière phase de la manœuvre, le finisseur devra s'approcher du camion, celui-ci étant arrêté et mis au point mort.

III- REPENDAGE

Les enrobes devront être obligatoirement répandus à une température supérieure a cent vingt degrés centigrades (125°C)

Sauf dérogation écrite de l'ingénieur, les enrobes ne seront pas mis en ouvre par temps de pluies, exception faite de précipitation localisées imprévisibles et de courtes durées

Ci cette dérogation est accordée, la température minimale ci-dessus sera portée à cent trente cinq degré centigrades (135°C)

L'entrepreneur devra disposer d'une liaison radio entre le poste d'enrobage et le chantier de repandage, de façon à pouvoir stopper immédiatement la fabrication en cas d'accident ; pannes intempéries

Les enrobes seront mis en œuvre à l'aide d'un ou plusieurs finisseur automoteur capables de les repartir sans produire de ségrégation, en respectant les épaisseurs et les profils fixes

La vitesse des finisseurs devra être aussi régulière que possible, le rapport de boîte de vitesses étant choisi de façon à réduire les arrêts au maximum. Elle seront choisies entre trois et dix mètres linéaire/minute (10ml) en fonction de la capacité de la pose

IV- ATELIER DE COMPACTAGE

Le compactage sera réalisé selon la méthode dite « compacteur à pneumatiques en tête »

Les ateliers devront avoir le potentiel minimal suivant, les compacteurs étant obligatoirement équipés de pneumatiques lisses

1types : repandage à un seul finisseur de normale, travaillant à vitesse faible ($V < 5$)

- Un compacteur à pneus ayant une charge par roue d'au moins deux tonnes
- Un rouleau tandem à jantes métallique de six tonnes
- Un rouleau tandem à jantes métallique de dix tonnes

2types répandage à un seul finisseur de largeur normale, travaillant à vitesse élevée ($V > 5\text{ml/min}$)

- Deux compacteur à pneus ayant une charge par roue d'au moins deux tonnes
- Un rouleau tandem à jantes métallique de six tonnes
- Un rouleau tandem à jantes métallique de dix tonnes

V- MISE EN ŒUVRE COUCHE DE ROULEMENT

L'exécution de la couche supérieure : on utilise l'épanduse d'asphalte pour transporter l'asphalte chauffé au chantier pour réaliser l'épandage. Après l'épandage, on doit disséminer les matériaux de surface et les morceaux en pierre et puis compacter à temps avec les rouleaux. Il faut recomacter la route avec rouleaux compresseurs le jour suivant.

VI- MOYEN DE FABRICATION DU TAPIS ENROBES FABRICATION DES ENROBES PRÉPARATION DU BITUME

Le bitume est chauffé dans un récipient à une température située entre 145 et 155°C sans surchauffe localisée du bitume

VII- PRÉPARATION DES ENGRÈGATS

Les agrégats minéraux sont sèches et chauffées avant d'être introduits dans le centrale d'enrobage. Les flammes utilisées pour le séchage sont ajustées afin d'éviter tout dépôt de suie sur les agrégats.

Le filer qui est nécessaire pour obtenir la composition requise de l'enrobe, est mesuré et ajouté à l'aide d'une petite trémie montée directement sur le malaxeur.

VIII- MALAXAGE

Le mélange des agrégats et le malaxage sont effectués de façon à obtenir la composition de l'enrobé. Au moment du malaxage avec le bitume, la température des agrégats est plus ou moins identique à celle spécifiée pour le bitume, et elle ne doit en aucun cas dépasser de plus d'une quinzaine de degrés centigrades de celle du bitume.

Le dosage du bitume dans l'enrobé est de l'ordre de 6% .L'enrobe a une température comprise entre 140 et 160°C à la sortie de la centrale d'enrobage.

IX- BETON ASPHALTIQUE

Matériaux et conception de coefficient de dosage : les matériaux d'agrégation gros, les matériaux d'agrégation fins, la poudre minérale et les matériaux d'asphalte doivent se conformer aux spécifications de normes. Après l'approbation, il faut faire des essais sur pièces après malaxage pour valider la légitimité

Choisir les machines complètes de malaxage de capacité de 120T / H

L'asphalte doit être préparé dans la station de malaxage en respectant les doses de tous les matériaux et les températures de chauffages

Les matériaux d'asphalte après le malaxage doivent être homogène, transportés après par le camion à benne basculante au chantier avec mesure de couverture et d'isolation pour maintenir la chaleur, la température des matériaux d'asphalte arrive au chantier ne doit pas être inférieur à 130°C

X- PREPARATION DU GRAVIER

Les pierres exploitées doivent être broyées en matériau d'agrégation

XI- COMPACTAGE

Il faut prendre des mesures au cours du transport pour éviter la désintégration des matériaux mélangés

- ❖ Étalement : on utilise l'épanduse pour réaliser l'épandage complet avec l'amplitude complète sur la ligne principale (avec une épaisseur de 5cm), les parties aux coins, les branches ou les coupements doivent être étendues à l'aide des personnes
- ❖ Traitement de branchement : pour les rabotissages transversaux et longitudinaux, on réalise l'exécution avec branchement à froid dans la partie densifiée .C'est à dire on coupe les endroits de branchement, les nettoyer et arroser une faible quantité d'asphalte chaud et collant
- ❖ Compactage et formation : le compactage des asphalte doit être effectué en 3 phases :
 - phase primaire ;
 - phase répétitive ;
 - phase finale.

XII- PLANCHE D'ESSAI

Plan de marche de chaque engin en vue d'assurer un nombre de passes aussi constant que possible en tous points de la chaussée :

- Vitesse de marche de chaque engin

- Pression de gonflage des pneumatiques des compacteurs qui devra être, dans tous les cas, supérieure à cinq bars
- L'épaisseur avant et après compactage ;
- La compacité en place ;
- La température de répandage obligatoirement à 125°C

La mesure de l'évolution des modules de richesse entre la fabrication et la mise en ouvre pourra éventuellement être demandée par l'ingénieur

Quatre méthodes au moins, de compactage seront testées et l'exécution, matériel fonctionnement et autres inhérents à la réalisation de la planche d'essais proprement dite et à la fourniture, transport et mise en ouvre des enrobes.

Quarante huit heures (48h) après l'achèvement de la planche d'essais, l'entrepreneur procédera aux prélèvements ci-dessous, à des emplacements choisis par l'ingénieur dans le cadre du PAQ

XIII- CONTROLE INTERIEUR

La composition de l'enrobe sera contrôlée par des prélèvements effectués dans le finisseur au moment de l'application

Vérification des compacités par carottage Φ10 associé aux mesures de gammadensimètre.

La corrélation sera utilisée pour effectuer des contrôles non destructifs en section courante.

Ces prélèvements seront destinés aux essais suivants :

- Compacités en place à quarante huit heures
- Module de richesse à la mise en ouvre
- Dans la limite de seize carottages et de huit extractions par modalités de compactage ;

a- Joint et rives

Le joint longitudinal des deux bandes de roulements devra être parfaitement et situe dans l'axe des alignements et courbes de la chaussées, sur largeurs comprises.

Juste avant l'exécution de la seconde bande, le flanc de la bande contigüe déjà réalisé sera badigeonné à l'émulsion cationique.

Le repandage de la seconde bande sera conduits de façon à recouvrir sur un ou deux centimètres le bord longitudinal de la première bande : les enrobes en excès, recouvrant la bande ancienne seront repoussés et régales sur la nouvelle bande à l'emplacement du joint, avant passage du compacteur, afin d'assurer un joint bien rempli et au profil. Tout bombement devra être arasé Avant compaction finale du joint.

Les dispositions ci-dessus s'appliquent pour les repandages par bandes .Dans le cas d'un repandage à deux finisseurs en parallèle , afin de supprimer pratiquement le joint longitudinal ,ceux-ci devront avancer de façon aussi simultanée que possible , leur distance moyenne devra être de l'ordre de cinq mètre linéaire sans jamais excéder trente mètres

Pour les joints transversaux, a chaque reprise de la mise en ouvre des enrobes, l'extrémité de la bande ancienne sera coupée en éliminant une longueur de quarante centimètre

Ces découpes seront obligatoirement exécutées a l'aide d'une scie a disque et les joints ainsi créés devront être perpendiculaire a l'axe de la chaussée et parfaitement rectilignes

La surface fraiche créée par les découpes sera badigeonnées à l'émulsion cationique, juste avant la mise en ouvre de la nouvelle bande

Le réglage ancien de l'épaisseur sera respecté par un calage approprié

Les rives du tapis devront être parfaitement régulières et en respecter au plus près les caractéristique du projet (alignement, cercles)

A cet effet l'entrepreneur réalisera a ses frais un marquage par point des bordes de la couche de roulements, avant la mise en ouvre du tapis. Ces points seront espaces au maximum de vingt mètre dans les alignements et de trois mètre dans les courbes

Pour ce tracé, une tolérance de plus ou moins un centimètre par rapport au projet est admise,

Après le passage de finisseur et avant compactage, toute insuffisance localisées d'enrobes sera compensée par des apports manuels répandus au râteau a une épaisseur adéquate pour l'obtention d'une surface unie d'épaisseur requise après compactage

Immédiatement après le passage du compacteur a pneus les enrobes encore chaud débordants a l'extérieure du trace, seront découpes soigneusement de façon des rives a obtenir des rives régulières tant en alignement qu'en courbes.

A cet effet, les bords du tapis seront délimités en alignement à l'aide d'un fil métallique d'une longueur minimale de quarante mètres (40ml) tendu à l'extrémité et, en courbes (cercles), par des courbes successives d'une longueur maximale de trois mètres (3ml) dressées au cordeau. Cette délimitation servira de guide à la découpe.

b- températures

Des contrôles bi-horaires de la température des enrobés dans le finisseur, seront effectués au moment de répandage.

Si le finisseur dispose d'une prise de température montée à demeure dans le tunnel d'alimentation celle- ci sera utilisée. Dans le cas contraire, la température sera mesurée à l'aide d'un thermomètre enfoncé de dix centimètre (10cm) dans les enrobés mis en trémie.

c- compactés en place

Les contrôles de compacités en place, a sept jours (7jours) seront réalisés par carottages espaces de deux cents mètres (200ml) et répartis, a l'avancement, de la façon suivante :

Axe- cote G-Axe G-Cote D -Axe

Les carottes latéraux seront à trente centimètre (30cm) des rives du tapis et les carottes centrales à trente centimètres (30cm) du joint longitudinal, alternativement de part et d'autre de celui-ci

Le premier prélèvement sera situe à cent mètres (100ml) de l'origine du tronçon considéré :

La possibilité de coupler mesure de densité au gammadesimètre et carottage est admise lorsqu' une corrélation entre les résultats des 2 mesures aura été établie afin de réduire les contrôles destructifs du tapis d'enrobes.

d-contrôle de fabrication

Le contrôle, à posteriori, des modules de richesse, sera effectué par des extractions en place (plaqué de 25×25cm) à raison d'un prélèvement tous les kilomètres situe à un mètre cinquante (1,50m) de l'axe de l'axe de la chaussée, alternativement à droite et à gauche.

Ces contrôles destructifs pourront être remplaces, avec l'agrément de l'ingénieur, par des mesures de modules de richesse sur des prélèvements être remplaces, avec l'agrément de l'ingénieur, par des mesures de modules de richesse sur des prélèvements effectués en sortie de malaxeur.

e- uni et rives

La surface « finie » de la couche de roulement devra être parfaitement régulière et ne présenter aucune flache, supérieure à cinq millimètre (5mm) sous une règle de trois mètres (3ml) posées de champ sur le tapis selon n'importe quelle orientation , et supérieur à dix millimètres (10mm)sous un cordeau de quinze mètres tendu parallèlement à l' axe de la chaussée dans les sections en alignement et en profil en long monotone.

La découpe des débords exigée à la mise en ouvre devra donner des rives parfaitement régulières

Il sera cependant admis, pour chaque rive, une plage de tolérance maximale de deux centimètres (2cm) à l'extérieur de la trace

Les contrôles seront effectués a l'aide du même procède (fil métallique 40ml et cordes de 3ml) posée de champ sur le tapis selon n'importe quelle orientation, et supérieure à dix millimètre (10mm) sous un cordeau de quinze mètres (15m) tendu

parallèlement a l'axe de la chaussée dans les sections en alignement et en profils en long .

La découpe des débords exigées a la mise en ouvre devra donner des rives parfaitement régulières.

IL sera cependant admis, pour chaque rive, une plage de tolérance maximale de deux centimètres (2cm) à l'extérieur du tracé

Les contrôles seront effectués a l'aide du même procédé (fil métallique de 40ml et cordes de 3ml) que celui utilisé pour la délimitation des bords du tapis .La fréquence et les emplacements des contrôles de qualités de l'uni et des rives, seront décidés

Tableau 36 : contrôle MO/ enduit superficiel

| Contrôle/ Essais | Référence | Résultats exigés | Fréquence minimum |
|---|---------------------|---|--|
| Vérification du matériel | Inspection visuelle | Propreté des tuyauteries, filtres, gicleurs, gravillonneurs, etc. | A la demande de l'Ingénieur |
| Dosage du liant | Pesée de plaquettes | $\pm 0,1\text{kg/m}^2$ par rapport au dosage ordonné | 1 essai par bande répandue |
| Régularité transversale du liant | NF P 98-275-1 | $R=0,15$ | A la demande de l'Ingénieur |
| Température du liant | Thermomètre | 125 à 150°C | A la demande de l'Ingénieur |
| Dosage des granulats | Pesée de plaques | $\pm 10\%$ | 1 essai par bande répandue |
| Régularité é transversale des granulats | NF P 98-276-1 | $\pm 10\%$ de la valeur moyenne sur un même profil | 20 mesures au début de la mise en œuvre de chaque couche de granulat |
| Rejet | | Inférieur à 5% | 1 contrôle par section de 5km, 15 jours après la réalisation |

Source : ARM

CHAPITRE XV: MISE EN ŒUVRE DES OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT

I- OUVRAGE D'ASSAINISSEMENT

I-1: FOSSE DE PIED

I-1-1: Fossé en terre

Il doit être réalisé simultanément avec l'achèvement des terrassements de façon à assurer l'assainissement de l'ensemble de la plate-forme, de l'emprise et de l'environnement.

Le fossé en terre est exécuté soit manuellement soit mécaniquement avec la lame d'une nivelleuse selon la circonstance.

Il peut être soit triangulaire soit trapézoïdale.

L'opération à effectuer consiste à :

- Implanter l'ouvrage ;
- Creuser la fouille ;

Mettre en place les gabarits avec du bois pour mieux respecter la section transversale recherchée.

Il est préférable de réaliser les fossés en terre si la pente du terrain naturel n'excède pas 8% et que si le sol du terrain environnant le permet.

I-1-2: Fossé maçonné

Il peut prendre diverses formes telles que trapézoïdales, triangulaires, et rectangulaires.

Les moellons doivent être mouillés avant leur mise en œuvre, les joints sont d'une épaisseur moyenne de 15 mm. Le mortier est dosé à 300Kg/m³.

Les opérations consistent à :

- Implanter l'ouvrage ;
- Creuser les fouilles ;
- Mettre en place les gabarits ;
- Poser le lit de sable de 5 cm d'épaisseur ;
- Construire l'ouvrage selon les dimensions par les calculs ;
- Jointoyer les parements ;
- Engazonner si nécessaire les abords.

I-2: LES OUVRAGES DE DECHARGES

I-2-1: Buse

La mise en place des buses consiste à faire :

L'implantation de l'ouvrage ;

- L'exécution d'une fouille par une pelle mécanique ;
- La confection d'un lit de pose de sable et coulage d'un béton de propreté
- La mise en place des buses ;

- Le jointoiement des buses avec un coulis de ciment et renforcer par un enrobage de mortier de ciment dosé à 300 kg/m³ sur la face externe de la buse ;
- Le remblaiement et compactage avec une dame sauteuse ;
- La protection des ouvrages des têtes amont et aval avec des perrés maçonnés.

Si les circonstances s'y prêtent, au lieu d'utiliser des buses de grand diamètre, il vaut mieux poser deux ou plusieurs rangées de buses de dimension plus petite pour éviter des problèmes de transport et de pose par des grues. L'espace entre les rangées doit être au moins égal au diamètre.

I-2-2: Dalot

La mise en œuvre d'un dalot consiste à faire :

- L'implantation de l'axe de la route en plaçant des piquets tous les 5-10 m de chaque côté de l'emplacement prévu pour l'ouvrage ;
- Construction d'une ligne perpendiculaire (axe du dalot) à l'emplacement prévu, là où c'est possible ;
- Construction d'une déviation autour de l'emplacement ;
- Fouille : excavation de l'emplacement du dalot (en procédant par moitié) ;
- Mise en place des gabarits ;
- Une fois le niveau de fouille atteint, nivellation et compactage du fond (couche mince de sable) ;
- Maçonnerie : radier plus piédroits, comme pour les fossés maçonnés ;
- Pose des dalles préfabriquées ou coulage sur place de la dalle supérieure ;
- Construction du puisard amont et de l'avaloir y compris les murs en aile et les murs de tête ;
- Remblai dûment compacté autour et au-dessus de l'ouvrage jusqu'à la côte du projet ;
- Nettoyage/ finition

Les étapes à suivre pour la construction d'un dalot :

- Coulage du béton ;
- Décoffrage ;
- Mise en place de la maçonnerie de moellons ;
- Montage du ferraillage de la dalle du dalot selon les calculs et études faites préalablement et mise en place des cales à béton ;
- Coffrage et coulage du béton pour dalle ;
- Décoffrage ;
- Compacter le remblai au-dessus et autour de l'ouvrage jusqu'à la côte du projet.

I-2-3: .Curages des dalots et des buses

Les ouvrages de décharge collectent les eaux des fossés et permettent leur passage sous la route pour rejoindre les bas-fonds.

Ils sont nettoyés au moyen d'une barre d'acier, d'une pelle et d'une bêche (Angady). Les produits retirés seront étalés là où ils ne gênent pas l'écoulement de l'eau.

II- OUVRAGE DE PROTECTION

II-1: GABION

Les gabions doivent être remplis suivant les règles de l'art, de manière à assurer un remplissage homogène et à limiter au maximum la déformation des cages.

Le gabion, au moment de son utilisation est déplié sur une surface plane et dure, de façon à ce que toutes ces faces reposent à plat sur le sol. Les marques de pliages sont aplaniées. Les quatre faces latérales sont relevées pour former une caisse dont le couvercle reste ouvert ; on procède alors à la ligature des arêtes verticales et des diaphragmes.

Si ce gabion doit être juxtaposé à d'autre déjà en place, ses faces en contact avec ces derniers sont parfaitement appliquées contre les gabions voisins ; on utilise à cet effet un maillet de bois. On ligature les gabions entre eux en utilisant la même technique que lors de l'assemblage d'un gabion seul. On les place face à face et dos à dos de façon à ce que les couvercles se faisant face puissent être ligaturés d'un seul et même lit. Les coutures des arêtes des gabions en cours de montage se font autant que possible en englobant les arêtes des gabions déjà en place.

Pour obtenir un bon alignement des faces verticales vues, on les rigidifie pendant le remplissage à l'aide de piquets et de planches. Les faces sont appareillées de préférence manuellement. Les pierres de remplissage doivent laisser un minimum de vide. Si c'est possible, on laisse le dernier gabion vide afin de faciliter les ligatures avec le suivant. Afin de limiter les déformations de la structure, il est nécessaire, au cours du remplissage de disposer des tirants horizontaux reliant la paroi vue à celle opposée en reprenant deux mailes de chaque côté. Pour faciliter l'attache des tirants, on aligne les niveaux de remplissage sur le haut d'une maille.

Puisque le gabion est perméable, un ouvrage en gabions peut donc remplir une fonction de drainage. Il peut recueillir et évacuer des eaux d'infiltration. Toutefois, si l'on veut lui faire jouer ce rôle, il faut que la règle de filtre soit vérifiée vis-à-vis des matériaux entourant le gabion, afin d'éviter la fuite et la percolation des fines au travers de la structure, du géotextile qui est prévue à l'arrière des gabions contre les terres.

II-2: LES ENROCHEMENTS

Des enrochements de protection envers les affouillements et les érosions seront posés dans les lits à la sortie des buses et dalots aux débouchés des fossés et sur les talus en remblai soumis à une forte érosion d'eau de ruissellement selon les instructions données

Conclusion partielle :

Les ouvrages d'assainissements jouent un rôle primordial dans les collectes des eaux de pluie et des ruissellements, par conséquent maintiennent l'imperméabilité de la chaussée. Dans ce cas il faut respecter les normes techniques et technologiques pour que la durée de vie de la route soit atteint.

CHAPITRE XVI : LES DIFFERENTES ESSAI LORS DE L'EXECUTION DES TRAVAUX ROUTIER DE LA RNS 5A

I- ESSAI D'ECRASEMENT

Pour déterminer la résistance a la compression ,on doit effectuer un essai d'écrasement sur 5eprouvette de section 16cm et de hauteur 32cm a 7jours ,14jours ,28jours ,et a90jours d'âge.

Elles sont surfacées aux soufres et passe a l'appareil d'écrasement.

- Le ciment CLK42.5
- CEM I ou42.5R
- CEM II ou32.5R ou de ciments de catégories et de classe équivalente

Essai sur les caractérisations du ciment

1- But de l'essai :

Les caractéristiques mécaniques à déterminer sont :

- La résistance à la compression simple pour déterminer la classe réelle du ciment ;
- La résistance à la traction par flexion.

2- Appareillages

- Malaxeur ;
- Presse pour l'éprouvette 4*4*16 (cm³) ;
- Presse pour flexion de 4*4*16 (cm³);
- Moule 4*4*16 (cm³);
- Appareil à choc ;
- Chronomètre ;
- Règle à araser ;
- Balance de précision.

3- Mode opératoire

La prise d'essai est :

- 450g de ciment ;
- 225g d'eau ;
- 1350g de sable normalisé.

On verse l'eau et le ciment dans le récipient de malaxage, puis malaxer à petite vitesse pendant 30s puis on verse le sable et les malaxe pendant 30s à petite vitesse et changer à grande vitesse pendant 30s. On le met au repos pendant 90s et malaxer une seconde fois à grande vitesse pendant 60s. Donc, le temps total de malaxage est de 4 minutes.

On étale le mortier dans le moule en deux couches :

- Fixer le moule surmonté d'une housse sur l'appareil à choc ;
- Huiler le moule pour faciliter le démoulage ;
- Etalage de la première couche ;

- Démarrer l'appareil à choc pendant une minute à raison de un coup par seconde ;
- Etalage de la deuxième couche ;
- Redémarrer l'appareil à choc pendant une minute à raison de un coup par seconde ;
- Enlever la housse et araser la face supérieure puis le lisser. On la recouvre avec un couvercle en verre et conserver à la chambre froide de 20°C.

Il faut avoir trois moules et chaque moule contient trois éprouvettes :

- Trois éprouvettes pour l'essai à deux jours ;
- Trois éprouvettes pour l'essai à sept jours ;
- Trois éprouvettes pour l'essai à vingt-huit jours.

Après deux jours, on fait le démoulage et on passe à l'écrasement de l'éprouvette :

- Traction par flexion :

On installe l'éprouvette et déplacer la charge jusqu'à la coupure de l'éprouvette suivie d'une lecture de la graduation sur la tige.

- Compression simple :

Monter la moitié de l'éprouvette précédent sur la presse et comprimer jusqu'à son écrasement et l'appareil donne la résistance en MPa. On fait aussi l'autre moitié.

4- Détermination de la résistance en MPa :

Vérification du Ciment LAFARGE 42.5 : (Ecrasement à 2j)

❖ Résistance en flexion :

- 1) $1500N \times 0.0025 = 3.8 \text{ MPa}$
- 2) $1550N \times 0.0025 = 3.9 \text{ MPa}$
- 3) $1450N \times 0.0025 = 3.6 \text{ MPa}$

D'où la moyenne est 3.8 MPa

❖ Résistance à la compression :

- 1) 16.7 MPa
- 2) 16.1 MPa
- 3) 16.8 MPa
- 4) 17.3 MPa
- 5) 17.4 MPa
- 6) 15.9 MPa

D'où la moyenne est $16.7 \text{ MPa} < 20 \text{ MPa}$

Notons que si on a : $R_c > 20 \text{ MPa à 2j}$ donc on peut envisager un ciment de classe 52.5R

$R_c < 20 \text{ MPa à 2j}$ donc on peut envisager un ciment de classe 42.5N

Donc on peut envisager un Ciment LAFARGE 42.5N

II- ESSAI DE CONE D'ABRAMS

Pour avoir une bonne consistance du béton on fait un essai d'affaissement sur le cône d'AbraMS ou slump test, dont l'affaissement sur le cône du béton après enlèvement du cône correspond à 4 à 6cm du socle de base du cône.



Photo 11:Essai de cône ABRAMS

III- ESSAI CBR (CALIFORNIAN BEARING RATIO):

Cet essai est très important à l'étude et contrôle de la géotechnique routière. Elle a pour but d'évaluer la résistance des sols au poinçonnement. Cet un essai Force-déformation réalisé sur des échantillons moulés et compactés suivant la procédure de l'essai Proctor normal. L'échantillon moulé est poinçonné après imbibition de 96 heures à une vitesse de déformation 1.27mm/minute.

On trace en suite la courbe effort-déformation qui sert à déterminer ce que l'on appelle Indice CBR.

1- Appareillage spécifique :

- Un moule CBR constitué de :
 - ✓ Un tube cylindrique de 152 +/- 0,2mm de diamètre intérieur et de 152 +/- 0,2mm de hauteur ;
 - ✓ Muni d'une embase ;
 - ✓ Une hausse métallique ;
 - ✓ Un disque d'espacement de 2,5mm d'épaisseur et de diamètre légèrement inférieur à celui du cylindre ;
- Une dame normale ;
- Une règle à araser ;
- Un plateau de gonflement, perforé, de diamètre légèrement inférieur à celui du moule et muni en son centre d'une tige réglable ;
- Anneaux de surcharge de 2,25kg ;
- Un comparateur à 1/100mm et de 10mm de course ;

- Une presse hydraulique contenant de :
 - ✓ Un bâti dont le socle renferme le moteur électrique;
 - ✓ Un piston de poinçonnage cylindrique en acier, d'une section de 19,35cm² (diamètre $\varnothing = 49,2\text{cm}$) ;
 - ✓ Un anneau dynamométrique (1 division égale à 118,46 N) ;
 - ✓ Un plateau porte moule, mobile, monté sur le piston de la presse ;
 - ✓ Un indicateur de cadence comportant un disque transparent muni d'un repère qui tourne à raison de 1,27 tours/minute. En manœuvrant la presse, on fait en sorte que l'aiguille du comparateur suivie le repère de l'indicateur de cadence, ce qui impose donc une vitesse de poinçonnage égale à 1,27mm/min.
 - ✓ Un bac d'imbibition.

2- Appareillage d'usage courant

- Un tamis à mailles carrées de 20mm (module AFNOR N° 44) ;
- 3 bacs de contenance de 5 à 10Kg ;
- Des truelles ;
- Des spatules ;
- Une éprouvette graduée de 250cm³ ;
- Une éprouvette graduée de 500cm³ ;
- Une balance d'une portée de 1000g, précise à 0,1g ;
- Une balance d'une portée de 10Kg précise à 5g.

a- Exécution de l'essai

Que ce soit à 0 jour d'imbibition ou à 4 jours d'imbibition, l'exécution de l'essai sera la même. L'essai se déroulera comme suit :

- Placer le moule sur le plateau de la presse CBR de façon à ce que l'axe du moule et l'axe du piston de poinçonnage soient sur un même axe ;
- Amener le piston au contact avec l'échantillon en remontant le plateau de la presse ;
- L'échantillon est alors surchargé de deux demi-anneaux qui pèsent chacun 2.265 Kg.
- Fixer l'ensemble indicateur de cadence-comparateur, la pointe du palpeur se repose sur le bord du moule.

- Mettre à zéro le comparateur.
- Mettre en marche la presse CBR
- Noter les charges lues sur l'anneau dynamométrique qui correspondent aux enfoncements en [mm] : 0.20 ; 0.40 ; 0.60 ; 0.80 ; 1.00 ; 1.25 ; 1.50 ; 2.00 ; 2.50 ; 3.00 ; 3.50 ; 4.00 ; 4.50 ; 5.00 ; 5.50 ; 6.00 ; 6.50 ; 7.00 ; 7.50
- Arrêter la presse CBR si l'enfoncement atteint 7.50 mm
- Prélever deux échantillons de part et d'autre de l'empreinte du piston pour déterminer la teneur en eau après compactage et poinçonnement.

b- Mise au net

-C.B.R Poinçonnements à 0h d'imbibition

On a obtenue $I_p=46$

-C.B.R Poinçonnements à 96h d'imbibition

On a obtenue $I_p=21$

c- Interprétation des résultats

Les sols peuvent être classés suivant leur portance dans le tableau ci-après :

Tableau 37 : Classe suivant les portances du sol

| Classe des sols | CBR |
|-----------------|---------|
| S1 | < 5 |
| S2 | 5 à 10 |
| S3 | 10 à 15 |
| S4 | 15 à 30 |
| S5 | > 30 |

On a ici un sol de classe S4 et S5, alors on peut dire que l'échantillon étudié est un sol de bonne qualité si on devrait l'utiliser dans la construction des ouvrages en terre ou des assises de chaussée.



Photo 12 : Essai CBR

III- ESSAI PROCTOR:

1- Appareillage

- Eau ;
- Moule CBR de diamètre 15.2cm et de hauteur 15.2cm ou PROCTOR : (moule, embase et sa hausse).
- Dame Proctor normale ou modifiée ou dame compacteur manuelle ;
- Marteau ;
- Une éprouvette graduée de 1000 ml ;
- Une règle graduée de 50 cm ;
- Un godet de chargement de matériaux ;
- Balance semi électrique + récipient ;
- Petit matériel (pinceau, pelle épicière burin, massette règle à raser, tare, écope, pied à coulisse).

2- Mode opératoire

a- Préparation des matériaux pour l'essai et sa description

- Monter le moule CBR avec la hausse et l'embase ;
- poser le disque d'espacement suivi du papier filtré ;

cribler le matériau au tamis de 20 [mm]

b- Exécution de l'essai

- Tout d'abord, peser les moules CBR ;
- préparer 3 échantillons humidifiés avec des teneurs en eau différentes l'une de l'autre de 2 %.

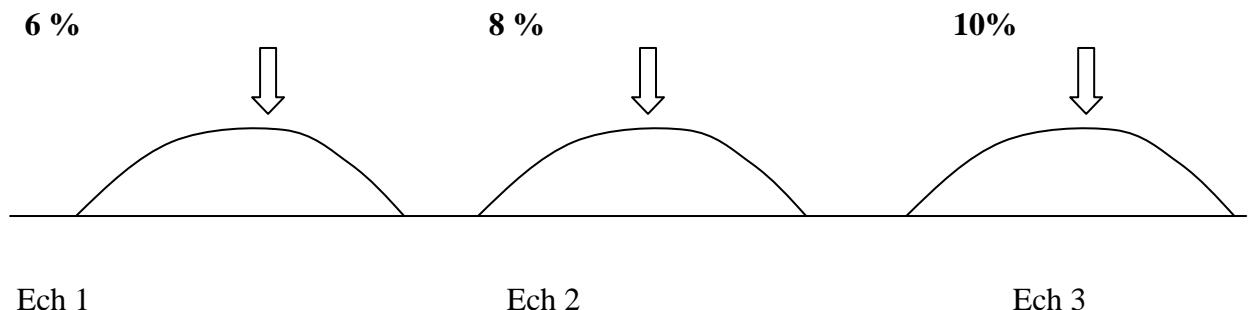


Figure 8 échantillon humidifiés

➤ Chaque échantillon est compacté dans le moule avec la dame Proctor en **5 couches** dont chaque couche recevra **55 coups**. Ces caractéristiques de compactage sont attribuées à l'*essai Proctor modifié*. Le compactage pour l'*essai Proctor normal* est effectué en **3 couches** dont chaque couche recevra **25 coups**

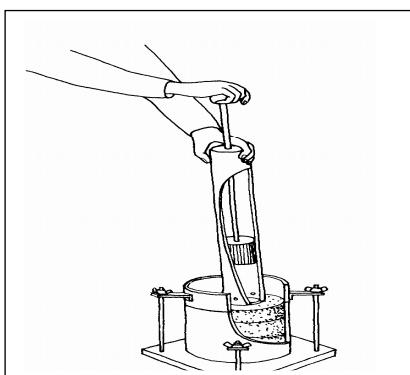


Figure 9 essai Proctor modifie

- Le compactage fini, on enlève la hausse et bien araser l'excédent de matériau à la partie supérieure avec une règle à araser.
- Peser le cylindre plus l'échantillon ;
- Démouler le matériau,
- Prélever l'échantillon pour déterminer la teneur en eau de celui-ci. Cette teneur en eau du premier échantillon sera noté W_1

Pour tracer la courbe Proctor, on a besoin d'au moins trois points. Donc nous devons alors exécuter trois compactages afin d'avoir trois teneurs en eau. Alors, on recommence les opérations précédentes avec les autres échantillons jusqu'à la diminution de du poids du matériau. Nous obtiendrons donc trois teneurs en eau W_1 , W_2 et W_3 et nous pourrons tracer la courbe Proctor et obtenir W_{opt} et γ_d^{max} .

b) Interprétation

Lors de l'essai Proctor nous n'avons pas eu trop de problème. Par ailleurs nous estimons que l'utilisation des résultats de notre essai n'est pas un choix judicieux, en effet nous n'avons pas suivi la règle d'exécution de l'essai car le poids de notre matériau et aussi notre temps était insuffisant pour avoir au minimum 3 échantillons.

IV- ESSAIS SUR LES MATERIAUX ROCHEUX

IV-1 ESSAI LOS ANGELES (LA) :

Cet essai permet de caractériser la résistance au choc ou à la fragmentation de la roche constituant le granulat

L'essai consiste à Soumettre un granulat de classe granulaire donné aux chocs des boulets suivant une procédure normalisée.

Mode opératoire

Si la roche est en bloc, il faut broyer avec le concasseur parce que l'échantillon étudié est le passant du tamis d'ouverture D et refus de celui d'ouverture d selon la classe nécessaire. L'essai courant se fait avec la classe 10/14.

La prise d'essai est toujours 5000g et on a deux répartitions pour les classes suivantes :

Tableau 38 : échantillon du bloc de roche broyée

| | 3000g | 2000g |
|--------------------|--------------------|-------|
| 10/25 | 10/16 | 16/25 |
| 16/31 ⁵ | 25/31 ⁵ | 16/25 |
| 25/50 | 25/40 | 40/50 |

On introduit la prise et les boulets dans le tambour et fermer ce dernier, régler le nombre de tour à 500 qui se fait en 15 minutes. La machine tourne et provoque des chocs entre les grains et les boulets.

Les 500 tours écoulés, on recueille les grains et tamiser à travers le tamis de 1.6mm, peser le refus noté m'.

$$\text{Coefficient LA} = \frac{5000 - m'}{5000} \times 100$$

Pour le **Granite de la carrière de la RNS5A** qu'on a étudié :

$$m' = 2947.5 \text{ g}$$

$$\text{Coefficient LA} = \frac{5000 - 2947.5}{5000} \times 100$$

Conclusion

On a une roche qui ne résiste pas au choc.

$$\text{Coefficient LA} = 41 \% > 35\%$$

IV-2 ESSAI MICRO DEVAL EN PRESENCE D'EAU (MDE) :

Cet essai permet de mesurer la résistance à l'usure de la roche consistant de granulat selon un procédé normalisé. La MDE repose sur le même principe que l'essai LA, seulement à la place des chutes des boulets dans les tambours, il y a frottement des billes au granulat ce qui produit des fins.

1. Mode opératoire

L'échantillon est toujours le même à celui de LA mais la prise est de 500g quel que soit la classe granulaire.

On verse l'eau, les billes et la prise d'essai dans le cylindre suivi de la clôture et blocage de ce dernier. On installe l'ensemble sur la machine et régler le nombre de tours à 12000 qui s'effectue en 3 heures 30 minutes.

Les 12000 tours écoulés, laver le produit obtenu à travers le tamis 1.6mm et enlever les billes à l'aide d'un aimant réglable. On fait passer le refus à l'étuve pendant 24 heures et peser, la masse du refus notée m'

$$\text{Coefficient MDE} = \frac{500 - m'}{500} \times 100$$

Pour le **Granite de la RNS 5A** qu'on a étudié :

$$m' = 418 \text{ g}$$

$$\text{Coefficient MDE} = \frac{500 - 418}{500} \times 100$$

$$\text{Coefficient MDE} = 16 \% < 35 \%$$

2- Interprétation

On a une roche qui résiste à l'usure.

Conclusion partielle

On peut dire que ces essais sont primordiale avant l'exécution des travaux puisque il détermine les caractéristiques des matériaux utilisés dans les domaines des Travaux routier mais il donne conclut à des variances applicables afin de détourner des problèmes.

PARTIE IV : EVALUATION DU COUT DU PROJET ET ETUDE D'IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX

CHAPITRE XVII : DEVIS DESCRIPTIF

I- SERIE A 000 : INSTALLATION ET REPLI DU CHANTIER

I- 1 Prix 001 : Installation provisoire du chantier

Ce prix non révisable rémunère au prix FORFAITAIRE (fft). Ce prix comprend :

- le transport des engins, les matériels nécessaires affectés au chantier ;
- l'aménagement de la baraque de l'entreprise ; la facture, la confection et la pose des panneaux de chantier ;
- l'amenée du personnel nécessaire ; l'aménagement et l'entretien des déviations éventuelles ;
- le déplacement total ou partiel de ces installations au cours du chantier ;
- la construction et l'équipement des bâtiments mis à la disposition de la mission

I-2 Prix 002 : Une station de broyage

Ce prix non révisable rémunère au prix FORFAITAIRE (fft). Ce prix comprend :

- Une implantation
- Leur mise en dépôt, leur régalage et toutes sujétions liées à l'aménagement définitif;
- Le transport sur toutes distances

I-3 Prix 003 : une station de malaxage d'asphalte

Ce prix non révisable rémunère au prix FORFAITAIRE (fft). Ce prix comprend :

- Une implantation
- Leur mise en dépôt, leur régalage et toutes sujétions liées à l'aménagement définitif;
- Le transport sur toutes distances

Le montant du coût de repli de chantier est de 3% du coût total des travaux

I-4 Prix 004 : Evacuation de la station de broyage

Ce prix non révisable rémunère au prix FORFAITAIRE (fft). Ce prix comprend :

- le rapatriement des matériels ;
- l'enlèvement de tous les produits non utilisés issus de l'installation de chantier ;
- l'exécution des Travaux ;
- la remise en état de tous les lieux d'intervention.

I-5 Prix 005: Evacuation de la station de malaxage d'asphalte

Ce prix non révisable rémunère au prix FORFAITAIRE (fft). Ce prix comprend :

- le rapatriement des matériels ;
- l'enlèvement de tous les produits non utilisés issus de l'installation de chantier ;
- l'exécution des Travaux ;
- la remise en état de tous les lieux d'intervention

I- 6 Prix 006 : Evacuation de l'installation provisoire du chantier

Ce prix non révisable rémunère au prix FORFAITAIRE (fft). Ce prix comprend :

- le rapatriement des matériels ;
- l'enlèvement de tous les produits non utilisés issus de l'installation de chantier ;
- l'exécution des Travaux ;
- la remise en état de tous les lieux d'intervention

Le montant du coût de repli de chantier est de 3% du coût total des travaux.

II- SERIE A 100 : PREPARATION**II- 1 Prix 101 : La mise en propre des bords en fondation et abatage des arbres**

Ce prix rémunère au METRE CARRE (m^2) la réalisation du désherbage, du débroussaillage et de la maîtrise de la végétation sur l'emprise de la route.

II-2 Prix 102 : abattage des arbres, le périmètre à un mètre de la surface routier $\geq 1m$

Ce prix non révisable rémunère à l'unité(U). Ce prix comprend :

L'enlèvement de l'arbre environ 1m de la route et l'enlèvement des sols de couverture sur une épaisseur minimum de 20cm.

II- 3Prix 103 : Elimination de la couche pourrie épaisseur de 20cm

Ce prix rémunère au METRE CARRE (m^2) la réalisation du désherbage, du débroussaillage et de la maîtrise de la végétation sur l'emprise de la route.

- l'enlèvement de la couche de terre végétale et l'enlèvement des sols de couverture sur une épaisseur minimum de 20cm;
- les essais géotechniques et topographiques nécessaires ;

La largeur à prendre en compte sera la projection horizontale des parties d'ouvrages décapées diminuée de la largeur de la plate-forme.

II-4 Prix 104 : enlèvement du béton ou démontage du tube métallique, évacuation et rejet.

Ce prix rémunère au METRE LINEAIRE (ml). Ce prix comprend :

La démolition proprement dite, complète ou en partie de l'ouvrage ainsi que l'évacuation et le rejet.

II- 5 Prix 105 : Démontage des travaux d'extrémité et puits de béton.

Ce prix non révisable rémunère à l'unité(U). Ce prix comprend :

Enlèvement des existants de la route.

II- 6 Prix 106 : Démontage des travaux d'extrémité et masse de maçonnerie.

Ce prix rémunère au METRE CUBE (m³),

La démolition proprement dite, complète ou en partie de l'ouvrage ainsi que l'évacuation et le rejet des masses en maçonnerie.

II-7 Prix 107 : Démolition des travaux existant

Ce prix rémunère au METRE CARRE (m²) la démolition et le transport des déchets venant de la destruction. Il comprend :

La démolition proprement dite, complète ou en partie de l'ouvrage ;

- Tous terrassements utiles y compris les fouilles ;
- Le chargement ;
- le transport sur toute distance;
- le déchargement et la mise en dépôt des graviers et matériaux extraits ;
- Le remblaiement des fouilles avec des matériaux définis.

II-8 Prix 108 : Démontage et abandons des poteaux existant

Ce prix non révisable rémunère à l'unité(U). Ce prix comprend :

- Enlèvement des poteaux
- Désinstallation des câbles électriques

III- SERIE A200 : TERRASSEMENTS

III-1 Prix 201 : remblai en provenance d'emprunt

Ce prix rémunère au METRE CUBE (m³) l'exécution de remblais à partir de matériaux provenant d'emprunts agréés par l'Ingénieur.

Il s'applique en petite et en grande masse, à tous les types de remblais et aux remblais contigus aux ouvrages (fossés, caniveaux, dalots, buses).

Ce prix comprend :

- Toutes les sujétions d'exploitation des emprunts et la remise en état de l'emprunt après son utilisation,
- toutes les sujétions d'extraction, de sélection (CBR > 15 pour le corps de remblai et de CBR > 20 pour la partie supérieure des terrassements) et pour les remblais contigus aux ouvrages ; le transport des matériaux sur une distance inférieur à 5 km .

III-2 Prix 202 : Excavation des roches

Ce prix rémunère au METRE CUBE (m³) l'exécution de couche des bases provenant de carrières agréées par l'Ingénieur.

Il comprend :

- La préparation des carrières ;
- Le concassage, le criblage, le dépoussiérage ;
- Le lavage des gravillons ;
- Toutes les sujétions pouvant apparaître pour produire des matériaux conformes aux spécifications techniques ;
- Le transport sur toutes distances ;
- Les frais de stockage intermédiaire ;

III-3 Prix 203 : écroutement du revêtement existant avec la moyenne de 15cm

Ce prix rémunère au METRE CUBE (m³) l'exécution de la préparation de la couche des revêtements.

III-4 Prix 20 4 : fouille de remblai aux limites du traçage rouge

Ce prix rémunère au METRE CUBE (m³) l'excavation du remblai jusqu'aux limites des lignes rouges.

III-5 Prix 20 5 : Remblai de mauvaise terre

Ce prix rémunère au METRE CUBE (m³) il comprend :

- L'extraction du remblai de mauvaise terre ;
- Le chargement ainsi que les transports sur toutes distances ;
- Le déchargement et le régalage aux lieux de dépôts agréés ;

III-6 Prix 20 6: Terrassement, formage et compactage de la couche de fondation routière

Ce prix rémunère au METRE CUBE (m³) il comprend :

- L'humidification du grave au moyen d'une centrale mécanique de malaxage ;
- Le transport sur toutes distances ;
- Le déchargement sur le lieu d'emploi ;
- Le cas échéant les frais pour stockage et reprise intermédiaire ;
- La mise en œuvre ;
- Toutes les sujétions de pilotage et de réglage de cet engin pour obtenir une surface répondant aux tolérances géométriques et altimétriques contractuelles ;
- L'alignement des bords de la couche pour les rendre parallèle à l'axe du tracé ;
- L'arrosage nécessaire à l'humidification optimum des matériaux pour leur compactage ;
- Le compactage ainsi que le talutage ;

III-7 Prix 20 7: Somme rajoute pour compléter le frais de transport supérieur à 1 km au cours du remblai d'emprunt

Ce prix rémunère au METRE CUBE par KILOMETRE (m³/km) il comprend :

- Toutes les sujétions d'exploitation des emprunts et la remise en état de l'emprunt après son utilisation,
- toutes les sujétions d'extraction, de sélection (CBR > 15 pour le corps de remblai et de CBR > 20 pour la partie supérieure des terrassements) et pour les remblais contigus aux ouvrages ;
- le transport des matériaux sur une distance inférieur à 1 km,
- leur mise en œuvre par couche compactée d'épaisseur maximale de 25 cm,
- l'arrosage nécessaire à l'humidification optimum des remblais,
- la réalisation des bermes intermédiaires,
- les surlargeurs provisoires de compactage de 0,50 m de large sur les talus, puis l'enlèvement des matériaux excédentaires,
- le réglage soigné des talus et des bermes, aux pentes projetées.

IV- SERIE A300 : REVETEMENT ROUTIER

IV-1 Prix 301: Matériaux pour pistes flinguées et risbermes

Ce prix rémunère au METRE CUBE (m3) il comprend les matériaux pour pistes et les matériaux pour risbermes.

IV -2 Prix 302: Matériaux naturels pour l'assiette de fondation

Ce prix rémunère au METRE CUBE (m3) il comprend :

- Les fournitures et transports sur toutes distances ;
- Les terrassements y compris les fouilles de toutes natures ;
- Le remblaiement, le compactage, et la mise en état.

IV-3 Prix 303: Matériaux naturels pour l'assiette de base

- Les fournitures et transports sur toutes distances ;
- Les terrassements y compris les fouilles de toutes natures ;
- Le remblaiement, le compactage, et la mise en état.

IV- 4 Prix 304: base de roche de rail

Ce prix rémunère au METRE CUBE (m3) il comprend la mise en ouvre de la couche de base de rail.

IV-5 Prix 305: Couche filtrante à asphalte fluidifie

Ce prix rémunère au METRE CARRE (m2) il comprend la mise en ouvre de la couche de filtrante fluidifie.

IV-6 Prix 306: Couche filtrante à asphalte gravier

Ce prix rémunère au METRE CARRE (m2) il comprend la mise en ouvre de la couche de filtrante a asphalte gravier.

IV- 7 Prix 307: Couche supérieure

Ce prix rémunère au METRE CARRE (m2) il comprend la mise en ouvre de la couche de supérieure.

IV- 8 Prix 308: Couche d'usure en béton d'asphalte (5cm)

Ce prix rémunère au METRE CARRE (m2) il comprend la mise en ouvre de la couche de en béton d'asphalte.

IV-9 Prix 309: Somme additionnel due au transport de 301, 302, 303 supérieure à 2km

Ce prix rémunère au METRECUBE/KILOMETRE (m3/km) il comprend :

- Le transport Matériaux pour pistes flinguées et risbermes

- Le transport Matériaux naturels pour l'assiette de fondation
- Le transport Matériaux naturels pour l'assiette de base

V- SERIE A 400: DRAINAGE ET PROTECTION

V-1 Prix 401: drainage

Ce prix rémunère au KILOMETRE (km) il comprend :

- L'implantation de l'axe de la route en plaçant des piquets tous les 5-10 m de chaque côté de l'emplacement prévu pour l'ouvrage ;
- Construction d'une ligne perpendiculaire (axe du dalot) à l'emplacement prévu ; là où c'est possible ;
- Construction d'une déviation autour de l'emplacement ;
- Fouille : excavation de l'emplacement du dalot (en procédant par moitié) ;
- Mise en place des gabarits ;
- Une fois le niveau de fouille atteint, nivellation et compactage du fond (couche mince de sable) ;
- Maçonnerie : radier plus piédroits, comme pour les fossés maçonnés ;
- Pose des dalles préfabriquées.

V-2 Prix 402: fosse triangulaire de type A

Ce prix rémunère au METRE LINEAIRE (ml) il s'agit de la construction de fosse triangulaire

V-3 Prix 403: fosse triangulaire de type B

Ce prix rémunère au METRE LINEAIRE (ml) il s'agit de la construction de fosse triangulaire

V-4 Prix 404: fosse triangulaire de type C

Ce prix rémunère au METRE LINEAIRE (ml) il s'agit de la construction de fosse triangulaire

V-5 Prix 404: Trottoir de passant au dessus de fosse type A

Ce prix rémunère à l'UNITE (U) il s'agit de la construction de fosse de type A

Il englobe :

- Les fournitures et transports sur toutes distances ;
- Les terrassements y compris les fouilles de toutes natures ;
- La fabrication des bétons dosés à 350 Kg /m ;
- Le remblaiement, le compactage, et la mise en état des bords ;
- La mise en œuvre du béton.

V-6 Prix 405: Trottoir de passant au dessus de fosse type B

Ce prix rémunère à l'UNITE (U) il s'agit de la construction de fosse de type B

Il englobe :

- Les fournitures et transports sur toutes distances ;

- Les terrassements y compris les fouilles de toutes natures ;
- La fabrication des bétons dosés à 350 Kg /m ;
- Le remblaiement, le compactage, et la mise en état des bords ;
- La mise en œuvre du béton.

V-7 Prix 406: fosse en haut de type D

Ce prix rémunère au METRE LINEAIRE (ml) il s'agit de la construction de fosse en haut de maçonnerie de type D.

V-8 Prix 407: fosse en haut de type D1

Ce prix rémunère au METRE LINEAIRE (ml) il s'agit de la construction de fosse en haut de maçonnerie de type D 1.

V-9 Prix 408: Dégorgeoir pour toutes les conditions géologique

Ce prix rémunère au METRE LINEAIRE (ml) il s'agit de la construction Dégorgeoir pour toutes les conditions géologique.

V-10 Prix 409: Ponceau en cadre en béton arme

Ce prix rémunère au METRE LINEAIRE (ml) il s'agit de la construction de ponceau en béton arme dose a 350kg/m3.

V-11 Série 410 : Tube en béton armé

Série 410a: tube en béton arme de diamètre 80cm

Prix 410a: tube en béton arme de diamètre 100cm

Ce prix rémunère au METRE LINEAIRE (ml) il s'agit de la construction de tube en béton arme dose a 350kg/m3.

Prix 410a: tube en béton arme de diamètre 100cm

Ce prix rémunère au METRE LINEAIRE (ml) il s'agit de la construction de tube en béton arme dose a 350kg/m3.

V-12 Série 411 : Corps principal du ponceau en cadre en béton armé

Prix 411a: Ponceau en béton arme en seul trou (1 .5x1.0)

Ce prix rémunère a l'UNITE (U) il s'agit de la construction Ponceau en béton arme dose a 350kg/m3 de dimension1 .5x1.0 m.

Prix 411b: Ponceau en béton arme en seul trou (1 .5x1.5)

Ce prix rémunère a l'UNITE (U) il s'agit de la construction Ponceau en béton arme dose a 350kg/m3 de dimension1 .5x1.5 m.

Prix 411c: Ponceau en béton arme en seul trou (2x1)

Ce prix rémunère a l'UNITE (U) il s'agit de la construction Ponceau en béton arme dose a 350kg/m3 de dimension2x1 m.

Prix 411d: Ponceau en béton arme en seul trou (2x1.5)

Ce prix rémunère a l'UNITE (U) il s'agit de la construction Ponceau en béton arme dose a 350kg/m3 de dimension 2x1.5 m.

Prix 411e: Ponceau en béton arme en seul trou (2 .5x1.5)

Ce prix rémunère a l'UNITE (U) il s'agit de la construction Ponceau en béton arme dose a 350kg/m3 de dimension 2.5x1.5 m.

Prix 411f: Ponceau en béton arme en seul trou (2 .5x2.0) m

Ce prix rémunère a l'UNITE (U) il s'agit de la construction Ponceau en béton arme dose a 350kg/m3 de dimension 2.5x2.0 m.

Prix 411g: Ponceau en béton arme en seul trou (3.0x2.0) m

Ce prix rémunère a l'UNITE (U) il s'agit de la construction Ponceau en béton arme dose a 350kg/m3 de dimension 3.0x2.0 m.

Prix 411h: Ponceau en béton arme en seul trou (3.0x3.0) m

Ce prix rémunère a l'UNITE (U) il s'agit de la construction Ponceau en béton arme dose a 350kg/m3 de dimension 3.0x3.0 m.

Prix 411i: Ponceau en béton arme en deuxtrous (1.5x1.0) m

Ce prix rémunère a l'UNITE (U) il s'agit de la construction Ponceau en béton arme dose a 350kg/m3 de dimension 1.5x1.0 m.

Prix 411j: Ponceau en béton arme en deuxtrous (2.0x1.5) m

Ce prix rémunère a l'UNITE (U) il s'agit de la construction Ponceau en béton arme dose a 350kg/m3 de dimension 2.0x1.5 m.

Prix 411k: Ponceau en béton arme en deux trous (2.0x1.5) m

Ce prix rémunère a l'UNITE (U) il s'agit de la construction Ponceau en béton arme dose a 350kg/m3 de dimension 2.0x1.5 m.

Prix 411l: Ponceau en béton arme en deux trous (2.0x2.0)m

Ce prix rémunère a l'UNITE (U) il s'agit de la construction Ponceau en béton arme dose a 350kg/m3 de dimension 2.0x2.0 m.

Prix 411m: Ponceau en béton arme en deux trous (3.0x1.5) m

Ce prix rémunère a l'UNITE (U) il s'agit de la construction Ponceau en béton arme dose a 350kg/m3 de dimension 3.0x1.5 m.

Prix 411o: Ponceau en béton arme en trois trous (2.0x1.5)

Ce prix rémunère a l'UNITE (U) il s'agit de la construction Ponceau en béton arme dose a 350kg/m3 de dimension 2.0x1.5 m

V-13 SERIE 412:Travaux d'extrémité et fossé pour tube en béton armé

Prix 412a: Fosse en tube de diamètre 80cm

Ce prix rémunère a l'UNITE (U) il s'agit de la construction fosse en tube en béton arme dose a 350kg/m3 de diamètre 80cm.

Prix 412b: Travaux en tête haute de diamètre 80cm

Ce prix rémunère a l'UNITE (U) il s'agit de la construction fosse travaux en tête haute en béton arme dose a 350kg/m3 de diamètre 80cm.

Prix 412c: Travaux en tête basse de diamètre 80cm

Ce prix rémunère a l'UNITE (U) il s'agit de la construction fosse travaux en tête basse en béton arme dose a 350kg/m3 de diamètre 80cm.

Prix 412d: fosse en tube de diamètre 100cm

Ce prix rémunère a l'UNITE (U) il s'agit de la construction fosse en tube en béton arme dose a 350kg/m3 de diamètre 100cm.

Prix 412e: Travaux en tête de diamètre 100cm

Ce prix rémunère a l'UNITE (U) il s'agit de la construction fosse en tube en béton arme dose a 350kg/m3 de diamètre 100cm.

Prix 412f: Travaux en basse de diamètre 100cm

Ce prix rémunère a l'UNITE (U) il s'agit de la construction travaux en basse e en béton arme dose a 350kg/m3 de diamètre 100cm.

V-14 SERIE 413: Travaux d'extrémité en amont du ponceau en seul trou béton**Prix 413a: travaux d'extrémité en amont du ponceau en béton arme en seul trou (1 .5x1.5)**

Ce prix rémunère a l'UNITE (U) il s'agit de la construction Ponceau en béton arme dose a 350kg/m3 de dimension1 .5x1.5 m.

Prix 413b: travaux d'extrémité en amont du ponceau en cadre en béton arme en seul trou (1 .5x1.5)

Ce prix rémunère a l'UNITE (U) il s'agit de la construction Ponceau en cadre en béton arme dose a 350kg/m³ de dimension1 .5x1.5 m.

Prix 413 c: travaux d'extrémité en amont du ponceau en cadre seul trou en béton arme (2 .0x1.0)

Ce prix rémunère a l'UNITE (U) il s'agit de la construction Ponceau en cadre seul en béton arme dose a 350kg/m³ de dimension2 .0x1.0 m.

Prix 413 d: travaux d'extrémité en amont du ponceau en cadre seul trou en béton arme (2 .0x1.5)

Ce prix rémunère a l'UNITE (U) il s'agit de la construction Ponceau en cadre seul en béton arme dose a 350kg/m³ de dimension2 .0x1.5 m.

Prix 413 e: travaux d'extrémité en amont du ponceau en cadre seul trou en béton arme (2 .5x1.5)

Ce prix rémunère a l'UNITE (U) il s'agit de la construction Ponceau en cadre seul en béton arme dose a 350kg/m³ de dimension2 .5x1.5 m.

Prix 413 f: travaux d'extrémité en amont du ponceau en cadre seul trou en béton arme (2 .5x1.5)

Ce prix rémunère a l'UNITE (U) il s'agit de la construction Ponceau en cadre seul en béton arme dose a 350kg/m³ de dimension2 .5x1.5 m.

Prix 413 g: travaux d'extrémité en amont du ponceau en cadre seul trou en béton arme (3.0x2.0)

Ce prix rémunère a l'UNITE (U) il s'agit de la construction Ponceau en cadre seul en béton arme dose a 350kg/m³ de dimension3 .0x2.0 m.

Prix 413 h: travaux d'extrémité en amont du ponceau en cadre seul trou en béton arme (3.0x3.0)

Ce prix rémunère a l'UNITE (U) il s'agit de la construction Ponceau en cadre seul en béton arme dose a 350kg/m³ de dimension3 .0x3.0 m.

Prix 413 i: travaux d'extrémité en amont du ponceau en cadre 2à 2 trou en béton arme (1.0x1.5)

Ce prix rémunère a l'UNITE (U) il s'agit de la construction Ponceau en cadre 2à 2 en béton arme dose a 350kg/m³ de dimension1 .0x1.5 m.

Prix 413 j: travaux d'extrémité en amont du ponceau en cadre 2à 2 trou en béton armé (2.0x1.5)

Ce prix rémunère a l'UNITE (U) il s'agit de la construction Ponceau en cadre 2à 2 en béton armé dose a 350kg/m³ de dimension 2 .0x1.5 m.

Prix 413 k: travaux d'extrémité en amont du ponceau en cadre 2à 2 trou en béton armé (2.0x2.0)

Ce prix rémunère a l'UNITE (U) il s'agit de la construction Ponceau en cadre 2à 2 en béton armé dose a 350kg/m³ de dimension 2 .0x2.0 m.

Prix 413 l: travaux d'extrémité en amont du ponceau en cadre 2à 2 trou en béton armé (3.0x2.0)

Ce prix rémunère a l'UNITE (U) il s'agit de la construction Ponceau en cadre 2à 2 en béton armé dose a 350kg/m³ de dimension 3 .0x2.0 m.

Prix 413 m: travaux d'extrémité en amont du ponceau en cadre 3à 3 trou en béton armé (2.0x1.5)

Ce prix rémunère a l'UNITE (U) il s'agit de la construction Ponceau en cadre 3à 3 en béton armé dose a 350kg/m³ de dimension 2 .0x1.5m.

Prix 413 n: travaux d'extrémité en amont du ponceau en cadre 3à 3 trou en béton armé (2.0x1.5)

Ce prix rémunère a l'UNITE (U) il s'agit de la construction Ponceau en cadre 3à 3 en béton armé dose a 350kg/m³ de dimension 2 .0x1.5m.

Prix 413 o: travaux d'extrémité en amont du ponceau en cadre 3à 3 trou en béton armé (2.0x1.5)

Ce prix rémunère a l'UNITE (U) il s'agit de la construction Ponceau en cadre 3à 3 en béton armé dose a 350kg/m³ de dimension 2 .0x1.5m.

Prix 413 p: travaux de remise en état ou l'entonnoir en amont de travaux hydrauliques.

Ce prix rémunère à l'UNITE (U) il s'agit de la construction ou entretien l'entonnoir en amont de travaux hydraulique.

V-15 SERIE 414: Travaux d'extrémité en aval du ponceau encadré 2 à 1 trou en béton armé (1.5x1.0)

Ce prix rémunère a l'UNITE (U) il s'agit de la construction Ponceau en cadre 3à 3 en béton armé dose a 350kg/m³ de dimension 2 .0x1.5m.

Prix 414 a: travaux d'extrémité en amont du ponceau en cadre 2à 1 trou en béton armé (1.5x1.0)

Ce prix rémunère à l'UNITE (U) il s'agit de la construction Ponceau en cadre 2à 1 en béton arme dose a 350kg/m³ de dimension 1 .5x1.0m.

Prix 414 b: travaux d'extrémité en amont du ponceau en cadre 2à 1 trou en béton arme (1.5x1.5)

Ce prix rémunère à l'UNITE (U) il s'agit de la construction Ponceau en cadre 2à 1 en béton arme dose a 350kg/m³ de dimension 1 .5x1.5m.

Prix 414 c: travaux d'extrémité en amont du ponceau en cadre 2à 1 trou en béton arme (1.5x1.5)

Ce prix rémunère à l'UNITE (U) il s'agit de la construction Ponceau en cadre 2à 1 en béton arme dose a 350kg/m³ de dimension 1 .5x1.5m.

Prix 414 d: travaux d'extrémité en amont du ponceau en cadre 2à 1 trou en béton arme (2.0x1.5)

Ce prix rémunère à l'UNITE (U) il s'agit de la construction Ponceau en cadre 2à 1 en béton arme dose a 350kg/m³ de dimension 2.0x1.5m.

Prix 414 e: travaux d'extrémité en aval du ponceau en cadre 2à 1 trou en béton arme (2.5x1.5)

Ce prix rémunère à l'UNITE (U) il s'agit de la construction Ponceau en cadre 2à 1 en béton arme dose a 350kg/m³ de dimension 2.5x1.5m.

Prix 414 f: travaux d'extrémité en aval du ponceau en cadre 2à 1 trou en béton arme (2.5x1.5)

Ce prix rémunère à l'UNITE (U) il s'agit de la construction Ponceau en cadre 2à 1 en béton arme dose a 350kg/m³ de dimension 2.5x1.5m.

Prix 414 g: travaux d'extrémité en aval du ponceau en cadre 2à 1 trou en béton arme (3.0x2.0)

Ce prix rémunère à l'UNITE (U) il s'agit de la construction Ponceau en cadre 2à 1 en béton arme dose a 350kg/m³ de dimension 3.0x2.0m.

Prix 414 h: travaux d'extrémité en aval du ponceau en cadre 2à 1 trou en béton arme (3.0x3.0)

Ce prix rémunère à l'UNITE (U) il s'agit de la construction Ponceau en cadre 2à 1 en béton arme dose a 350kg/m³ de dimension 3.0x3.0m.

Prix 414 i: travaux d'extrémité en aval du ponceau en cadre 2à 1 trou en béton arme (5.0x1.0)

Ce prix rémunère à l'UNITE (U) il s'agit de la construction Ponceau en cadre 2à 1 en béton arme dose a 350kg/m³ de dimension 5.0x1.0m.

Prix 414 j: travaux d'extrémité en aval du ponceau en cadre 2à 1 trou en béton arme (2.0x1.5)

Ce prix rémunère a l'UNITE (U) il s'agit de la construction Ponceau en cadre 2à 1 en béton arme dose a 350kg/m³ de dimension 2.0x1.5m.

Prix 414 j: travaux d'extrémité en aval du ponceau en cadre 2à 1 trou en béton arme (2.0x2.0)

Ce prix rémunère a l'UNITE (U) il s'agit de la construction Ponceau en cadre 2à 1 en béton arme dose a 350kg/m³ de dimension 2.0x2.0m.

Prix 414 l: travaux d'extrémité en aval du ponceau en cadre 2à 1 trou en béton arme (3.0x2.0)

Ce prix rémunère a l'UNITE (U) il s'agit de la construction Ponceau en cadre 2à 1 en béton arme dose a 350kg/m³ de dimension 3.0x2.0m.

Prix 414 m: travaux d'extrémité en aval du ponceau en cadre 3à 3 a un seul trou en béton arme (2.0x1.5)

Ce prix rémunère a l'UNITE (U) il s'agit de la construction Ponceau en cadre 2à 3 en béton arme dose a 350kg/m³ de dimension 2.0x1.5m.

Prix 414n: travaux d'extrémité en aval du ponceau en cadre 3à 3 à seul trou en béton arme (3.0x2.0)

Ce prix rémunère a l'UNITE (U) il s'agit de la construction Ponceau en cadre 3à 3 en béton arme dose a 350kg/m³ de dimension 3.0x2.0m.

Prix 414o: travaux d'extrémité en aval du ponceau en cadre 3à 3 à seul trou en béton arme (4.0x3.0)

Ce prix rémunère a l'UNITE (U) il s'agit de la construction Ponceau en cadre 3à 3 en béton arme dose a 350kg/m³ de dimension 4.0x3.0m

Prix 414p: travaux de collecte d'eau en aval (largeur de 1m et 1.5<h<2)

Ce prix rémunère a l'UNITE (U) il s'agit de la construction de collecte d'eau en aval (largeur de 1m et 1.5<h<2)

Prix 414q: travaux de collecte d'eau en aval (largeur de 1m et 3.0<h<5)

Ce prix rémunère a l'UNITE (U) il s'agit de la construction de collecte d'eau en aval (largeur de 1m et 3.0<h<5)

Prix 414r: travaux de réception d'eau en aval type 3 (largeur de 5m et 3.0<h<6)

Ce prix rémunère à l'UNITE (U) il s'agit de la construction de réception d'eau en aval (largeur de 5m et $3.0 < h < 6$)

Prix 414s: bassin d'absorption standard

Ce prix rémunère à l'UNITE (U) il s'agit de la construction bassin d'absorption standard.

Prix 414s: travaux de protection

Ce prix rémunère à KILOMETRE (KM) il s'agit de la construction de travaux de protection.

V-16 Prix 415: rideau étanche en maçonnerie

Ce prix rémunère à METRE LINEAIRE (ml) il s'agit de la construction de travaux de rideau étanche en maçonnerie.

V-17 Prix 416: mur des soutènements en cage

Ce prix rémunère à METRE LINEAIRE (ml) il s'agit de la construction de travaux de mur des soutènements.

V-18 Prix 417: mur des soutènements en béton arme de hauteur de 2.5m

Ce prix rémunère à METRE LINEAIRE (ml) il s'agit de la construction de travaux de mur des soutènements en béton arme.

V-19 Prix 418: mur des soutènements en béton arme de hauteur de 3m

Ce prix rémunère à METRE LINEAIRE (ml) il s'agit de la construction de travaux de mur des soutènements en béton arme.

V-20 Prix 419: mur des soutènements en béton arme de hauteur de 5m

Ce prix rémunère à METRE LINEAIRE (ml) il s'agit de la construction de travaux de mur des soutènements en béton arme.

V-21Prix 420: protection

Ce prix rémunère à METRE LINEAIRE (ml) il s'agit de la construction de travaux de protection.

V-22 Prix 421: Travaux de protection en maçonnerie

Ce prix rémunère à METRE LINEAIRE (ml) il s'agit de la construction de travaux de protection en maçonnerie.

V-23 Prix 421: fosse en bloc de pierre

Ce prix rémunère à METRE CUBE (m3) il s'agit de la construction de travaux en bloc de pierre.

V-24 Prix 422: fosse en maçonnerie

Ce prix rémunère à METRE LINEAIRE (ml) il s'agit de la construction de travaux de fosse en maçonnerie.

V-25 Prix 423: fosse avec préfabriqué

Ce prix rémunère à METRE LINEAIRE (ml) il s'agit de la construction de travaux de fosse préfabriquée.

V- 26 Prix 424: travaux d'extrémité à la fosse supérieure des travaux de remblai

Ce prix rémunère à METRE LINEAIRE (ml) il s'agit de la construction de travaux de fosse au dessus du remblai.

V- 27 Prix 425: travaux de collecte d'eau à la fosse supérieure des travaux de remblai

Ce prix rémunère à METRE LINEAIRE (ml) il s'agit de la construction de travaux de collecte au dessus du remblai.

V- 28 Prix 426: pierre de fosse aux masses de chaussée

Ce prix rémunère à METRE LINEAIRE (ml) il s'agit de la mise en place de pierre de fosse aux masses de chaussée.

V- 29 Prix 427: pierre de route du table de rotation de type 3

Ce prix rémunère à METRE LINEAIRE (ml) il s'agit de la mise en place de pierre de route de la table de rotation.

V-30 Prix 428: protection de pente remblayée pour sol pourri, avec épaisseur de 20cm

Ce prix rémunère à METRE LINEAIRE (ml) il s'agit de la mise en place de protection de pente remblayée contre l'érosion ou le transport de sol pourri.

V-31 Prix 429: enherbement aux pentes

Ce prix rémunère à METRE CARRE (m²) il s'agit de l'enherbement aux pentes.

V-32 Prix 430: revêtement de protection avec végétation

Ce prix rémunère à METRE CARRE (m²) il s'agit de la protection de la pente avec la culture des végétations adéquate aux milieux.

VI- SERIE A500SECURITE SIGNALISATION**VI- 1 Prix 501 : rambarde en acier de sécurité de type GS2 type**

Ce prix rémunère à METRE LINEAIRE (ml), la fourniture et la mise en place de rambarde, conformes aux plans types et aux spécifications. Il comprend :

- la fourniture et la fabrication des rambardes en acier ;
- l'implantation précise chaque mètre ;
- leur transport sur toutes distances ;
- toutes autres sujétions.

Les quantités à prendre en compte sont celles prévues aux plans d'exécution approuvés.

VI- 2. Prix 502 : rambarde en acier de sécurité de type GS4 type

- La fourniture et la fabrication de la rambarde en acier ;
- l'implantation précise chaque mètre
- leur transport sur toutes distances,
- toutes autres sujétions.

Les quantités à prendre en compte sont celles prévues aux plans d'exécution approuvés.

VI-3. Prix 503 : ligne de peinture en huile continu, largeur de 12cm

Ce prix rémunère au METRE LINEAIRE (ml), la fourniture et la mise en œuvre de peinture blanche ou rouge, pour la réalisation de toute la signalisation verticale sur ouvrages

VI- 4 Prix 504: ligne de peinture en huile continu, largeur de 18cm

Ce prix rémunère au METRE LINEAIRE (ml), la fourniture et la mise en œuvre de peinture blanche ou rouge, pour la réalisation de toute la signalisation verticale sur ouvrages

VI- 5 Prix 505: marquage de non utilisation de l'huile paraffine

Ce prix rémunère au METRE CARRE (m2), la récupération de l'huile paraffine

VI- 6 Prix 506 : Panneau de signal du type A

Ce prix rémunère à l'UNITE (U), la fourniture et la mise en place de panneaux de signalisation, conformes aux plans types et aux spécifications.

Il s'applique quelles que soient les dimensions des panneaux et quel que soit le lieu d'implantation. Il comprend :

- la fourniture et la fabrication des panneaux;
- l'implantation précise selon les instructions de l'Ingénieur ;
- leur transport sur toutes distances,
- la fouille y compris le compactage, la pose, les massifs de scellement en béton B1 ;
- le lissage, réglage, finition de la partie supérieure du massif de scellement,
- le remblaiement soigné massif et la réfection de l'accotement,
- la peinture selon les jeux de couleurs réglementaires ;
- les inscriptions correctement orthographiées
- la vérification des distances portées sur les panneaux ;
- Les quantités à prendre en compte sont celles prévues aux plans d'exécution approuvés.

VI- 7 Prix 507 : Panneau de signal du type AB4

Ce prix rémunère à l'UNITE (U), la fourniture et la mise en place de panneaux de signalisation, conformes aux plans types et aux spécifications.

Il s'applique quelles que soient les dimensions des panneaux et quel que soit le lieu d'implantation.

Il comprend :

- la fourniture et la fabrication des panneaux ;
- l'implantation précise selon les instructions de l'Ingénieur ;
- leur transport sur toutes distances ;
- la fouille y compris le compactage, la pose, les massifs de scellement en béton B1 ;
- le lissage, réglage, finition de la partie supérieure du massif de scellement, le remblaiement soigné massif et la réfection de l'accotement,
- la peinture selon les jeux de couleurs réglementaires ; les inscriptions correctement orthographiées

La vérification des distances portées sur les panneaux ;

Les quantités à prendre en compte sont celles prévues aux plans d'exécution approuvés.

VI- 8 Prix 508 : Panneau de signal du type B

Ce prix rémunère à l'UNITE (U), la fourniture et la mise en place de panneaux de signalisation, conformes aux plans types et aux spécifications.

Il s'applique quelles que soient les dimensions des panneaux et quel que soit le lieu d'implantation. Il comprend :

- la fourniture et la fabrication des panneaux;l'implantation précise selon les instructions de l'Ingénieur ;
- leur transport sur toutes distances, la fouille y compris le compactage, la pose, les massifs de scellement en béton B1 ; le lissage, réglage, finition de la partie supérieure du massif de scellement,
- le remblaiement soigné massif et la réfection de l'accotement, la peinture selon les jeux de couleurs réglementaires;les inscriptions correctement orthographiéesla vérification des distances portées sur les panneaux ;

Les quantités à prendre en compte sont celles prévues aux plans d'exécution approuvés.

VI- 9 Prix 509 : Panneau de signal du type D21B

Ce prix rémunère à l'UNITE (U), la fourniture et la mise en place de panneaux de signalisation, conformes aux plans types et aux spécifications.

Il s'applique quelles que soient les dimensions des panneaux et quel que soit le lieu d'implantation. Il comprend :

- la fourniture et la fabrication des panneaux;
- l'implantation précise selon les instructions de l'Ingénieur ;
- leur transport sur toutes distances,la fouille y compris le compactage, la pose, les massifs de scellement en béton B1 ;le lissage, réglage, finition de la partie supérieure du massif de scellement,
- le remblaiement soigné massif et la réfection de l'accotement,
- la peinture selon les jeux de couleurs réglementaires ; les inscriptions correctement orthographiées ; la vérification des distances portées sur les panneaux.

Les quantités à prendre en compte sont celles prévues aux plans d'exécution approuvés.

VI- 10 Prix 510 : Panneau de signal du type D42

Ce prix rémunère à l'UNITE (U), la fourniture et la mise en place de panneaux de signalisation, conformes aux plans types et aux spécifications.

Il s'applique quelles que soient les dimensions des panneaux et quel que soit le lieu d'implantation. Il comprend :

- la fourniture et la fabrication des panneaux;l'implantation précise selon les instructions de l'Ingénieur ;
- leur transport sur toutes distances,
- la fouille y compris le compactage, la pose, les massifs de scellement en béton B1 ;le lissage, réglage, finition de la partie supérieure du massif de scellement,

- le remblaiement soigné massif et la réfection de l'accotement, la peinture selon les jeux de couleurs réglementaires ; les inscriptions correctement orthographiées ; la vérification des distances portées sur les panneaux ;

Les quantités à prendre en compte sont celles prévues aux plans d'exécution approuvés.

VI- 11 Prix 511 : Panneau de signal à l'entrée et à la sortie de la ville

Ce prix rémunère à l'UNITE (U), la fourniture et la mise en place de panneaux de signalisation, conformes aux plans types et aux spécifications.

Il s'applique quelles que soient les dimensions des panneaux et quel que soit le lieu d'implantation. Il comprend : la fourniture et la fabrication des panneaux ; l'implantation précise selon les instructions de l'Ingénieur ; leur transport sur toutes distances, la fouille y compris le compactage, la pose, les massifs de scellement en béton B1 ; le lissage, réglage, finition de la partie supérieure du massif de scellement, le remblaiement soigné massif et la réfection de l'accotement,

La peinture selon les jeux de couleurs réglementaires ; les inscriptions correctement orthographiées

La vérification des distances portées sur les panneaux ;

Les quantités à prendre en compte sont celles prévues aux plans d'exécution approuvés.

VI- 12 Prix 512 : Panneau de rivière

Ce prix rémunère à l'UNITE (U), la fourniture et la mise en place de panneaux de signalisation, conformes aux plans types et aux spécifications.

Il s'applique quelles que soient les dimensions des panneaux et quel que soit le lieu d'implantation.

Il comprend :

- la fourniture et la fabrication des panneaux ;
- l'implantation précise selon les instructions de l'Ingénieur ;
- leur transport sur toutes distances, la fouille y compris le compactage, la pose, les massifs de scellement en béton B1 ; le lissage, réglage, finition de la partie supérieure du massif de scellement, le remblaiement soigné massif et la réfection de l'accotement, la peinture selon les jeux de couleurs réglementaires ; les inscriptions correctement orthographiées la vérification des distances portées sur les panneaux ;

Les quantités à prendre en compte sont celles prévues aux plans d'exécution approuvés.

VI- 13 Prix 513 : Panneau de signal du type 15

Ce prix rémunère à l'UNITE (U), la fourniture et la mise en place de panneaux de signalisation, conformes aux plans types et aux spécifications.

Il s'applique quelles que soient les dimensions des panneaux et quel que soit le lieu d'implantation. Il comprend :

- la fourniture et la fabrication des panneaux ; l'implantation précise selon les instructions de l'Ingénieur ; leur transport sur toutes distances,

- la fouille y compris le compactage, la pose, les massifs de scellement en béton B1 ; le lissage, réglage, finition de la partie supérieure du massif de scellement,
- le remblaiement soigné massif et la réfection de l'accotement, la peinture selon les jeux de couleurs réglementaires ;
- les inscriptions correctement orthographiées
- la vérification des distances portées sur les panneaux ;

Les quantités à prendre en compte sont celles prévues aux plans d'exécution approuvés.

VI- 14 Prix 513 : Panneau de signal du type15a

Ce prix rémunère à l'UNITE (U), la fourniture et la mise en place de panneaux de signalisation, conformes aux plans types et aux spécifications.

Il s'applique quelles que soient les dimensions des panneaux et quel que soit le lieu d'implantation. Il comprend : la fourniture et la fabrication des panneaux, l'implantation précise selon les instructions de l'Ingénieur ; leur transport sur toutes distances,

La fouille y compris le compactage, la pose, les massifs de scellement en béton B1 ;

Le lissage, réglage, finition de la partie supérieure du massif de scellement, le remblaiement soigné massif et la réfection de l'accotement,

La peinture selon les jeux de couleurs réglementaires ; les inscriptions correctement orthographiées la vérification des distances portées sur les panneaux ;

Les quantités à prendre en compte sont celles prévues aux plans d'exécution approuvés.

VI- 15Prix 513 : jalonnement kilométrique

Ce prix rémunère à l'UNITE (U), la fourniture et la mise en place de bornes kilométriques en béton, conformes aux plans types et aux spécifications. Il comprend :

- la fourniture et la fabrication des bornes en béton B2 ferrailé;
- l'implantation précise chaque kilomètre leur transport sur toutes distances,
- la fouille y compris le compactage, la pose, le massif de scellement en béton B1,
- les peintures et les inscriptions,
- toutes autres sujétions

Les quantités à prendre en compte sont celles prévues aux plans d'exécution

VII. SERIE 600 MESURES ENVIRONNEMENTALES

VII.1. Prix 601 : Aménagement des sites de dépôt

Ce prix rémunère uniquement, dans la mesure où le décapage et le transport jusqu'au site de dépôts sont déjà compris dans d'autres prix, l'aménagement des sites de dépôt agréés par l'ingénieur pour recevoir les produits issus des fouilles et des purges.

Il comprend le compactage des produits et la mise en forme sensiblement horizontale du dépôt. Il s'applique à l'Unité aménagée dont le volume dépasserait 500 m3.

VII.2. Prix 602 : Fermeture des gîtes

Ce prix rémunère la fermeture de tous les gîtes d'emprunt dont l'ouverture a été préalablement autorisée par l'Ingénieur. Il comprend : la correction de la pente de la plateforme, le transport et le répandage de la terre végétale et toutes sujétions pour obtenir la

compacité propre à favoriser la pousse des graminées, la fourniture de semences et/ou des boutures devant assurer la revégétalisation du site, l'entretien et l'arrosage jusqu'à la reprise vivace.

Ce prix comprend également la tenue des séances d'information et de sensibilisation de fin des travaux.

C'est un forfait qui sera payé selon l'échéancier suivant :

- 60 % à la réception provisoire des travaux
- 20% après constatation, au bout de six mois, que la végétation a bien poussé sur au moins 80% de la surface ou s'il n'en est pas ainsi après réalisation de cette opération et le reste au vu du procès-verbal de réception définitive des travaux.

VII.3. Prix 603 : Fermeture des carrières

Ce prix rémunère la fermeture de toutes les carrières dont l'ouverture a été préalablement autorisée par l'Ingénieur. Il comprend les mêmes sujétions que la fermeture des gîtes.

VIII. SERIE B200 TRAVAUX DE PROTECTION ET MAINTENANCE

VIII.1. Prix 201 : protection de remblai en maçonnerie avec des pierres

Ce prix rémunère au METRE CUBE (m³) l'exécution de maçonnerie de moellons pour la protection du remblai.

Ce prix comprend : le chargement, le transport sur toutes distances, le déchargement sur un dépôt agréé, le régalage des terres en excès et des gravois, tous travaux de reprise utiles sur ouvrages existants l'extraction, la taille des moellons

VIII.2 Prix 202 : mur de soutènement

Ce prix rémunère au METRE CUBE (m³) l'exécution de maçonnerie de moellons pour la protection du remblai.

Ce prix comprend :

- le chargement, le transport sur toutes distances, le déchargement sur un dépôt agréé, des gravois ; protection contre l'éboulement
- l'extraction, la taille des moellons

VIII.3 Prix 203: protection de base avec pierre collées à l'aide du mortier

Ce prix rémunère au METRE CUBE (m³) l'exécution de maçonnerie de moellons pour la protection de la base avec un mortier dose à 350kg/m³.

Ce prix comprend :

- le chargement, le transport sur toutes distances, le déchargement sur un dépôt agréé, le régalage des gravois,
- l'extraction, la taille des moellons

VIII.4 Prix 204: dégagement de lit de rivière

Ce prix rémunère au METRE CUBE (m³) l'évacuation de lit de rivière pour le déroulement de l'ouvrage.

CHAPITRE XVIII : DEVIS QUANTITATIF

Le devis quantitatif consiste à déterminer quantitativement les travaux à effectuer qui sont déjà étudiés et décrits précédemment. C'est un devis récapitulatif de la quantité de chaque travail à fournir.

Ceux concernant tout le projet est donné par le tableau suivant :

Tableau 39:Devis Quantitatif

| N°PRIX | DESIGNATION DES TRAVAUX | UNITE | QUANTITE |
|---|---|--------------------|--------------------|
| Série A-000 - INSTALLATION DE CHANTIER ET REPLI | | | |
| 001 | Installation provisoire du chantier | fft | 10 |
| 002 | Installation d'une station de broyage | fft | 1.0 |
| 003 | Installation d'une station de malaxage | fft | 1.0 |
| 004 | Evacuation de la station de broyage | fft | 1.0 |
| 005 | Evacuation de la station de malaxage | fft | 1.0 |
| Série A-100 - PREPARATION | | | |
| 101 | Mise en propre des bords de fondation | m ² | 1703 |
| 102 | Abattage des arbres | u | 360 |
| 103 | Elimination des couches pourries | m ² | 1236 |
| 104 | Enlèvement du béton | ml | 2015 |
| 105 | Démontage des travaux | u | 456 |
| 106 | Démontage des travaux de maçonnerie | m ³ | 3785 |
| 107 | Démolition des travaux existant | m ² | 5000m ² |
| 108 | Démontage et abandons des poteaux existant | u | 78 |
| 109 | Remblai de mauvaise terre | m ³ | 113100 |
| Série A-200 - TERRASSEMENT | | | |
| 201 | Remblai en provenance d'emprunt | m ³ | 1159 |
| 202 | Excavation des roches | m ³ | 62350 |
| 203 | Ecroutement du revêtement existant | m ³ | 1147 |
| 204 | Fouille du remblai | m ³ | 572 |
| 205 | Remblai de mauvaise terre | m ³ | 892 |
| 206 | Terrassement, formage et compactage de la couche de fondation | m ³ | 1741 |
| 207 | Somme rajoute pour le frais de transport | m ³ .km | 1609 |
| Série A-300 – REVETEMENT ROUTIER | | | |
| 301 | matériaux pour pistes risbermes | m ³ | 181800 |
| 302 | matériaux naturels pour l'assiette de fondation | m ³ | 357100 |
| 303 | matériaux naturels pour l'assiette de base | m ³ | 227200 |
| 304 | base de roche de rail | m ³ | 214300 |
| 305 | couche filtrante à asphalte fluidifie | m ² | 829400 |

| | | | |
|-----|--|---------|-----------|
| 306 | couche filtrante à gravier | m^2 | 537400 |
| 307 | couche supérieure | M^2 | 309600 |
| 308 | couche d'usure en béton d'asphalte (5cm) | m^3 | 52550 |
| 309 | somme additionnel due au transport | m^3km | 1,934.000 |

Série A-400 – DRAINAGE ET PROTECTION

| | | | |
|------|---|----|---------|
| 401 | fosse triangulaire typeA | ml | 101,050 |
| 402 | fosse triangulaire de type B | ml | 37,460 |
| 403 | Fosse rectangulaire en béton arme type C | ml | 20,250 |
| 404 | trottoir de passant au dessus fosse A | U | 261 |
| 405 | Trottoir de passants au dessus de fosse de type B | U | 258 |
| 406 | Fosse en haut type D | ml | 8,060 |
| 407 | fosse en haut de maçonnerie type D1 | ml | 11,110 |
| 408 | dégorgeoir pour toutes les conditions géologique | ml | 5,610 |
| 409 | ponceau en cadre en béton arme | M3 | 776 |
| 410 | tubes en béton arme | | |
| 410a | tube en béton arme de diamètre de 80cm | ml | 875 |
| 410b | tubes en béton arme de diam 100cm | ml | 1,863 |
| 411a | ponceau en BA en seul trou (1,5x1 ,0) m | U | 962 |
| 411b | ponceau en BA en seul trou (1,5x1, 5) m | U | 458 |
| 411c | ponceau en BA en seul trou (2x1, 5) m | U | 44 |
| 411d | ponceau en BA en seul trou (2x1, 5) m | U | 379 |
| 411e | ponceau en BA en seul trou (2,5x1 ,5) m | U | 68 |
| 411f | ponceau en BA en seul trou (2,5x2) m | U | 109 |
| 411g | ponceau en BA en seul trou (3x2) m | U | 176 |
| 411h | ponceau en BA en seul trou (3x3) m | U | 90 |
| 411i | ponceau en cadre2 en BAà2trous (1,5×1) m | U | 225 |
| 411j | ponceau en cadre2 en BAà2trous (2×1,5) m | U | 333 |
| 411k | ponceau en cadre2 en BAà2trous (2×2) m | U | 80 |
| 411l | ponceau en cadre2 en BAà2trous (3×2) m | U | 379 |
| 411m | ponceau en cadre3 en BAà3trous (3×1,5) | U | 88 |

| | | | | |
|------|---|---|-----|--|
| | m | | | |
| 411n | ponceau en cadre3 en BAà3trous (2×2) m | U | 148 | |
| 411o | ponceau en cadre3 en BAà3trous (2×1,5) | U | 108 | |
| 412 | travaux d'extrémité et fosse pour tube en béton | U | | |
| 412a | fosse en tube de diam 80cm | U | 94 | |
| 412b | travaux en tête haute de 80cm | U | 30 | |
| 412c | travaux en tête basse de diam 80cm | U | 66 | |
| 412d | fosse en tube de diam 100cm | U | 66 | |
| 412e | Travaux en tête de diam100cm | U | 100 | |
| 412f | Travaux en basse de diam100cm | U | 124 | |
| 413 | travaux d'extrémité en amont du ponceau en seul troue BA | U | | |
| 413a | travaux d'extrémité en amont du ponceau en seul trou 1,5×1,5m | U | 67 | |
| 413b | travaux d'extrémité en amont du ponceau en cadre a un seul trou BA 1,5×1,5m | U | 34 | |
| 413c | travaux d'extrémité en amont du ponceau en cadre seul trou BA 2×1m | U | 4 | |
| 413d | travaux d'extrémité en amont du ponceau en cadre seul trou EN BA 2×1,5m | U | 27 | |
| 413e | travaux d'extrémité en amont du ponceau en cadre seul trou EN BA 2,5×1,5m | U | 5 | |
| 413f | travaux d'extrémité en amont du ponceau en cadre en seul trou EN BA 2,5×1,5m | U | 6 | |
| 413g | travaux d'extrémité en amont du ponceau en cadre en seul trou EN BA 3×2m | U | 12 | |
| 413h | travaux d'extrémité en amont du ponceau en cadre en seul trou EN BA 3×3m | U | 5 | |
| 413i | travaux d'extrémité en amont du ponceau en cadre2 a 2 en seul trou en BA 1×1,5m | U | 17 | |
| 413j | travaux d'extrémité en amont du ponceau en cadre2 a2 en seul trou en BA 2×1,5m | U | 24 | |
| 413k | travaux d'extrémité en amont du ponceau en cadre 2 a 2en seul trou EN BA 2×2m | U | 4 | |
| 413m | travaux d'extrémité en amont du ponceau en cadre 3à3 EN BA 2×1,5m | U | 6 | |
| 413n | travaux d'extrémité en amont du ponceau en cadre 3à3 EN BA 2×1,5m | U | 10 | |
| 413o | travaux d'extrémité en amont du ponceau en cadre 3à3 EN BA 2×1,5m | U | 7 | |
| 413p | travaux de remise en état ou l'entonnoir en | U | 24 | |

| | | | |
|------|---|----|--------|
| 414 | amont de travaux hydraulique travaux d'extrémité en aval du ponceau en cadre 2 a 1 trou en BA | U | |
| 414a | travaux d'extrémité en aval du ponceau en cadre 2 a 1 trou en BA 1,5×1m | U | 58 |
| 414b | travaux d'extrémité en aval du ponceau en cadre 2 a 1 trou en BA 1,5×1,5m | U | 32 |
| 414c | travaux d'extrémité en aval du ponceau en cadre 2 a 1 trou en BA 2×1m | U | 4 |
| 414d | travaux d'extrémité en aval du ponceau en cadre 2 a 1 trou en BA 2×1,5m | U | 27 |
| 414e | Travaux d'extrémité en aval du ponceaux en cadre 2 a seul trou en BA2, 5×1,5m | U | 5 |
| 414f | Travaux d'extrémité en aval du ponceaux en cadre 2 a seul trou en BA2, 5×2m | U | 6 |
| 414g | Travaux d'extrémité en aval du ponceaux en cadre 2 a seul trou en BA3×2m | U | 12 |
| 414h | Travaux d'extrémité en aval du ponceaux en cadre 2 a seul trou en BA3×3m | U | 5 |
| 414i | Travaux d'extrémité en aval du ponceaux en cadre 2 a seul trou en BA1, 5×1m | U | 17 |
| 414j | Travaux d'extrémité en aval du ponceaux en cadre 2 a seul trou en BA2×1,5m | U | 23 |
| 414k | Travaux d'extrémité en aval du ponceaux en cadre 2 a seul trou en BA2×2m | U | 2 |
| 414l | Travaux d'extrémité en aval du ponceaux en cadre 2 a seul trou en BA3×2m | U | 25 |
| 414m | Travaux d'extrémité en aval des ponceaux en cadre 3à 3 a seul trou en BA2×1,5m | U | 6 |
| 414n | Travaux d'extrémité en aval des ponceaux en cadre 3à3 a seul trou en BA3×2m | U | 10 |
| 414o | Travaux d'extrémité en aval des ponceaux en cadre 3à3 a seul trou en BA4×3m | U | 7 |
| 414p | travaux de collecte d'eau en aval (largeur de 1, 5hauteur<2m | U | 17 |
| 414q | travaux de collecte d'eau en aval (largeur de 1, 5 3<hauteur<5m | U | 8 |
| 414r | travaux de réception d'eau en aval type 3 (largeur de 5m 3<H<6m | U | 3 |
| 414s | bassin d'absorption standard | U | 103 |
| | travaux de protection | km | 154 |
| 415 | rideau étanche en maçonnerie | ml | 1,550 |
| 416 | mur de soutènement en cage | ml | 11,900 |
| 417 | mur de soutènement en BA, hauteur de 2,5m | ml | 160 |
| 418 | mur de soutènement en BA, hauteur de 3m | | 40 |
| 419 | mur de soutènement en BA, hauteur de 5m | ml | 40 |
| 420 | protection | m3 | 6,150 |
| 421 | maçonnerie en bloc de pierre | m3 | 4,620 |

| | | | |
|---|---|----------------|--------|
| 422 | fosse en maçonnerie | ml | 486 |
| 423 | fosse avec préfabriqué | ml | 7,260 |
| 424 | travaux d'extrémité à la fosse sup des travaux de remblais | U | 1,692 |
| 425 | Travaux de collecte d'eau à la fosse sup des travaux de remblais | U | 1,692 |
| 426 | pierre de fosse aux masses de chaussée | ml | 44,190 |
| 427 | pierre de route de la table de rotation typ3 | ml | 880 |
| 428 | protection de pente remblayée pour sol pourri, avec epaisseur20cm | ml | 41,550 |
| 429 | enherbement aux pentes | M2 | 41,300 |
| 430 | revêtement de protection avec végétation plantée | M2 | 20,130 |
| Série A-500 – SECURITE ET SIGNALISATION | | | |
| 501 | rambarde en acier de sécurité GS2type | ml | 10,770 |
| 502 | rambarde en acier de sécurité GS4type | ml | 8,440 |
| 503 | ligne de peinture en huile continue, largeur de 12cm | ml | 78,650 |
| 504 | ligne de peinture en huile continue, largeur de 18cm | ml | 71,400 |
| 505 | marquage de non utilisation de l'huile paraffine | M2 | 1,983 |
| 506 | panneau de signal du type A | U | 134 |
| 507 | panneau de signal du type AB4 | U | 51 |
| 508 | panneau de signal du type B | U | 193 |
| 509 | panneau de signal du type D21B | U | 48 |
| 510 | panneau de signal du type D42 | U | 6 |
| 511 | Panneau a l'entrée et a la sortie des villages | U | 148 |
| 512 | panneaux de rivière, type B32 | U | 42 |
| 513 | Panneaux de signal du type 15 | U | 10 |
| 514 | panneaux de signal du type 15 | U | 893 |
| 515 | jalonnement kilométrique | U | 153 |
| SERIE A-600- MESURES ENVIRONNEMENTALES | | | |
| 601 | Aménagement des sites de dépôt | U | 3 |
| 602 | Fermeture des gites et emprunts | U | 3 |
| 603 | Fermeture des carrières | U | 2 |
| SERIE-B-200- TRAVAUX DE PROTECTION ET MAINTENANCE | | | |
| 201 | protection de remblai en maçonnerie avec pierres | m ³ | 4,300 |
| 202 | mur de soutènement | m ³ | 23 |
| 203 | protection de base avec pierre collées a l'aide du mortier | m ³ | 3,820 |
| 204 | dégagement de lit de rivière | m ³ | 8,000 |

CHAPITRE XIX : DEVIS ESTIMATIF

I. Sous détails des prix unitaires

Les sous détails des prix unitaires sont les évaluations des prix de chaque composante des prix de règlement. Ainsi le prix est composé de l'allocation de matériels, des salaires des mains d'œuvre employés, des coûts de matériaux aux pieds d'œuvre et des divers nécessaires. Cette évaluation est basée sur l'évaluation d'un rendement selon la nature de chaque travail à réaliser.

Le prix unitaire PU est donné par la formule suivante :

$$PU = K_1 \frac{D}{R}$$

Avec :

K_1 : coefficient de majoration des déboursés en (%) ;

R : rendement ;

D : déboursé ou dépense

I.1. Détermination du coefficient de déboursé K_1

Le coefficient K_1 est obtenu par la relation suivante :

$$K_1 = \frac{(1+A_1)(1+A_2)}{(1-A_3)(1+TVA)}$$

Pour les travaux de notre projet, va prendre les valeurs suivantes pour le calcul du coefficient de déboursés :

Tableau 40 : Détermination du coefficient de déboursé K_1

| Origine des frais | Décomposition pour chaque catégorie de frais | Indice de composition de catégorie | |
|--|--|------------------------------------|-----------|
| | | Indice | Valeur(%) |
| Frais généraux proportionnels aux déboursés | Frais d'agence et patente | a_1 | 7 |
| | Frais de chantier | a_2 | 18 |
| | Frais d'études | a_3 | 10 |
| | assurance | a_4 | 5 |
| | | A_1 | 40 |
| Bénéfice brut et frais principal aux prix de revient | Bénéfice net et impôt sur le bénéfice | a_5 | 7 |
| | Aléas technique | a_6 | 7 |
| | Aléas de révision de prix | a_7 | 0 |
| | Frais financier | a_8 | 6 |
| | | A_2 | 20 |
| Frais proportionnels au prix de règlement avec TVA | Frais de siège | a_9 | 0 |
| | A_3 | | 0 |
| | TVA | | 20 |
| | K_1 | | 1,40 |

I.2. Détermination du rendement et de la débourseé

Les valeurs du rendement et de la déboursé sont détaillés dans sous détail des prix suivant les travaux à effectuer.

II. Détail Quantitatif et Estimatif

L'estimation du coût du projet est récapitulée dans le bordereau détail estimatif suivant, selon les séries de travaux et les prix unitaires dont les sous détails de prix et les bordereaux détail estimatif annexe se trouvent en Annexe.

Tableau 41 :Détail Quantitatif et Estimatif

| N° | PRIX | DESIGNATION DES TRAVAUX | UNITE | QUANTITE | PRIX UNITAIRES (Ar) | MONTANT (Ar) |
|----|------|-------------------------|-------|----------|---------------------|--------------|
|----|------|-------------------------|-------|----------|---------------------|--------------|

Série A-000-INSTALATION DE CHANTIER ET REMPLI DU CHANTIER

| | | | | | |
|------------------|---|----|------|---------------|----------------|
| 001 | Installation provisoire du chantier | Ft | 10 | 1220271000,00 | 1202710000,00 |
| 002 | station de broyage | Ft | 1 .0 | 316424000,00 | 316426000,00 |
| 003 | station de malaxage d'asphalte | Ft | 1.0 | 346402000,00 | 346402000,00 |
| 004 | Evacuation de la station de broyage | Ft | 1.0 | 109198000,00 | 109200000,00 |
| 005 | Evacuation de la station de malaxage d'asphalte | Ft | 1.0 | 109996000,00 | 109996000,00 |
| 006 | Evacuation de l'installation provisoire du chantier | Ft | 1.0 | 177766000,00 | 177768000,00 |
| SOUS TOTAL A-000 | | | | | 13262504000,00 |

Série A-100 – PREPARATION

| | | | | | |
|-----|--|----|---------|------------|---------------|
| 101 | mise en propre des bords de fondation routière et abattage des arbres | M2 | 17030 | 400,00 | 681200,00 |
| 102 | Abattage des arbres, le périmètre a un mètre de la surface routier \geq 1m | U | 360 | 1520000,00 | 5472000,00 |
| 103 | Elimination de la couche pourrie épaisseur de 0,2m | M2 | 1236000 | 1480,00 | 1821864000,00 |
| 104 | Enlèvement du béton ou d du tube métallique, | ml | 2015 | 27520,00 | 55456000,00 |
| 105 | Démontage des travaux | U | 456 | 531780,00 | 242494000,00 |
| 106 | Démontage des | M3 | 3785 | 66340,00 | 251060000,00 |

| | | | | | |
|----------------------------------|--|------|----------|------------|----------------|
| | travaux d'extrémités et masses de maçonnerie | | | | |
| 107 | démolition des travaux existant | M2 | 5000 | 7640,00 | 38170000,00 |
| 108 | démontage et abadons des poteaux existant | U | 78 | 6600,00 | 514000,00 |
| 109 | remblai de mauvaise terre | M3 | 113100 | 14100,00 | 1594936000,00 |
| SOUS TOTAL A-100 | | | | | 4684354000,00 |
| Série A-200 – TERRASSEMENT | | | | | |
| 201 | excavation du sol meuble ou sol tendre | M3 | 1159 | 660,00 | 764940,00 |
| 202 | excavation des roches | M3 | 62 350 | 29460,00 | 1836706000,00 |
| 203 | écroutement du revêtement existant avec la moyenne de 15 cm | M3 | 1147 | 580,00 | 764084000,00 |
| 204 | fouille de remblai aux limites du traçage rouge | M3 | 572 | 4020,00 | 2299440,00 |
| 205 | remblai de mauvaise terre | M3 | 892 | 11860,00 | 10579120,00 |
| 206 | terrassement, formage, compactage de la fondation routière | M2 | 17410 | 260,00 | 45962400,00 |
| 207 | somme rajoute pour compléter le frais de transport supérieur à 1km au cours du remblai d'emprunt | M3km | 1 609000 | 1040,00 | 1663706000,00 |
| SOUS TOTAL A-200 | | | | | 4684354000,00 |
| Série A-300 – REVETEMENT ROUTIER | | | | | |
| 301 | matériaux pour pistes et risbermes | M3 | 181800 | 1126000,00 | 2047796000,00 |
| 302 | Assiette de fondation | M3 | 357100 | 1126000,00 | 4022374000,00 |
| 303 | matériaux naturels pour l'assiette de base | M3 | 227200 | 1126000,00 | 2559180000,00 |
| 304 | base de roche de rail | M3 | 214300 | 98340,00 | 21074262000,00 |
| 305 | couche filtrante à asphalte fluidifie | M2 | 829400 | 3440,00 | 2846500000,00 |
| 306 | couche filtrante à gravier | M2 | 537400 | 378000,00 | 2033522000,00 |

| | | | | | |
|------------------|---|-------|---------|-------------|----------------|
| 307 | couche supérieure | M2 | 309600 | 4620,00 | 1430352000,00 |
| 308 | couche d'usure en béton d'asphalte (5cm) | M3 | 52550 | 56914000,00 | 29908308000,00 |
| 309 | somme additionnel due au transport de 301 302 303 sup à 2km | M3 KM | 1934000 | 1040,00 | 1999765000,00 |
| SOUS TOTAL A-300 | | | | | 67922050000,00 |

Série A-400 – DRAINAGE ET PROTECTION

| | | | | | |
|------|---|----|--------|-------------|---------------|
| 401 | fosse triangulaire type A | ml | 101050 | 270000,00 | 273442000,00 |
| 402 | fosse triangulaire de type B | ml | 37460 | 236500,00 | 8862586000,00 |
| 403 | Fosse rectangulaire en béton arme type C | ml | 20250 | 211680,00 | 4286602000,00 |
| 404 | trottoir de passant au dessus de fosse type A | U | 261 | 244320,00 | 67764000,00 |
| 405 | Trottoir de passants au dessus de fosse de type B | U | 258 | 284200,00 | 73322000,00 |
| 406 | Fosse en haut type D | ml | 8060 | 2320,00 | 18618000,00 |
| 407 | fosse en haut de maçonnerie type D1 | ml | 11110 | 159160,00 | 1768378000,00 |
| 408 | dégorgeoir pour toutes les conditions géologique | ml | 5610 | 4520,00 | 25302000,00 |
| 409 | ponceau en cadre en BA | M3 | 776 | 796420,00 | 618024000,00 |
| 410 | tubes en béton arme | | | | |
| 410a | tube en béton arme de diamètre de 80cm | ml | 875 | 1278680,00 | 118848000,00 |
| 410b | tubes en béton arme de diam 100cm | ml | 1863 | 1810828,00 | 3373558000,00 |
| 411a | | U | 962 | 1541740,00 | 148315200,00 |
| 411b | ponceau en BA en seul trou (1,5X1, 5) m | U | 458 | 1807880,00 | 828006000,00 |
| 411c | ponceau en BA en seul trou (2x1) m | U | 44 | 1791940,00 | 78846000,00 |
| 411d | ponceau en BA en | U | 379 | 2058000 ,00 | 780378000,00 |

| | | | | | |
|------|--|---|-----|-------------|---------------|
| | seul trou (2x1, 5) m | | | | |
| 411e | ponceau en BA en seul trou (2,5x1 ,5) m | U | 68 | 2310040,00 | 157082000,00 |
| 411f | ponceau en BA en seul trou (2,5x2) m | U | 109 | 2585380,00 | 281806000,00 |
| 411g | ponceau en BA en seul trou (3x2) m | | 176 | 2838080,00 | 499504000,00 |
| 411h | ponceau en BA en seul trou (3x3) m | | 90 | 3405580,00 | 306502000,00 |
| 411i | ponceau en cadre2 en BAà2trous (1,5×1) m | | 225 | 3776700,00 | 849756000,00 |
| 411j | ponceau en cadre2 en BA a 2trous (2×1,5)m | | 333 | 4973920,00 | 1656314000,00 |
| 411k | ponceau en cadre2 en BA a 2trous (2×2)m | | 80 | 5500880,00 | 440070000,00 |
| 411l | ponceau en cadre2 en BA a 2trous (3×2)m | | 379 | 6868100,00 | 2603006000,00 |
| 411m | ponceau en cadre3 en BA a 3trous (3×1,5)m | | 88 | 8111760,00 | 713834000,00 |
| 411n | ponceau en cadre3 en BA à3trous (2×2) m | | 148 | 11207700,00 | 1658740000,00 |
| 411o | ponceau en cadre3 en b.a.à3trous (2×1,5) | | 108 | 15149000,00 | 1636092000,00 |
| 412 | travaux d'extrémité et fosse pour tube en béton | | | | |
| 412a | fosse en tube de diam 80cm | | 94 | 2041980,00 | 191946000,00 |
| 412b | travaux en tête haute de 80cm | | 30 | 3905400,00 | 99162000,00 |
| 412c | travaux en tête basse de diam 80cm | | 66 | 23906080,00 | 218200000,00 |
| 412d | fosse en tube de diam 100cm | | 66 | 2437400,00 | 87746000,00 |
| 412e | Travaux en tête de diam100cm | U | 100 | 4351060,00 | 435106000,00 |
| 412f | Travaux en basse de diam100cm | U | 124 | 4350880,00 | 539508000,00 |
| 413 | travaux d'extrémité en amont du ponceau en seul troue BA | U | | | |

| | | | | | |
|------|---|---|----|-------------|--------------|
| 413a | travaux d'extrémité en amont du ponceau en seul trou 1,5×1,5m | U | 67 | 2561980,00 | 171654000,00 |
| 413b | travaux d'extrémité en amont du ponceau en cadre a un seul trou BA 1,5×1,5m | U | 34 | 4199760,00 | 144792000,00 |
| 413c | travaux d'extrémité en amont du ponceau en cadre seul trou BA 2×1m | U | 4 | 2885020,00 | 11140000,00 |
| 413d | travaux d'extrémité en amont du ponceau en cadre seul trou EN BA 2×1,5m | U | 27 | 4628320,00 | 124964000,00 |
| 413e | travaux d'extrémité en amont du ponceau en cadre seul trou EN BA 2,5×1,5m | U | 5 | 5053340,00 | 25266000,00 |
| 413f | travaux d'extrémité en amont du ponceau en cadre en seul trou EN BA 2,5×1,5m | U | 6 | 7326480,00 | 43970000,00 |
| 413g | travaux d'extrémité en amont du ponceau en cadre en seul trou EN BA 3×2m | U | 12 | 7854620,00 | 94256000,00 |
| 413h | travaux d'extrémité en amont du ponceau en cadre en seul trou EN BA 3×3m | U | 5 | 13891300,00 | 69456000,00 |
| 413i | travaux d'extrémité en amont du ponceau en cadre2 a 2 en seul trou en BA 1×1,5m | U | 17 | 4750420,00 | 80758000,00 |
| 413j | travaux d'extrémité en amont du ponceau en cadre2 a2 en seul trou en BA 2×1,5m | U | 24 | 8530360,00 | 204728000,00 |
| 413k | travaux d'extrémité en | U | 4 | 12114080,00 | 48456000,00 |

| | | | | | |
|------|---|---|----|--------------|--------------|
| | amont du ponceau en cadre 2 a 2 en seul trou EN BA 2x2m | | | | |
| 413l | travaux d'extrémité en amont du ponceau en cadre 2à2 EN BA 3x2m | U | 25 | 14751360,00 | 368784000,00 |
| 413m | travaux d'extrémité en amont du ponceau en cadre 3à3 EN BA 2x1,5m | U | 6 | 17943600,00 | 10766200,00 |
| 413n | travaux d'extrémité en amont du ponceau en cadre 3à3 EN BA 2x1,5m | U | 10 | 2144320,00 | 214444000,00 |
| 413o | travaux d'extrémité en amont du ponceau en cadre 3à3 EN BA 2x1,5m | U | 7 | 41178900,00 | 288252000,00 |
| 413p | travaux de remise en état ou l'entonnoir en amont de travaux hydraulique | | 24 | 298936000,00 | 71744000,00 |
| 414 | travaux d'extrémité en aval du ponceau en cadre 2 a 1 trou en BA | | | | |
| 414b | travaux d'extrémité en aval du ponceau en cadre 2 a 1 trou en BA 1,5x1,5m | | 32 | 4197820,00 | 134330000,00 |
| 414c | travaux d'extrémité en aval du ponceau en cadre 2 a 1 trou en BA 2x1m | | 4 | 2885040,00 | 11540000,00 |
| 414d | travaux d'extrémité en aval du ponceau en cadre 2 a 1 trou en BA 2x1,5m | | 27 | 4628320,00 | 124964000,00 |
| 414e | Travaux d'extrémité en aval du ponceaux en cadre 2 a seul trou en BA2, 5x1,5m | U | 5 | 5052740,00 | 25264000,00 |
| 414f | Travaux d'extrémité en aval du ponceaux en cadre 2 a seul trou en Ba2, 5x2m | U | 6 | 7317060,00 | 43902000,00 |

| | | | | | |
|------|--|---|----|-------------|--------------|
| 414g | Travaux d'extrémité en aval du ponceaux en cadre 2 a seul trou en BA3×2m | U | 12 | 78548840,00 | 94258000,00 |
| 414h | Travaux d'extrémité en aval du ponceaux en cadre 2 a seul trou en BA3×3m | U | 5 | 13905540,00 | 69528000,00 |
| 414i | Travaux d'extrémité en aval du ponceaux en cadre 2 a seul trou en BA1, 5×1m | U | 17 | 4750420,00 | 80758000,00 |
| 414j | Travaux d'extrémité en aval du ponceaux en cadre 2 a seul trou en BA2×1,5m | U | 23 | 8528160,00 | 196148000,00 |
| 414k | Travaux d'extrémité en aval du ponceaux en cadre 2 a seul trou en BA2×2m | U | 2 | 6,052.22 | 12,104 |
| 414l | Travaux d'extrémité en aval du ponceaux en cadre 2 a seul trou en BA3×2m | U | 25 | 14751000,00 | 368776000,00 |
| 414m | Travaux d'extrémité en aval des ponceaux en cadre 3à 3 a seul trou en Ba2×1,5m | U | 6 | 12272320,00 | 73634000,00 |
| 414n | Travaux d'extrémité en aval des ponceaux en cadre 3à3 a seul trou en BA3×2m | U | 10 | 21442260,00 | 214422000,00 |
| 414o | Travaux d'extrémité en aval des ponceaux en cadre 3à3 a seul trou en BA4×3m | U | 7 | 41344820,00 | 289414000,00 |
| 414p | travaux de collecte d'eau en aval (largeur de 1, 5hauteur<2m | U | 17 | 5382120,00 | 91496000,00 |
| 414q | travaux de collecte d'eau en aval (largeur de 1, 5 3<hauteur<5m | U | 8 | 53821100,00 | 100168000,00 |
| 414r | travaux de réception d'eau en aval type 3 (largeur de 5m 3<H<6m | U | 3 | 48953100,00 | 146860000,00 |

| | | | | | |
|---|---|----|-------|-------------|----------------|
| 414s | bassin d'absorption standard | U | 103 | 5394220,00 | 455606000,00 |
| 415 | rideau étanche en maçonnerie | ml | 1550 | 56516000,00 | 875994000,00 |
| 416 | mur de soutènement en cage | ml | 11900 | 139520,00 | 832000,00 |
| 417 | mur de soutènement en b.a., hauteur de 2,5m | ml | 160 | 1903920,00 | 104628000,00 |
| 418 | mur de soutènement en b.a., hauteur de 3m | ml | 40 | 2282860,00 | 91314000,00 |
| 419 | mur de soutènement en BA, hauteur de 5m | ml | 40 | 4549380,00 | 181976000,00 |
| 420 | protection | m3 | 6,150 | 149220,00 | 917740000,00 |
| 421 | maçonnerie en bloc de pierre | m3 | 4,620 | 149220,00 | 689424000,00 |
| 422 | fosse en maçonnerie | ml | 486 | 9674000,00 | 47012000,00 |
| 423 | fosse avec préfabriqué | ml | 7260 | 33496000,00 | 47012000,00 |
| 424 | travaux d'extrémité à la fosse sup des travaux de remblais | U | 1692 | 5161460,00 | 8733198000,00 |
| 425 | Travaux de collecte d'eau à la fosse sup des travaux de remblais | U | 1692 | 5161460,00 | 8733198000,00 |
| 426 | pierre de fosse aux masses de chaussée | ml | 44190 | 58440,00 | 2582110000,00 |
| 427 | pierre de route de la table de rotation typ3 | ml | 880 | 95620,00 | 84138000,00 |
| 428 | protection de pente remblayée pour sol pourri, avec epaisseur20cm | ml | 41550 | 1360,00 | 57588000,00 |
| 429 | enherbement aux pentes | M2 | 41300 | 3020,00 | 124478000,00 |
| 430 | revêtement de protection avec végétationplantée | M2 | 20130 | 10360,00 | 2085888000,00 |
| SOUS TOTAL A-400 | | | | | 68613240000,00 |
| Série A-500 – SECURITE ET SIGNALISATION | | | | | |
| 501 | rambarde en acierde sécurité GS2type | ml | 10770 | 91380,00 | 976666000,00 |
| 502 | rambarde en acierde sécurité GS4ype | ml | 8440 | 75380,00 | 636207200,00 |
| 503 | ligne de peinture en | | | | |

| | | | | | |
|--|--|----|-------|------------|---------------|
| | huile continue, largeur de12cm | ml | 78650 | 860,00 | 67639000,00 |
| 504 | ligne de peinture en huile continue, largeur de18cm | ml | 71400 | 1280,00 | 91392000,00 |
| 505 | marquage de non utilisation de l'huile paraffine | M2 | 1983 | 7000,00 | 13874000,00 |
| 506 | panneau de signal du type A | U | 134 | 1441580,00 | 193170000,00 |
| 507 | panneau de signal du type AB4 | U | 51 | 1327640,00 | 67710000,00 |
| 508 | panneau de signal du type B | U | 193 | 1234120,00 | 238184000,00 |
| 509 | panneau de signal du type D21B | U | 48 | 3485060,00 | 167284000,00 |
| 510 | panneau de signal du type D42 | U | 6 | 6910680,00 | 41464000,00 |
| 511 | Panneau a l'entrée et a la sortie des villages | U | 148 | 1377600,00 | 203884000,00 |
| 512 | panneaux de rivière, type B32 | U | 42 | 1265820,00 | 53164000,00 |
| 513 | Panneaux de signal du type 15 | U | 10 | 1537380,00 | 15374000,00 |
| 514 | panneaux de signal du type 15 | U | 893 | 76460,00 | 69704000,00 |
| 515 | jalonnement kilométrique | U | 153 | 76500,00 | 11704000,00 |
| SOUS TOTAL A-500 | | | | | 2845476000,00 |
| Série A-600 – MESURES ENVIRONNEMENTALES | | | | | |
| 601 | Aménagement des sites de dépôt | U | 3 | 105000,00 | 3150000,00 |
| 602 | Fermeture des gites et emprunts | U | 3 | 5370400,00 | 16111200,00 |
| 603 | Fermeture des carrières | U | 2 | 5370400,00 | 10740800,00 |
| SOUS TOTAL A-500 | | | | | 46113200,00 |
| Série B-200 – TRAVAUX DE PROTECTION ET MAINTENANCE | | | | | |
| 201 | protection de remblai en maçonnerie avec pierres | M3 | 4300 | 90040,00 | 387198000,00 |
| 202 | mur de soutènement | M3 | 23 | 165920,00 | 3816000,00 |
| 203 | protection de base avec pierre collées a l'aide du mortier | M3 | 3820 | 179380,00 | 685262000,00 |
| 204 | dégagement de lit de rivière | M4 | 8000 | 7020,00 | 56144000,00 |

| | |
|------------------|---------------|
| SOUS TOTAL B-200 | 1132420000,00 |
|------------------|---------------|

La récapitulation de la BDE est présentée dans le tableau suivant :

Tableau 42 :Récapitulation de la BDE

| N° PRIX | DESIGNATION | MONTANT EN ARIARY |
|--------------------------|--------------------------------------|-------------------|
| A-000 | Installation de chantier et repli | 13262504000,00 |
| A-100 | Préparation | 4684354000,00 |
| A-200 | Terrassement | 2522222000,00 |
| A-300 | Revêtement routier | 67922050000,00 |
| A-400 | Drainage et protection | 68613240000,00 |
| A-500 | Sécurité et signalisation | 2845476000,00 |
| A-600 | Mesures environnementales | 46113200,00 |
| B-200 | Travaux de protection et maintenance | 1132420000,00 |
| Total général Hors Taxes | | 161028379200 ,00 |
| TVA 20% | | 3220567584,00 |
| MONTANT TTC | | 164248946784,00 |
| MONTANT TTC/km | | 1067771913,00 |

Arrêté le présent devis à la somme de « **ARIARY CENT SOIXANTE QUATRE MILLIARDS DEUX CENT QUARANTE HUIT MILLIONS NEUF CENT QUARANTE SIX MILLE SEPT CENT QUATRE VINGT QUATRE** (164248946784,00Ar) », inclue la taxe sur les valeurs ajoutées de vingt pour cent, soit la somme de « **ARIARY TROIS MILLIARDS DEUX CENT VINGT MILLIONS CINQ CENT SOIXANTE SEPT MILLE CINQ CENT QUATRE VINGT QUATRE** »(3220567584,00Ar).
 Le coût au kilomètre du projet s'élève alors à « **ARIARY UN MILLIARD SOIXANTE SEPT MILLIONS CENT SOIXANTE ONZE MILLE NEUF CENT TREIZE** » (1067771913,00).

CHAPITREXX : ETUDE D'IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX

I-1. Introduction :

Dans le cadre de la préservation de l'environnement pour un développement durable, L'analyse suivante servira de base pour la prise en compte des préoccupations environnementales.

Cette étude vise à :

- Prévoir et analyser les impacts probables de chaque rue sur l'environnement ;
- Déterminer les moyens d'atténuer et de compenser les impacts prévisibles avant et pendant la phase de réalisation ;

Présenter aux principaux acteurs les prévisions et les options d'attention les plus appropriées.

I-2. Analyses des impacts prévisibles des rues :

Les impacts environnementaux engendrés par le projet incluront les aspects biophysiques et Socio-économiques qui peuvent être directs et/ou indirects, à courts termes et/ou à moyens et à longs termes.

I-2-1. Impacts positifs :

L'étude a permis de confirmer la pertinence des objectifs visés par le projet :

- Amélioration des conditions de transport dans le milieu urbain ;
- Amélioration de l'habitat et des conditions de vie de la population ;
- Sécurité et confort des usagers ;
- Création d'emplois liés directement ou indirectement au chantier ;
- Revitalisation de l'économie urbaine;
- Développement global de la ville ;
- Augmentation de la source de revenus des habitants.

I-2-2. Impacts négatifs:

La réhabilitation provoquera :

- Risque d'accident routier pour population ;
- Risque de propagation des maladies transmissibles
- L'aspect lié à la circulation et à la communication,
- le désenclavement de cette région implique des retombées sur la population concernées ;
- approvisionnement de produits de première nécessité, santé, scolarité, sécurité, évacuation de produits agricoles

Emploi sur chantier : En cette période d'aménagements, l'entreprise recrute des employés sur la zone de chantier, ce qui permet de diminuer le nombre de chômeur et de développer le commerce local.

I-3. Evaluation des mesures environnementales :

En conséquence, des mesures compensatoires seront à entreprendre dans le but de les ramener

à un niveau acceptable et d'amplifier les aspects positifs du projet

I-3-1. Mesures de compensation des impacts positifs :

- Clôturer l'emprise du projet afin de mieux sécuriser la réhabilitation face à tout acte de vandalisme et du vol ;
- Favoriser les initiatives locales de développement économique et la préservation de L'environnement ;
- Elaboration d'une déformation, concernant l'exploitation des carrières (RN5A) ;
- Mise en place de panneaux de signalisation dans chaque rue ;
- Mise en place des bacs de stockage pour traiter les déchets polluants ;

I-3-2. Mesures d'atténuation des impacts négatifs :

- Au cours de la réalisation du projet, des latrines, et des bacs à ordure devront être installés dans les baraquas des chantiers, il sera interdit de déposer les excréments à n'importe quel endroit et que toutes les ordures soient incinérées ou enterrées ;
- Remettre en état les paysages et chaque lieu d'intervention (gîtes d'emprunt, piste d'accès, ...) ;
- Enherbement et reboisement après remise en état de sites d'emprunt ;
- Appliquer les mesures antiérosives adéquates ;
- Prendre toutes mesures de sécurité nécessaire pour éviter les pollutions et accidents de tels sortes que :
- les matériaux de construction devront être exploités sur une superficie bien déterminée,
- à l'écart des infrastructures existantes (piste, ouvrage, point d'eau, ...)
- l'extraction des sables ne devra pas être exécutée en profondeur pouvant causer les dépressions du lit de cours d'eau ;
- les bois devront être exploités sans pratique du « tavy » qui empêche toute reprise forestière ;
- Installation des panneaux de signalisation au cours des travaux.

I-4. Plan de gestion environnemental :

Le suivi des recommandations environnementales devra être assuré pendant et après les travaux. Il est alors proposé dans ce qui suit, les procédures à suivre pour le contrôle des travaux et pour la phase post-projet.

I-4-1. Contrôle des travaux :

- Approbation du plan d'installation (bac de vidange, décharges, zone de stockage, ...) ;
- Inspection de la base de vie (latrines, infirmerie, ...) ;
- Contrôle et suivi rapproché des conditions d'exploitation des matériaux ;
- Vérification des travaux de remise en état de chaque zone d'intervention ;
- Etablissement plan de récolelement de l'aménagement environ

I-4-2. Suivi environnemental :

- Vérification de la tenue, l'efficacité et de la pertinence des mesures entreprises ;
- Recommandation des mesures correctives ou complémentaires :

a) Phase préparatoire

Tableau 43 : Milieu biophysique

| | | |
|-------------------------------|------------------------------------|---|
| Composantes | Localisation de l'Impact Potentiel | Mesures |
| Impacts Potentiels | Parc à véhicule | Environnementales |
| Eau, air, sol : | | Prévoir des bacs pour stocker les déchets toxiques (huile de vidange, produits d'entretien de véhicule) |
| Pollution air par des déchets | Gîte de campement | Prévoir des latrines pour éviter les maladies contagieuses (choléra....) |

Tableau 44 : Milieu humain:

| | | |
|--|------------------------------------|--|
| Composantes | Localisation de l'Impact Potentiel | Mesures Environnementales |
| Impacts Potentiels | Aux quartiers | Limitation de la vitesse des engins par la mise en place des panneaux de signalisation |
| Population : | Aux quartiers | Sensibilisation du personnel de l'entreprise pour le respect des mœurs locales |
| Risque d'accident routier | | (organisation d'une réunion de chantier) |
| Mœurs et coutumes : | | Recrutement des mains d'œuvres locaux jusqu'à la limite de leurs compétences |
| Conflit entre autochtone et personnel de l'entreprise par le non respect des mœurs locales | | |

b) Phase de réalisation

Tableau 45 : Milieu biophysique:

| | | |
|---|---|--|
| Composantes | Localisation de l'Impact Potentiel | Mesures |
| Impacts Potentiels | Déblai aux travaux de terrassement de la chaussée | Environnementales |
| Sol: | Ouverture d'exutoire pour l'écoulement des eaux | Assurance de la stabilité du terrain |
| Accélération de processus d'érosion | Exploitation des gîtes | Comblement des zones excavées par des terres non utilisées (produits des fouilles) |
| Sol: | | Réaménagement du gîte dès la fin de l'exploitation |
| Modification de la morphologie du terrain | | |

Tableau 46 : Milieu humain:

| Composantes | Localisation de l'Impact Potentiel | Mesures |
|---|------------------------------------|--|
| Impacts Potentiels | | Environnementales |
| Population : | Aux quartiers | Limitation de la vitesse des |
| Risque d'accident routier | Aux quartiers | engins par la mise en place des panneaux de signalisation |
| Mœurs et coutumes : | | Sensibilisation du personnel |
| Conflit entre autochtone et personnel de l'entreprise par le non respect des moeurs locales | | de l'entreprise pour le respect des mœurs locales (organisation d'une réunion de chantier) |
| | | Recrutement des mains d'œuvres locaux jusqu'à la limite de leurs compétences |

c) Phase d'exploitation et entretien

Tableau 47 : Milieu biophysique

| Composantes | Localisation de l'Impact Potentiel | Mesures |
|---|--|---------------------------|
| Impacts Potentiels | | Environnementales |
| Sol: | Zone d'emprunt, carrières pour les travaux d'entretien | Talutage du terrain |
| Modification de la morphologie du terrain | | |
| Végétation : | Carrières, emprunt pour les travaux d'entretien | Revégétalisation du talus |
| Destruction de la couverture végétale | | |

Tableau 48 : Milieu humain:

| Composantes | Localisation de l'Impact Potentiel | Mesures |
|--|---|---|
| Impacts Potentiels | | Environnementales |
| Population: | Quartiers traversés par les routes réhabilitées | Mise en place de panneaux pour limitation de la vitesse de circulation à l'entrée de chaque rue |
| Risque d'accident routier dû aux trafics | | |
| Population: | Quartiers dans les zones d'influence du projet | |
| Propagation des maladies transmissibles | | |

Conclusion partielle :

Il s'agit d'un Aménagement routier à coût plus élevé par rapport au prix unitaire par kilomètre, de Réhabilitation ; car le gros des Travaux dans le cas de la RNS35A se concentre sur la scarification de la chaussée.

Ailleurs La mise n'œuvre du projet, routier peut induire des impacts négatifs influant sur l'environnement et l'état de santé des habitants.

CONCLUSION GENERALE

La route se définit comme le poumon de l'économie d'un pays.

C'est pour cela qu'à Madagascar, le programme d'aménagement routier constitue une grande priorité pour qu'il y ait un développement d'une région malgré, les promesses en l'air des gouvernants et la manque d'initiative du responsable.

L'aménagement routier a pour but de remettre en état la chaussée existante et permet à l'utilisateur de la route une meilleure accessibilité et l'évacuation des produits .Cela consiste à faire une étude pour éviter la destruction de la route dans les délais imprévus du concepteur ou le bureau d'étude.

Dans la construction de la route le diagnostic est un paramètre à vérifier pour qu'on puisse trouver une solution convenable et fiable dans le choix de type de la route

Notre stage fin de mémoire au sein dans l'ARM (Autorité Routière de Madagascar) et la LNTPB a pour fin de connaître la réalité des études théoriques dans la formation License Es Technique à l'école supérieure polytechnique d'Antananarivo. C'est une expérience pour la future

En guise de conclusion, nous pouvons dire que sans l'aménagement de la route RNS5A la région Sava reste enclave surtout dans le période de pluie et la décentralisation effective est impossible.Dans cette optique que le gouvernement devra prendre des mesures par le biais du Ministère des Travaux Public et Météorologique.Car pendant quarante ans il n'y avait aucune construction vu la potentialité économique de cette région et le dynamisme de la population locale.

BIBLIOGRAPHIE

Cours à l'ESPA :

- RABENATOANDRO Martin, Cours Hydraulique routière, 2011 - 2012 ;
- RAHELISON Landy Harivony, Cours Mécanique des Sols, 2011 - 2012 ;
- RAHELISON Landy Harivony, Cours Géotechnique Routière, 2011 - 2012 ;
- RANDRIANTSIMBAZAFY Andrianirina, Cours ROUTE I, 2010 - 2011 ;
- RANDRIANTSIMBAZAFY Andrianirina, Cours ROUTE II, 2011 - 2012 ;
- RANDRIANTSIMBAZAFY Andrianirina, Cours Entretien Routier, 2012 - 2013 ;
- RANDRIANTSIMBAZAFY Andrianirina, Cours Technologie Routière, 2012-2013 ;
- RAVAOHARISOA Lalatiana, Cours de Béton Armée, 2010-2011 et 2011-2012 ;

Livre :

- Guide Pratique de Dimensionnement des Chaussées pour les Pays Tropicaux, CEBTP
- MOUGIN Jean Pierre, BAEL 91 modifiée 99 et DTU associés, Edition Eyrolles, 2007
- SETRA R LCPC, Guide des terrassements routiers : réalisation des remblais et des couches de forme, fascicule 1, Juillet 2000.
- manuel international de l'entretien routier : routes revêtus, volume III, 2^{eme}edition 1994
- Manuel d'identification des dégradations des chaussées souples .Edition 2002 par la direction des communications

| | |
|---|-----------|
| SOMMAIRE..... | 1 |
| LISTE DE TABLEAUX..... | 4 |
| LISTE DE TABLEAUX..... | 5 |
| LISTE DE FIGURES..... | 6 |
| LISTE DE PHOTOS..... | 7 |
| LISTE DES ABREVIATIONS..... | 8 |
| LISTE DES ABREVIATIONS..... | 9 |
| LISTE DES ANNOTATIONS..... | 10 |
| LISTE DES ANNOTATIONS..... | 11 |
| LISTE DES ANNOTATIONS..... | 12 |
| INTRODUCTION GENERALE..... | 13 |
| PARTIE I .ETUDE PRELIMINAIRE..... | 0 |
| CHAPITRE I : GENERALITE SUR LE PROJET | 1 |
| 1- CONTEXTE GENERALE | 1 |
| 2- HISTORIQUE DE LA RN5 A | 1 |
| 3- LOCALISATION DU PROJET | 2 |
| 4- BUTS DU PROJET | 4 |
| 5- ZONE D'INFLUENCE | 4 |
| CHAPITRE II : MONOGRAPHIE DE LA ZONE D'INFLUENCE | 5 |
| 1. GENERALITE..... | 5 |
| 2. DELIMITATION DE LA ZONE D'INFLUENCE | 5 |
| 3. MILIEU PHYSIQUE | 5 |
| a) <i>Relief et paysages</i> | 5 |
| b) <i>Le climat</i> | 6 |
| c) <i>Températures</i> | 6 |
| d) <i>Pluviométrie</i> | 6 |
| • <i>Cyclones</i> | 6 |
| • HYDROGRAPHIE | 7 |
| • <i>Les principaux cours d'eau</i> | 7 |
| • SOLS ET VEGETATIONS | 7 |
| 4. MILIEU HUMAIN ET SOCIAL | 8 |
| <i>Effectif et évolution</i> | 8 |
| <i>Croissance démographique</i> | 8 |
| <i>Composition et répartition</i> | 9 |
| <i>Santé</i> | 9 |
| <i>Enseignement et éducation</i> | 10 |
| <i>Infrastructures socioculturelles</i> | 11 |
| <i>Services de sécurité</i> | 11 |
| 5. MILIEU ECONOMIQUE | 11 |

| | |
|--|-----------|
| SECTEUR AGRICOLE | 11 |
| <i>Agriculture</i> | 11 |
| <i>Elevage</i> | 12 |
| 6. ENVIRONNEMENT | 12 |
| A) ETAT DE L'ENVIRONNEMENT | 12 |
| b) <i>Les Aires Protégées terrestres</i> | 12 |
| c) <i>Les Aires Protégées Marines et côtières</i> | 12 |
| PARTIE II. ETUDE TECHNIQUE | 13 |
| CHAPITRE III : DIAGNOSTIQUE DE LA CHAUSSEE | 14 |
| 1. INTRODUCTION | 14 |
| 2. DEGRADATION DE LA CHAUSSEE | 14 |
| a) <i>Nid de poule</i> | 14 |
| b) <i>Ravinement longitudinal</i> | 15 |
| c) <i>Ensablement</i> | 15 |
| d) <i>Profil en w</i> | 16 |
| e) <i>Bourbier</i> | 17 |
| 3. DIAGNOSTIC DE L'OUVRAGE D'ART | 18 |
| a) <i>Bouchage des fosses</i> | 18 |
| b) <i>Envahissement par la végétation</i> | 19 |
| CHAPITRE IV : ETUDE DE TRACE | 21 |
| 1- VITESSE DE BASE ET REFERENCE | 21 |
| 2- LES DIFFERENTS TYPES DE TRACE | 21 |
| CHAPITRE V : ETUDE DE TRAFIC | 23 |
| GENERALITE | 23 |
| 1. LE TRAFIC PASSE | 23 |
| 2. LE TRAFIC ACTUEL | 25 |
| 3. LE TRAFIC FUTUR | 25 |
| CHAPITRE VI : ETUDE DE DIMENSIONNEMENT DE LA CHAUSSEE | 28 |
| GENERALITES | 28 |
| 1. <i>La méthode LNTPB</i> | 28 |
| 2. <i>La méthode LCPC</i> | 31 |
| 3. <i>Choix de la structure de la chaussée</i> | 35 |
| CHAPITRE VII : ETUDE DES MATERIAUX | 36 |
| 1- MATERIAU POUR REMBLAI | 36 |
| a) <i>Provenance</i> | 37 |
| b) <i>Qualité</i> | 37 |
| c) <i>PAQ Contrôle interne</i> | 38 |
| 2- MATERIAUX POUR COUCHE DE FORME | 38 |
| a) <i>Provenance</i> | 38 |
| b) <i>Spécification</i> | 38 |
| c) <i>PAQ Contrôle interne</i> | 38 |
| 3- MATERIAUX POUR LA COUCHE DE FONDATION | 39 |
| a) <i>Provenance</i> | 39 |
| b) <i>PAQ Contrôle interne</i> | 39 |
| c) <i>Spécification</i> | 39 |
| 4- MATERIAU POUR LA COUCHE DE BASE | 40 |

| | | |
|--|---|----|
| <i>a)</i> | <i>PAQ Contrôle interne</i> | 40 |
| <i>b)</i> | <i>Spécification</i> | 40 |
| <i>c)</i> | <i>PAQ Contrôle interne</i> | 41 |
| 5- | GRAVILLON POUR ENDUITS SUPERFICIELLES | 41 |
| <i>a)</i> | <i>Dureté</i> : | 41 |
| <i>b)</i> | <i>Forme</i> :..... | 41 |
| <i>c)</i> | <i>Angularité</i> : | 41 |
| 6- | COUCHE D'IMPREGNATION | 41 |
| <i>a)</i> | <i>Structure</i> | 41 |
| <i>b)</i> | <i>Qualité</i> | 41 |
| <i>c)</i> | <i>Spécification</i> | 42 |
| 7- | MATERIAUX POUR COUCHE DE ROULEMENT EN BETON BITUMINEUX | 42 |
| <i>a)</i> | <i>Qualité</i> | 42 |
| <i>b)</i> | <i>Spécification</i> | 42 |
| <i>c)</i> | <i>Spécifications pour les enduits superficiels</i> | 43 |
| 8- | LIANT HYDRAULIQUE | 43 |
| <i>a)</i> | <i>Provenance</i> | 43 |
| <i>b)</i> | <i>Spécification</i> | 43 |
| 9- | EAU DE GACHAGE | 44 |
| <i>a)</i> | <i>Provenance</i> | 44 |
| <i>b)</i> | <i>Qualité</i> | 44 |
| 10- | SABLE | 44 |
| <i>a)</i> | <i>Provenance</i> | 44 |
| <i>b)</i> | <i>Qualité</i> | 44 |
| 11- | MAÇONNERIE DE MOELLON | 44 |
| <i>a)</i> | <i>Provenance</i> | 44 |
| <i>B)</i> | <i>Qualités</i> | 44 |
| 12- | SPECIFICATION DES MATERIAUX ROCHEAUX | 45 |
| <i>a)</i> | <i>Choix du gite</i> | 45 |
| <i>b)</i> | <i>Gisement rocheux</i> | 45 |
| <i>c)</i> | <i>Choix de la carrière</i> | 46 |
| CHAPITRE VIII : ETUDE HYDROLOGIQUE ET HYDRAULIQUE | | 47 |
| I- | ETUDE HYDROLOGIQUE : | 47 |
| 1- | GENERALITES : | 47 |
| 2- | DONNEES HYDROLOGIQUE | 47 |
| 3- | RESEAUX HYDROLOGIQUES : | 47 |
| 4- | PERIODE DE RETOUR : | 47 |
| 5- | BASSIN VERSANT | 48 |
| <i>a)</i> | <i>Surface du bassin versant au PK 0+000 au PK 1+700</i> | 48 |
| <i>b)</i> | <i>Coefficient de ruissellement C</i> | 48 |
| 6- | PLUVIOMETRIE | 49 |
| <i>a)</i> | <i>Temps de concentration t_c</i> | 49 |
| <i>b)</i> | <i>I(1h,10ans)</i> | 49 |
| <i>c)</i> | <i>I(t_c,P)</i> | 49 |
| 7- | CALCUL DU DEBIT A EVACUER | 49 |
| II- | ETUDE HYDRAULIQUE : | 49 |
| 1- | NOTION DE BASSIN VERSANT | 49 |
| 2- | DIMENSIONNEMENT DU DALOT AU PK 11+509 | 50 |

| | |
|--|----|
| <i>a) Calcul de la vitesse d'écoulement v</i> | 51 |
| <i>b) Le périmètre mouillé :</i> | 51 |
| <i>c) Surface mouillée :</i> | 51 |
| <i>d) Rayon hydraulique:</i> | 51 |
| <i>e) Calcul de la vitesse v :</i> | 52 |
| <i>f) Calcul du débit évacuable par le fossé :</i> | 52 |
| <i>g) Vérification du calcul</i> | 52 |
| <i>h) Détermination d'emplacement d'ouvrage de décharge.</i> | 52 |
| | 52 |

III-DIMENSIONNEMENT MECANIQUE DE LA DALLE EN BETON ARME

| | |
|---|----|
| 1. HYPOTHESES DE CALCUL | 53 |
| 2. CALCUL DE CONTRAINTES | 53 |
| <i>a) Poids propre de la dalle</i> | 53 |
| <i>b) Coefficient de majoration dynamique δ</i> | 53 |
| <i>c) Surcharge d'exploitation</i> | 53 |
| 3. CHARGE PERMANENTE | 54 |
| <i>a) Moment maximal</i> | 54 |
| <i>b) Effort trenchant:</i> | 54 |
| 4. SURCHARGE D'EXPLOITATION | 54 |
| <i>a) Moment maximal</i> | 54 |
| <i>b) Combinaison d'action a l'E.L.U</i> | 54 |
| <i>c) Combinaison d'action a l'E.L.S</i> | 54 |
| 5. DETERMINATION DES ARMATURES LONGITUDINALES | 54 |
| 6. CALCUL DE LA CONTRAINTE DU BETON | 55 |
| 7. CALCUL DE CONTRAINTE DES ACIERS | 55 |
| 8. CALCUL DU MONTANT REDUIT MBA | 55 |
| 9. CALCUL DE LA SECTION DES ARMATURES LONGITUDINALES A | 56 |
| 10. CALCUL DE L'ETAT LIMITE DE COMPRESSION DU BETON : | 58 |
| <i>a) Contrainte admissible du béton σ_{sbar}</i> | 58 |
| <i>b) Etat limite de compression σ_b</i> | 58 |
| <i>c) Calcul de l'espacement e_h</i> | 58 |

CHAPITRE IX: TRAVAUX DE TERRASSEMENT

| | |
|------------------------------|----|
| I- TERRASSEMENT | 58 |
|------------------------------|----|

| | |
|---------------------------------|----|
| II- MISE EN OEUVRE | 58 |
|---------------------------------|----|

| | |
|---------------------------|----|
| III- DEBLAIS | 58 |
|---------------------------|----|

| | |
|--|----|
| IV- MISE EN ŒUVRE DU DEBLAI | 58 |
|--|----|

| | |
|-------------------------|----|
| V- REMBLAI | 59 |
|-------------------------|----|

| | |
|--|----|
| VI- MISE EN OUEVRE DU REMBLAI | 59 |
|--|----|

| | |
|---|----|
| VII- PLATE FORME DE TERRASSEMENT | 59 |
|---|----|

| | |
|---|----|
| VII- RECEPTION GEOMETRIQUE | 60 |
|---|----|

| | |
|--|----|
| CHAPITRE X: MISE EN ŒUVRE DE LA COUCHE DE FONDATION | 61 |
|--|----|

| | |
|-------------------------------------|----|
| I- COUCHE DE FONDATION | 61 |
|-------------------------------------|----|

| | |
|---------------------------------|----|
| II- MISE EN OEUVRE | 61 |
|---------------------------------|----|

| | |
|----------------------------|----|
| III- CONTROLE | 61 |
|----------------------------|----|

| | |
|--|-----------|
| CHAPITRE XI : MISE EN ŒUVRE DE LA COUCHE DE BASE | 63 |
| I- COUCHE DE BASE GCNT 0/31⁵..... | 63 |
| II- MISE EN ŒUVRE..... | 63 |
| III- COMPACTAGE | 63 |
| IV- CONTROLE INTERIEUR | 64 |
| V- PLANCHE D'ESSAI POUR LA COUCHE DE BASE..... | 65 |
| CHAPITRE XII: MISE EN ŒUVRE DE LA COUCHE D'IMPRENATION..... | 66 |
| I- COUCHE D'IMPRENATION..... | 66 |
| II- MISE EN ŒUVRE..... | 66 |
| III- COMPACTAGE | 66 |
| IV- CONTROLE INTERIEUR | 67 |
| CHAPITRE XIII: MISE EN ŒUVRE DE LA COUCHE D'ACCROCHAGE | 68 |
| CHAPITRE XIV: MISE EN ŒUVRE DE LA COUCHE DE ROULEMENT EN BÉTON BITUMINEUX | 69 |
| I- COUCHE DE ROULEMENT EN BÉTON BITUMINEUX | 69 |
| II- PRÉPARATION AVANT LA MISE EN ŒUVRE | 69 |
| III- REPENDAGE | 69 |
| IV- ATELIER DE COMPACTAGE | 70 |
| V- MISE EN ŒUVRE COUCHE DE ROULEMENT | 70 |
| VI- MOYEN DE FABRICATION DU TAPIS ENROBES FABRICATION DES ENROBES | 70 |
| VII- PRÉPARATION DES ENGEGATS..... | 70 |
| VIII- MALAXAGE | 71 |
| IX- BÉTON ASPHALTIQUE | 71 |
| X- PRÉPARATION DU GRAVIER..... | 71 |
| XI- COMPACTAGE..... | 71 |
| XII- PLANCHE D'ESSAI | 71 |
| XIII- CONTROLE INTERIEUR | 72 |
| CHAPITRE XV: MISE EN ŒUVRE DES OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT..... | 76 |
| I- OUVRAGE D'ASSAINISSEMENT | 76 |
| I-1: FOSSE DE PIED | 76 |
| I-1-1: Fossé en terre..... | 76 |
| I-1-2: Fossé maçonné..... | 76 |
| I-2: LES OUVRAGES DE DECHARGES | 76 |
| I-2-1: Buse..... | 76 |
| I-2-2: Dalot | 77 |
| I-2-3: Curages des dalots et des buses | 78 |
| II- OUVRAGE DE PROTECTION..... | 78 |

| | |
|--|-----------|
| II-1: GABION | 78 |
| II-2: LES ENROCHEMENTS | 78 |
| CHAPITRE XVI : LES DIFFERENTES ESSAI LORS DE L'EXECUTION DES TRAVAUX ROUTIER DE LA RNS 5A | 80 |
| I- ESSAI D'ECRASEMENT | 80 |
| 1- BUT DE L'ESSAI : | 80 |
| 2- APPAREILLAGES | 80 |
| 3- MODE OPERATOIRE..... | 80 |
| 4- DETERMINATION DE LA RESISTANCE EN MPa : | 81 |
| II- ESSAI DE CONE D'ABRAMS | 82 |
| III- ESSAI CBR (CALIFORNIAN BEARING RATIO): | 82 |
| 1- APPAREILLAGE SPECIFIQUE : | 82 |
| 2- APPAREILLAGE D'USAGE COURANT..... | 83 |
| III- ESSAI PROCTOR: | 85 |
| 1- APPAREILLAGE | 85 |
| 2- MODE OPERATOIRE..... | 85 |
| IV- ESSAIS SUR LES MATERIAUX ROCHEUX..... | 87 |
| IV-1 ESSAI LOS ANGELES (LA) : | 87 |
| IV-2 ESSAI MICRO DEVAL EN PRESENCE D'EAU (MDE) : | 88 |
| 1. Mode opératoire | 88 |
| 2- Interprétation | 89 |
| PARTIE III EVALUATION DU COUT DU PROJET ET ETUDE D'IMPACTS ENVIRONEMENTAUX..... | 89 |
| CHAPITRE XVII : DEVIS DESCRIPTIF..... | 1 |
| I- SERIE A 000 : INSTALLATION ET REPLI DU CHANTIER..... | 1 |
| I- 1 PRIX 001 : INSTALLATION PROVISOIRE DU CHANTIER..... | 1 |
| I-2 PRIX 002 : UNE STATION DE BROYAGE..... | 1 |
| I-3 PRIX 00 3 : UNE STATION DE MALAXAGE D'ASPHALTE | 1 |
| I-4 PRIX 004 : EVACUATION DE LA STATION DE BROYAGE | 1 |
| I-5 PRIX 005: EVACUATION DE LA STATION DE MALAXAGE D'ASPHALTE | 1 |
| I- 6 PRIX 006 : EVACUATION DE L'INSTALLATION PROVISOIRE DU CHANTIER | 2 |
| II- SERIE A 100 : PREPARATION | 2 |
| II- 1 PRIX 101 : LA MISE EN PROPRE DES BORDS EN FONDATION ET ABATAGE DES ARBRES | 2 |
| II-2 PRIX 102 : ABATTAGE DES ARBRES, LE PERIMETRE A UN METRE DE LA SURFACE ROUTIER $\geq 1M$ | 2 |
| II- 3PRIX 103 : ELIMINATION DE LA COUCHE POURRIE EPAISSEUR DE 20CM..... | 2 |
| II-4 PRIX 104 : ENLEVEMENT DU BETON OU DEMONTAGE DU TUBE METALLIQUE, EVACUATION ET REJET..... | 2 |
| II- 5 PRIX 105 : DEMONTAGE DES TRAVAUX D'EXTREMITE ET PUIT DE BETON..... | 2 |
| II- 6 PRIX 106 : DEMONTAGE DES TRAVAUX D'EXTREMITE ET MASSE DE MAÇONNERIE. | 2 |
| II- 7 PRIX 107 : DEMOLITION DES TRAVAUX EXISTANT | 3 |
| II- 8 PRIX 108 : DEMONTAGE ET ABANDONS DES POTEAUX EXISTANT | 3 |
| III- SERIE A200 : TERRASSEMENTS..... | 3 |
| III-1 PRIX 201 : REMBLAI EN PROVENANCE D'EMPRUNT | 3 |
| III-2 PRIX 202 : EXCAVATION DES ROCHES | 3 |
| III-3 PRIX 203 : ECROUTEMENT DU REVETEMENT EXISTANT AVEC LA MOYENNE DE 15CM..... | 3 |

| | |
|---|-----------|
| III-4 PRIX 20 4 : FOUILLE DE REMBLAI AUX LIMITES DU TRAÇAGE ROUGE | 4 |
| III-5 PRIX 20 5 : REMBLAI DE MAUVAISE TERRE..... | 4 |
| III-6 PRIX 20 6: TERRASSEMENT, FORMAGE ET COMPACTAGE DE LA COUCHE DE FONDATION ROUTIERE... | 4 |
| III-7 PRIX 20 7: SOMME RAJOUTE POUR COMPLETER LE FRAIS DE TRANSPORT SUPERIEUR A 1 KM AU COURS DU REMBLAI D'EMPRUNT | 4 |
| IV- SERIE A300 : REVETEMENT ROUTIER..... | 5 |
| IV-1 PRIX 301: MATERIAUX POUR PISTES FLINGUEES ET RISBERMES | 5 |
| IV -2 PRIX 302: MATERIAUX NATURELS POUR L'ASSIETTE DE FONDATION | 5 |
| IV-3 PRIX 303: MATERIAUX NATURELS POUR L'ASSIETTE DE BASE..... | 5 |
| IV -4 PRIX 304: BASE DE ROCHE DE RAIL..... | 5 |
| IV-5 PRIX 305: COUCHE FILTRANTE A ASPHALTE FLUIDIFIE | 5 |
| IV-6 PRIX 306: COUCHE FILTRANTE A ASPHALTE GRAVIER..... | 5 |
| IV- 7 PRIX 307: COUCHE SUPERIEURE..... | 5 |
| IV- 8 PRIX 308: COUCHE D'USURE EN BETON D'ASPHALTE (5CM)..... | 5 |
| IV-9 PRIX 309: SOMME ADDITIONNEL DUE AU TRANSPORT DE 301, 302, 303 SUPERIEURE A 2KM | 5 |
| V- SERIE A 400: DRAINAGE ET PROTECTION..... | 6 |
| V-1 PRIX 401: DRAINAGE..... | 6 |
| V-2 PRIX 402: FOSSE TRIANGULAIRE DE TYPE A | 6 |
| V-3 PRIX 403: FOSSE TRIANGULAIRE DE TYPE B..... | 6 |
| V-4 PRIX 404: FOSSE TRIANGULAIRE DE TYPE C..... | 6 |
| V-5 PRIX 404: TROTTOIR DE PASSANT AU DESSUS DE FOSSE TYPE A | 6 |
| V-6 PRIX 405: TROTTOIR DE PASSANT AU DESSUS DE FOSSE TYPE B | 6 |
| V-7 PRIX 406: FOSSE EN HAUT DE TYPE D | 7 |
| V-8 PRIX 407: FOSSE EN HAUT DE TYPE D1 | 7 |
| V-9 PRIX 408: DEGORGEOR POUR TOUTES LES CONDITIONS GEOLOGIQUE | 7 |
| V-10 PRIX 409: PONCEAU EN CADRE EN BETON ARME | 7 |
| V-11 SERIE 410 : TUBE EN BETON ARME | 7 |
| V-12 SERIE 411 : CORPS PRINCIPAL DU PONCEAU EN CADRE EN BETON ARME | 7 |
| V-13 SERIE 412:TRAVAUX D'EXTREMITE ET FOSSE POUR TUBE EN BETON ARME | 9 |
| V-16 PRIX 415: RIDEAU ETANCHE EN MAÇONNERIE | 14 |
| V-17 PRIX 416: MUR DES SOUTENEMENTS EN CAGE | 14 |
| V-18 PRIX 417: MUR DES SOUTENEMENTS EN BETON ARME DE HAUTEUR DE 2.5M..... | 14 |
| V-19 PRIX 418: MUR DES SOUTENEMENTS EN BETON ARME DE HAUTEUR DE 3M..... | 14 |
| V-20 PRIX 419: MUR DES SOUTENEMENTS EN BETON ARME DE HAUTEUR DE 5M..... | 14 |
| V-21 PRIX 420: PROTECTION | 14 |
| V-22 PRIX 421: TRAVAUX DE PROTECTION EN MAÇONNERIE | 14 |
| V-23 PRIX 421: FOSSE EN BLOC DE PIERRE | 14 |
| V-24 PRIX 422: FOSSE EN MAÇONNERIE | 14 |
| V-25 PRIX 423: FOSSE AVEC PREFABRIQUE | 15 |
| V- 26 PRIX 424: TRAVAUX D'EXTREMITE A LA FOSSE SUPERIEURE DES TRAVAUX DE REMBLAI | 15 |
| V- 27 PRIX 425: TRAVAUX DE COLLECTE D'EAU A LA FOSSE SUPERIEURE DES TRAVAUX DE REMBLAI | 15 |
| V- 28 PRIX 426: PIERRE DE FOSSE AUX MASSES DE CHAUSSEE..... | 15 |
| V- 29 PRIX 427: PIERRE DE ROUTE DU TABLE DE ROTATION DE TYPE 3..... | 15 |
| V-30 PRIX 428: PROTECTION DE PENTE REMBLAYEE POUR SOL POURRI, AVEC EPAISSEUR DE 20CM | 15 |
| V-31 PRIX 429: ENHERBEMENT AUX PENTES | 15 |
| V-32 PRIX 430: REVETEMENT DE PROTECTION AVEC VEGETATION..... | 15 |
| VI- SERIE A500SECURITE SIGNALISATION..... | 15 |
| VI- 1 PRIX 501 : RAMBARDE EN ACIER DE SECURITE DE TYPE GS2 TYPE | 15 |
| VI- 2. PRIX 502 : RAMBARDE EN ACIER DE SECURITE DE TYPE GS4 TYPE | 15 |
| VI-.3. PRIX 503 : LIGNE DE PEINTURE EN HUILE CONTINU, LARGEUR DE 12CM | 16 |

| | |
|---|-----------|
| VI- 4 PRIX 504: LIGNE DE PEINTURE EN HUILE CONTINU, LARGEUR DE 18CM | 16 |
| VI- 5 PRIX 505: MARQUAGE DE NON UTILISATION DE L'HUILE PARAFFINE | 16 |
| VI- 6 PRIX 506 : PANNEAU DE SIGNAL DU TYPE A | 16 |
| VI- 7 PRIX 507 : PANNEAU DE SIGNAL DU TYPE AB4 | 16 |
| VI- 8 PRIX 508 : PANNEAU DE SIGNAL DU TYPE B | 17 |
| VI- 9 PRIX 509 : PANNEAU DE SIGNAL DU TYPE D21B | 17 |
| VI- 10 PRIX 510 : PANNEAU DE SIGNAL DU TYPE D42 | 17 |
| VI- 11 PRIX 511 : PANNEAU DE SIGNAL A L'ENTREE ET A LA SORTIE DE LA VILLE | 18 |
| VI- 12 PRIX 512 : PANNEAU DE RIVIERE | 18 |
| VI- 13 PRIX 513 : PANNEAU DE SIGNAL DU TYPE15 | 18 |
| VI- 14 PRIX 513 : PANNEAU DE SIGNAL DU TYPE15A | 19 |
| VI- 15 PRIX 513 : JALONNEMENT KILOMETRIQUE | 19 |
| VII. SERIE 600 MESURES ENVIRONNEMENTALES..... | 19 |
| VII.1. PRIX 601 : AMENAGEMENT DES SITES DE DEPOT | 19 |
| VII.2. PRIX 602 : FERMETURE DES GITES | 19 |
| VII.3. PRIX 603 : FERMETURE DES CARRIERES | 20 |
| VIII. SERIE B200 TRAVAUX DE PROTECTION ET MAINTENANCE..... | 20 |
| VIII.1. PRIX 201 : PROTECTION DE REMBLAI EN MAÇONNERIE AVEC DES PIERRES | 20 |
| VIII. 2 PRIX 202 : MUR DE SOUTENEMENT | 20 |
| VIII.3 PRIX 203: PROTECTION DE BASE AVEC PIERRE COLLEES A L'AIDE DU MORTIER | 20 |
| VIII.4 PRIX 204: DEGAGEMENT DE LIT DE RIVIERE | 20 |
| CHAPITRE XVIII : DEVIS QUANTITATIF | 22 |
| CHAPITRE XIX : DEVIS ESTIMATIF | 27 |
| I. SOUS DETAILS DES PRIX UNITAIRES | 27 |
| I.1. DETERMINATION DU COEFFICIENT DE DEBOURSE K1 | 27 |
| I.2. DETERMINATION DU RENDEMENT ET DE LA DEBOURSE | 28 |
| II. DETAIL QUANTITATIF ET ESTIMATIF | 28 |
| CHAPITRE XX : ETUDE D'IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX | 38 |
| I-1. INTRODUCTION : | 38 |
| I-2. ANALYSES DES IMPACTS PREVISIBLES DES RUES : | 38 |
| I-2-1. IMPACTS POSITIFS : | 38 |
| I-2-2. IMPACTS NEGATIFS: | 38 |
| I-3. EVALUATION DES MESURES ENVIRONNEMENTALES : | 38 |
| I-3-1. MESURES DE COMPENSATION DES IMPACTS POSITIFS : | 39 |
| I-3-2. MESURES D'ATTENUATION DES IMPACTS NEGATIFS : | 39 |
| I-4. PLAN DE GESTION ENVIRONNEMENTAL : | 39 |
| I-4-1. CONTROLE DES TRAVAUX : | 39 |
| I-4-2. SUIVI ENVIRONNEMENTAL : | 40 |
| CONCLUSION GENERALE | 43 |
| BIBLIOGRAPHIE | 44 |
| LISTE DES ANNEXES..... | A |

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1. SCHEMA D'ITINERAIREetSCHEMA D'AMENAGEMENT

Annexe 2. PLANNING D'EXECUTION

Annexe 3. SOUS DETAIL DE PRIX

Annexe 4. ABAQUE DE DIMENSIONNEMENT DES CHAUSSEES A
MADAGASCAR

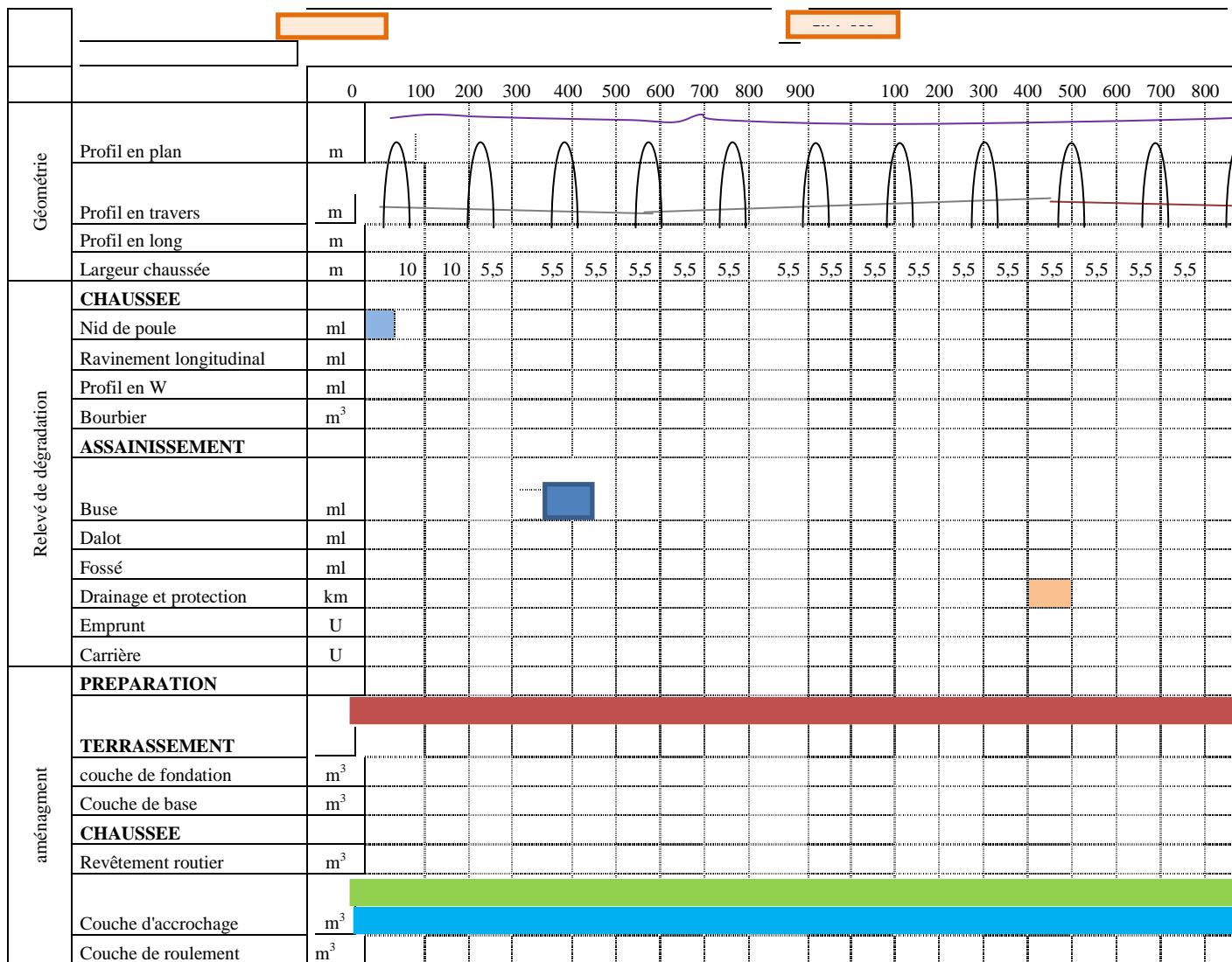
Annexe 5. ABAQUE DE DIMENSIONNEMENT DE DALOT

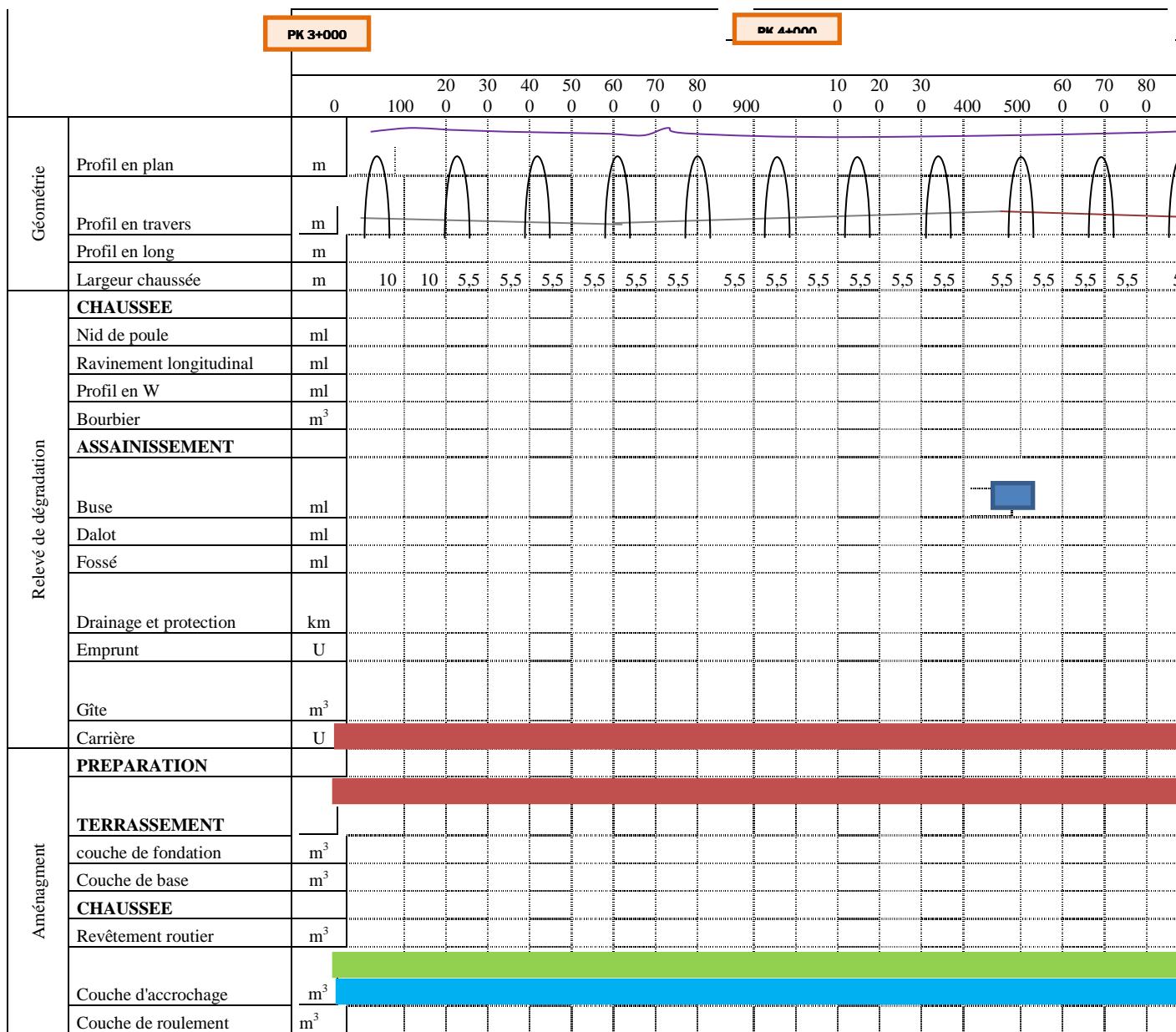
Annexe 6. ABAQUE DE SECTION NOMINALE DE BARRE

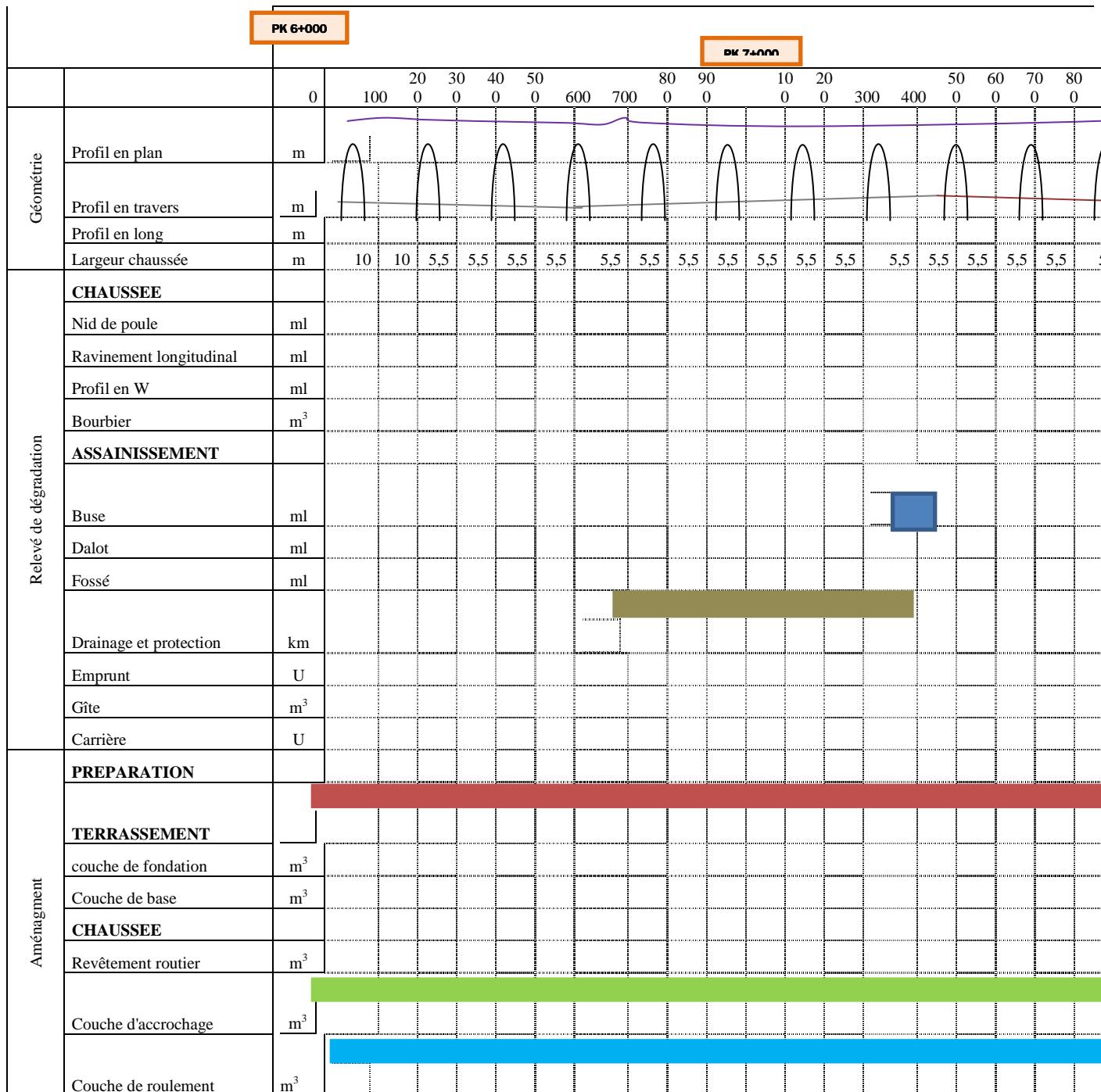
Annexe 7. VALEUR DE β , ET k EN FONCTION DE μ_1

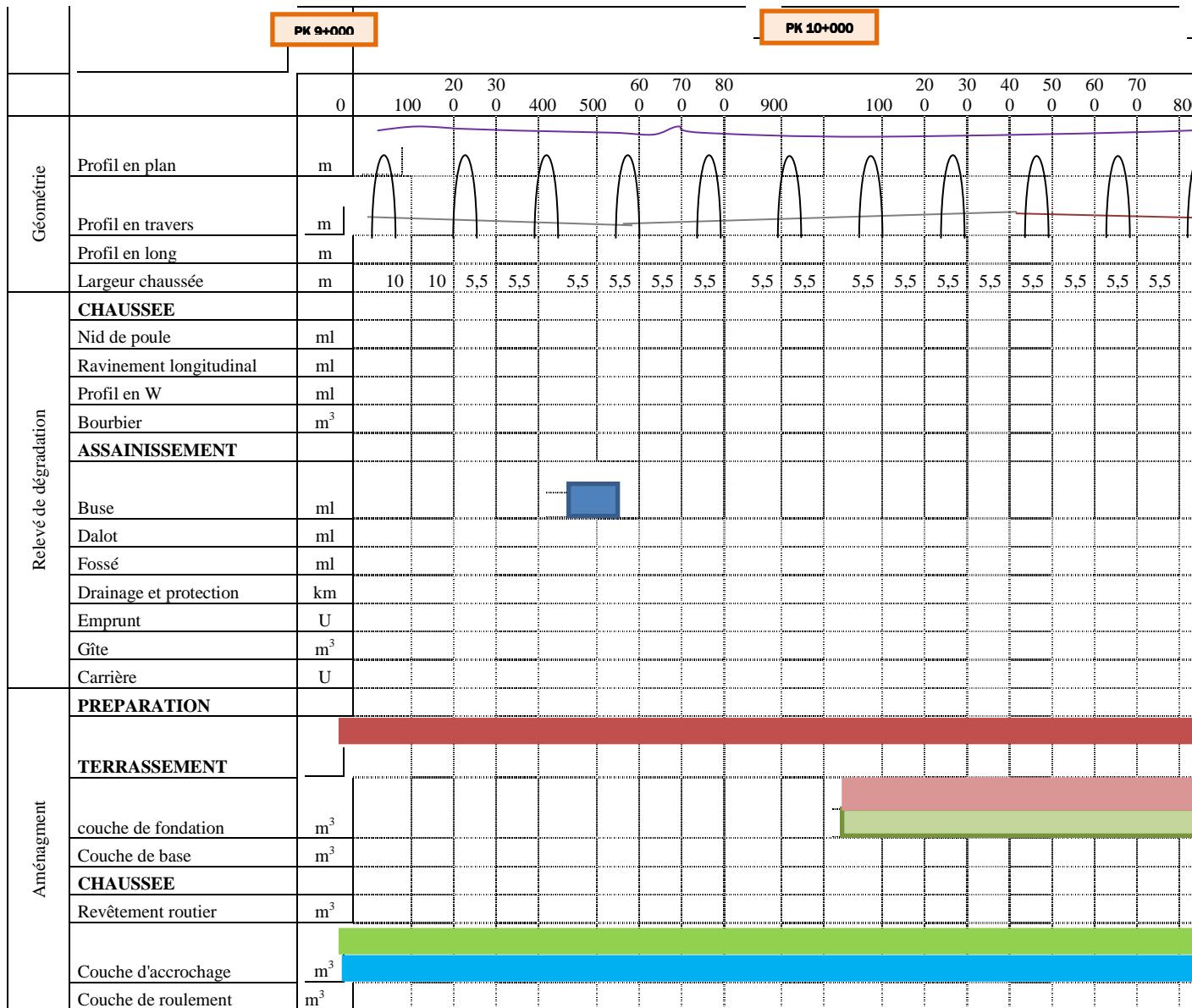
Annexe 8. TABLEAU D ETALONNAGE CBR

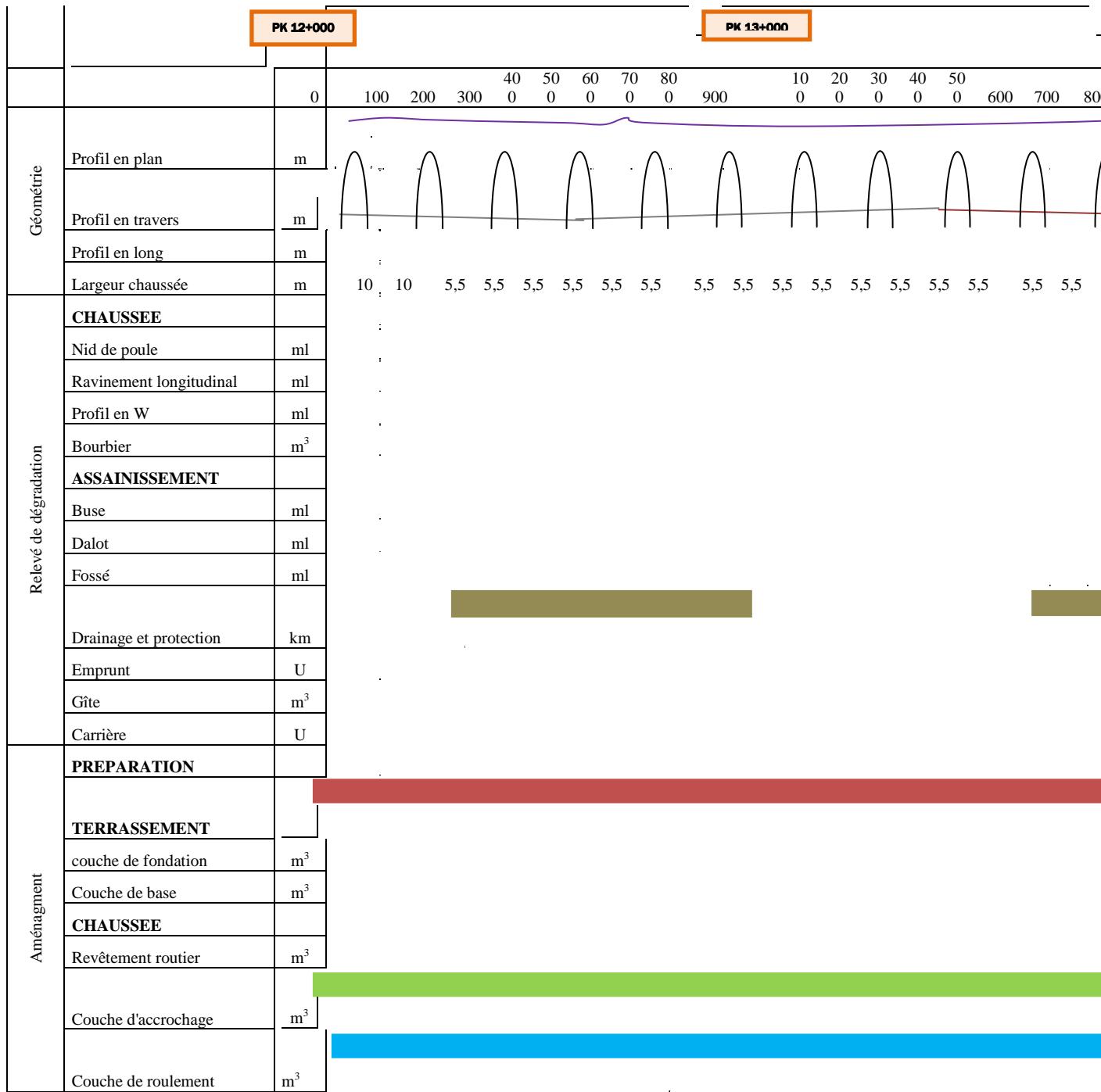
Annexe 1. SCHEMA D'ITINERAIRE ET D'AMENAGEMENT











Annexe 2. PLANNING D'EXECUTION

Annexe 3. SOUS DETAIL DE PRIX

Annexe 3. SOUS DETAIL DE PRIX

Excavation du sol meuble

Rendement 500 K₁ 1 ,40
(m³/j)

| COMPOSANTE DES PRIX | | | COUTS DIRECTS | | | DEPENSES DIRECTS(Ar) | | | Tot (Ar) |
|--------------------------|----|--------------|---------------|-----|---------------|----------------------|-------|-----------------|-----------------|
| Désignation | U | Qté | U | Qté | PU(Ar) | Matériel | MO | Matériaux | |
| Matériels | | | | | | | | | |
| Camion à bennes | U | 9 | H | 6 | 97 500,00 | 5 265 000,00 | | | 5 265 000,00 |
| Bouteur | U | 3 | H | 2 | 200 000,00 | 1 200 000,00 | | | 1 200 000,00 |
| Pelle mécanique | U | 3 | H | 2 | 100 000,00 | 600 000,00 | | | 600 000,00 |
| Citerne arroseur | U | 3 | H | 1 | 150 000,00 | 450 000,00 | | | 450 000,00 |
| Niveleuse | U | 2 | H | 2 | 130 000,00 | 520 000,00 | | | 520 000,00 |
| Rouleau à jante | U | 2 | H | 1 | 92 000,00 | 184 000,00 | | | 184 000,00 |
| Pompe à eau | U | 4 | H | 1 | 20 000,00 | 80 000,00 | | | 80 000,00 |
| Groupe électrogène | U | 4 | H | 1 | 53 000,00 | 212 000,00 | | | 212 000,00 |
| | | | | | | | TOTAL | 8 511 000,00 | |
| Mains d'œuvre | | | | | | | | | |
| Terrassier | Hj | 5 | H | 1 | 1 000,00 | 5 000,00 | | | 5 000,00 |
| Conducteur d'engin | Hj | 10 | H | 1 | 2 000,00 | 20 000,00 | | | 20 000,00 |
| Conducteur de camions | Hj | 12 | H | 4 | 1 730,00 | 83 040,00 | | | 83 040,00 |
| Conducteur de travaux | Hj | 1 | H | 1 | 2 500,00 | 2 500,00 | | | 2 500,00 |
| Chef de chantier | Hj | 1 | H | 1 | 875,00 | 875,00 | | | 875,00 |
| Chef d'équipe | Hj | 1 | H | 4 | 700,00 | 11 200,00 | | | 11 200,00 |
| Maneuvres | Hj | 8 | H | 8 | 625,00 | 40 000,00 | | | 40 000,00 |
| | | | | | | | TOTAL | 162 615,00 | |
| TOTAL DES DEBOURSES | | 8 673 615,00 | | | | | | | |
| PU | | 24286.12 | | | | | | | |
| Arrondi à | | 24286 | | | | | | | |

SOUS DETAIL DU PRIX 403: BETON ARME B1 DOSE A 350 KG/ M³.

Prix 403

Béton Arme B1 dosé à 350 kg/ m³.

Rendement 12m³/j K₁ 1,40
(m³/j)

| COMPOSANTE DES PRIX | | | COUTS DIRECTS | | | DEPENSES DIRECTS(Ar) | | | Tot |
|-------------------------|----------------|--------------|---------------|------|-----------|----------------------|------------|-----------|--------------|
| Désignation | U | Qté | U | Qté | PU(Ar) | Matériel | MO | Matériaux | |
| Matériels | | | | | | | | | |
| Bétonnière | U | 1 | H | 1 | 80 000,00 | 80 000,00 | | | |
| pervibrateur | U | 1 | H | 1 | 50 000,00 | 50 000,00 | | | |
| lot de petits matériaux | fft | 1 | H | 1 | 1 000,00 | 1 000,00 | | | |
| | | | | | | | | | 131 000,00 |
| Mains d'œuvre | | | | | | | | | |
| chef de chantier | Hj | 1 | H | 1 | 4 000,00 | | 4 000,00 | | |
| conducteur de travaux | Hj | 1 | H | 1 | 4 500,00 | | 4 500,00 | | |
| chef d'équipe | Hj | 1 | H | 8 | 3 000,00 | | 24 000,00 | | |
| OS | Hj | 2 | H | 8 | 1 800,00 | | 28 800,00 | | |
| MO | Hj | 4 | H | 8 | 800,00 | | 25 600,00 | | |
| | | | | | | | | | 86 900,00 |
| Matériaux | | | | | | | | | |
| gravillon | m ³ | 0,85 | H | 10,2 | 60 000,00 | | 612 000,00 | | |
| Ciment | Kg | 1,58 | | 1896 | 500,00 | | 948 000,00 | | |
| sable | m ³ | 0,45 | | 5,4 | 10 000,00 | | 54 000,00 | | |
| | | | | | | | | | 1 614 000,00 |
| TOTAL DES DEBOURSES | | 1 831 900,00 | | | | | | | |
| PU | | 213721,66 | | | | | | | |
| Arrondi à | | 213722 | | | | | | | |

SOUS DETAIL DU PRIX407: FOSSE MAÇONNE.

Prix 407

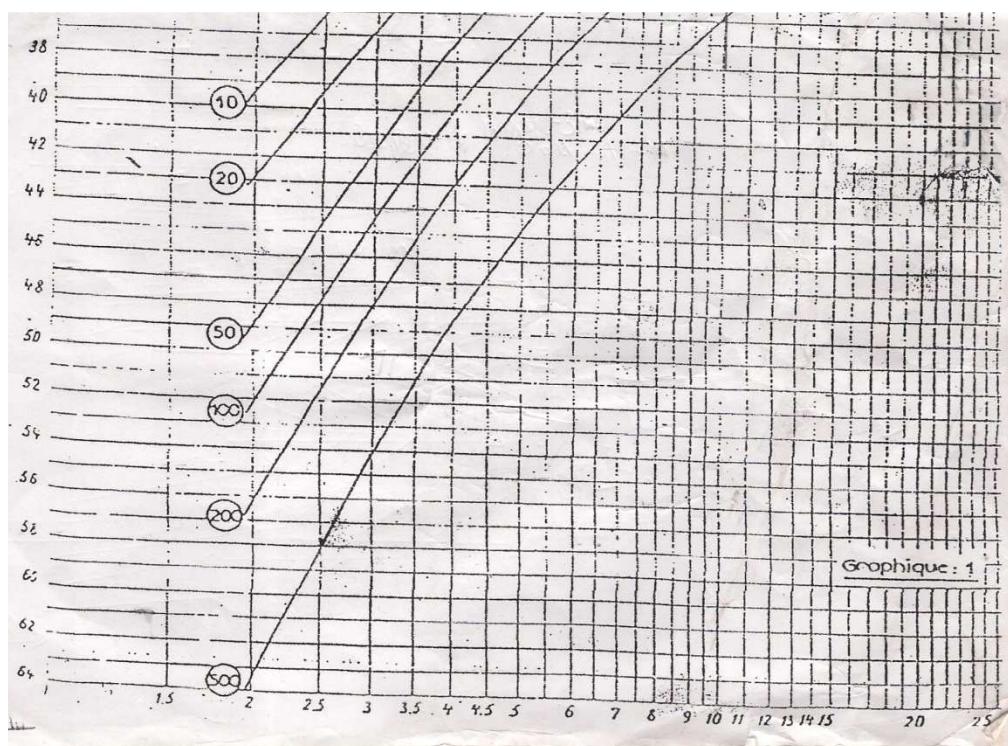
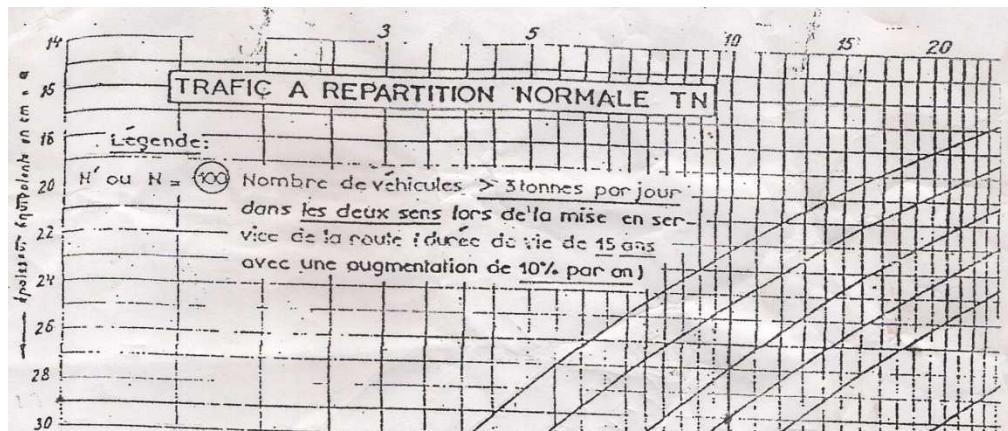
Fosse maçonne

Rendement 20m³/j K₁ 1,40
(m³/j)

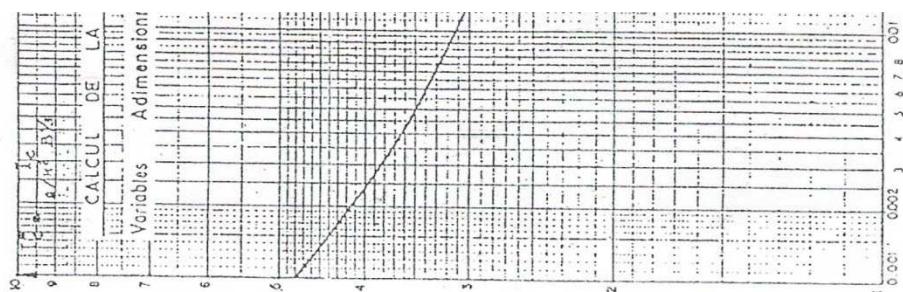
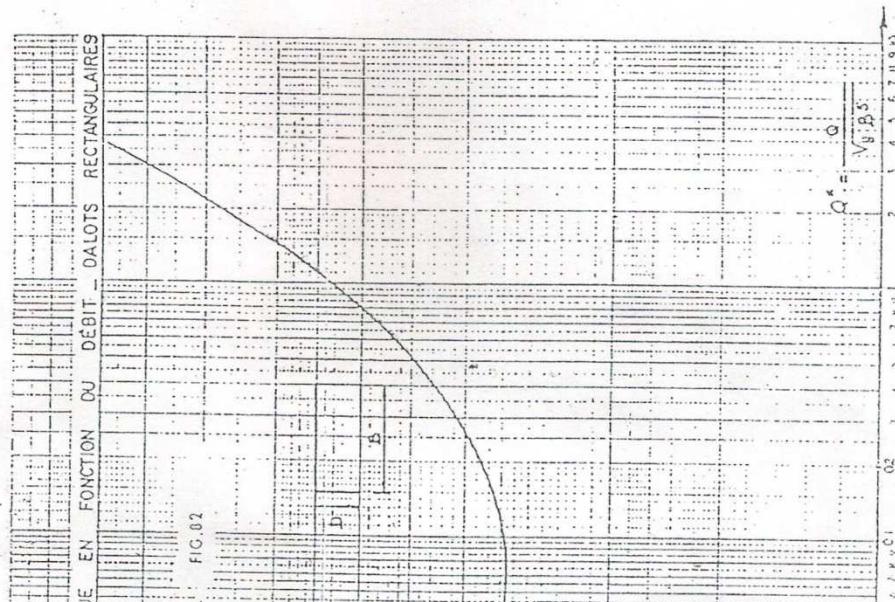
| COMPOSANTE DES PRIX | | | COUTS DIRECTS | | | DEPENSES DIRECTS(Ar) | | | Tot |
|----------------------------|----------------|--------------|----------------|------|-----------|----------------------|-----------|------------|--------------|
| Désignation | U | Qté | U | Qté | PU(Ar) | Matériel | MO | Matériaux | |
| Matériels | | | | | | | | | |
| Lot de petits matériaux | fft | 1 | fft | 1 | 45 000,00 | 45 000,00 | | | 45 000,00 |
| Main d'œuvre | | | | 1 | | | | | |
| chef de chantier | hj | 1 | hj | 2 | 4 000,00 | | 4 000,00 | | |
| conducteur de travaux | hj | 1 | | 2 | 4 500,00 | | 9 000,00 | | |
| chef d'équipe | hj | 1 | hj | 8 | 3 000,00 | | 24 000,00 | | |
| OS | hj | 2 | hj | 8 | 1 800,00 | | 28 800,00 | | |
| MO | hj | 18 | hj | 8 | 800,00 | | | | 181 000,00 |
| Matériaux | | | | | | | | | |
| Moellen | m ³ | 88 | m ³ | 1760 | 300,00 | | | 528 000,00 | |
| ciment | m | 90 | m | 1800 | 500,00 | | | 900 000,00 | |
| sable | Kg | 0,3 | Kg | 6 | 10 000,00 | | | 60 000,00 | |
| | | | | | | | | | 1 488 000,00 |
| TOTAL DES DEBOURSES | | 1 714 000,00 | | | | | | | |
| PU | | 119980,00 | | | | | | | |
| Arrondi à | | 119980,00 | | | | | | | |

Annexe 4. ABAQUE DE
DIMENSIONNEMENT DES
CHAUSSEES A MADAGASCAR

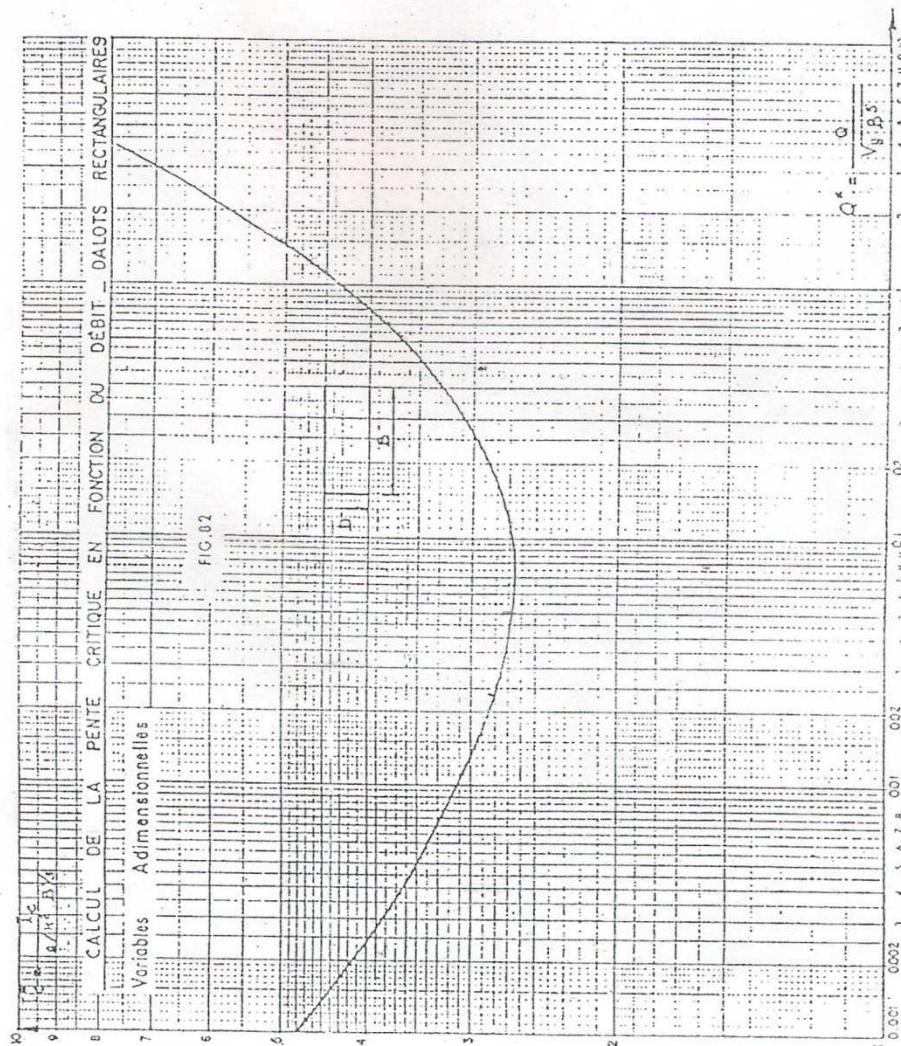
Annexe 4. ABAQUE DE
DIMENSIONNEMENT DES CHAUSSEES
A MADAGASCAR



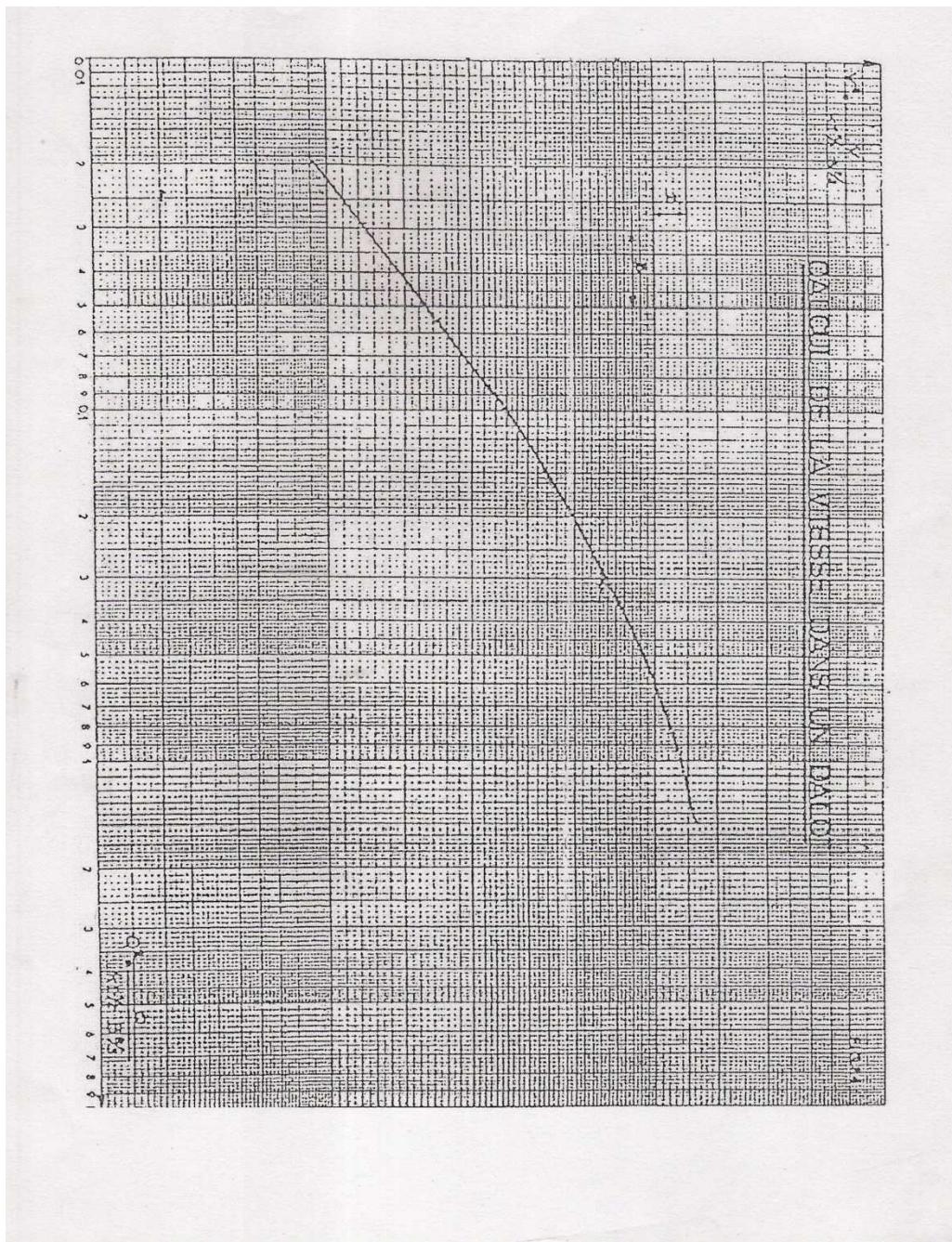
Annexe 5. ABAQUE DE
DIMENSIONNEMENT DE DALOT

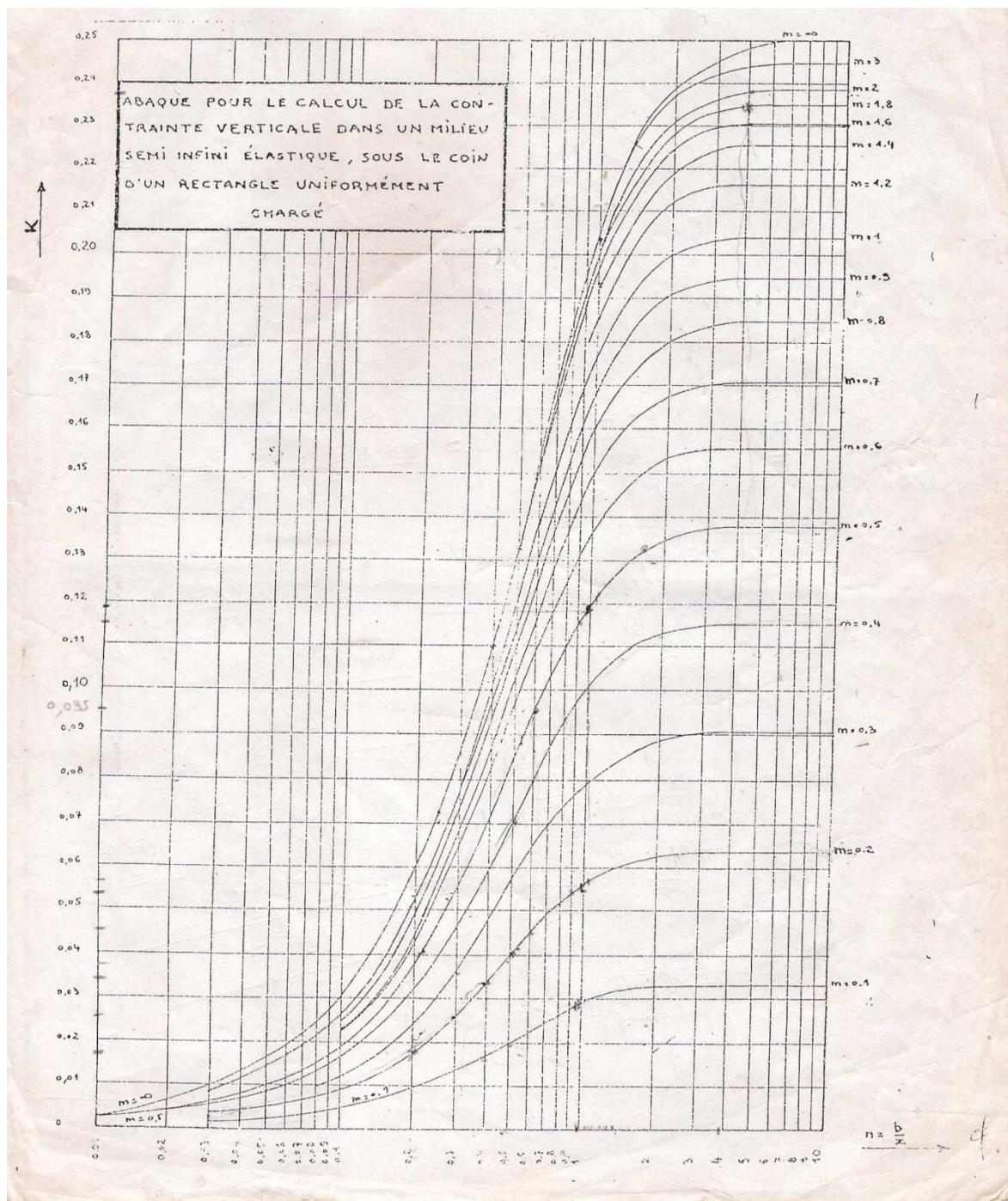


Calcul de la pente critique en fonction du débit, Dalots rectangulaires.



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





Annexe 6. ABAQUE DE SECTION
NOMINALE DE BARRE

Annexe 7. VALEUR DE β , ET k EN FONCTION DE μ_1

| μ_1 | β_1 | k | ρ_1 | μ_1 | β_1 | k | ρ_1 | μ_1 | β_1 | k | ρ_1 |
|---------|-----------|-------|----------|---------|-----------|-------|----------|---------|-----------|-------|----------|
| 0,5222 | 0,680 | 1,600 | 76,90 | 0,0394 | 0,770 | 0,148 | 5,12 | 0,0087 | 0,860 | 0,048 | 1,01 |
| 0,4498 | 0,682 | 1,382 | 65,95 | 0,0381 | 0,772 | 0,144 | 4,93 | 0,0084 | 0,862 | 0,047 | 0,97 |
| 0,3940 | 0,684 | 1,215 | 57,61 | 0,0368 | 0,774 | 0,140 | 4,76 | 0,0081 | 0,864 | 0,046 | 0,94 |
| 0,3498 | 0,686 | 1,082 | 51,00 | 0,0356 | 0,776 | 0,137 | 4,59 | 0,0078 | 0,866 | 0,045 | 0,90 |
| 0,3139 | 0,688 | 0,975 | 45,63 | 0,0344 | 0,778 | 0,133 | 4,43 | 0,0075 | 0,868 | 0,044 | 0,87 |
| 0,2842 | 0,690 | 0,886 | 41,19 | 0,0333 | 0,780 | 0,129 | 4,27 | 0,0072 | 0,870 | 0,043 | 0,83 |
| 0,2591 | 0,692 | 0,812 | 37,45 | 0,0322 | 0,782 | 0,126 | 4,12 | 0,0070 | 0,872 | 0,042 | 0,80 |
| 0,2377 | 0,694 | 0,746 | 34,26 | 0,0312 | 0,784 | 0,123 | 3,98 | 0,0067 | 0,874 | 0,041 | 0,77 |
| 0,2193 | 0,696 | 0,691 | 31,51 | 0,0302 | 0,786 | 0,120 | 3,84 | 0,0064 | 0,876 | 0,039 | 0,73 |
| 0,2032 | 0,698 | 0,642 | 29,11 | 0,0292 | 0,788 | 0,117 | 3,70 | 0,0061 | 0,878 | 0,038 | 0,70 |
| 0,1890 | 0,700 | 0,600 | 27,00 | 0,0282 | 0,790 | 0,114 | 3,58 | 0,0059 | 0,880 | 0,037 | 0,67 |
| 0,1764 | 0,702 | 0,562 | 25,13 | 0,0273 | 0,792 | 0,111 | 3,45 | 0,0057 | 0,882 | 0,037 | 0,65 |
| 0,1652 | 0,704 | 0,528 | 23,47 | 0,0265 | 0,794 | 0,108 | 3,33 | 0,0055 | 0,884 | 0,036 | 0,62 |
| 0,1551 | 0,706 | 0,498 | 21,97 | 0,0256 | 0,796 | 0,105 | 3,22 | 0,0052 | 0,886 | 0,035 | 0,59 |
| 0,1460 | 0,708 | 0,472 | 20,63 | 0,0248 | 0,798 | 0,103 | 3,11 | 0,0050 | 0,888 | 0,034 | 0,57 |
| 0,1378 | 0,710 | 0,446 | 19,41 | 0,0240 | 0,800 | 0,100 | 3,00 | 0,0048 | 0,890 | 0,033 | 0,54 |
| 0,1303 | 0,712 | 0,423 | 18,30 | 0,0232 | 0,802 | 0,097 | 2,90 | 0,0046 | 0,892 | 0,032 | 0,53 |
| 0,1233 | 0,714 | 0,403 | 17,28 | 0,0225 | 0,804 | 0,095 | 2,80 | 0,0044 | 0,894 | 0,031 | 0,49 |
| 0,1170 | 0,716 | 0,384 | 16,35 | 0,0218 | 0,806 | 0,093 | 2,70 | 0,0042 | 0,896 | 0,030 | 0,47 |
| 0,1112 | 0,718 | 0,366 | 15,49 | 0,0211 | 0,808 | 0,091 | 2,61 | 0,0040 | 0,898 | 0,029 | 0,45 |
| 0,1058 | 0,720 | 0,350 | 14,70 | 0,0204 | 0,810 | 0,088 | 2,52 | 0,0038 | 0,900 | 0,029 | 0,43 |
| 0,1008 | 0,722 | 0,335 | 13,97 | 0,0197 | 0,812 | 0,086 | 2,43 | 0,0034 | 0,905 | 0,027 | 0,39 |
| 0,0962 | 0,724 | 0,321 | 13,29 | 0,0191 | 0,814 | 0,084 | 2,35 | 0,0030 | 0,910 | 0,025 | 0,33 |
| 0,0919 | 0,726 | 0,308 | 12,65 | 0,0185 | 0,816 | 0,082 | 2,27 | 0,0026 | 0,915 | 0,023 | 0,29 |
| 0,0878 | 0,728 | 0,296 | 12,06 | 0,0179 | 0,818 | 0,080 | 2,19 | 0,0020 | 0,920 | 0,021 | 0,25 |
| 0,0840 | 0,730 | 0,284 | 11,51 | 0,0173 | 0,820 | 0,078 | 2,11 | 0,0020 | 0,925 | 0,019 | 0,22 |
| 0,0840 | 0,732 | 0,273 | 10,99 | 0,0168 | 0,822 | 0,076 | 2,04 | 0,0017 | 0,930 | 0,018 | 0,19 |
| 0,0771 | 0,734 | 0,263 | 10,51 | 0,0162 | 0,824 | 0,075 | 1,97 | 0,0015 | 0,935 | 0,016 | 0,16 |
| 0,0740 | 0,736 | 0,254 | 10,05 | 0,0152 | 0,826 | 0,073 | 1,90 | 0,0012 | 0,940 | 0,015 | 0,13 |
| 0,0710 | 0,738 | 0,245 | 9,62 | 0,0152 | 0,828 | 0,071 | 1,83 | 0,0010 | 0,945 | 0,013 | 0,11 |
| 0,0682 | 0,740 | 0,236 | 9,22 | 0,0147 | 0,830 | 0,069 | 1,77 | 0,0008 | 0,950 | 0,012 | 0,09 |
| 0,0656 | 0,742 | 0,228 | 8,84 | 0,0142 | 0,832 | 0,068 | 1,71 | 0,0007 | 0,955 | 0,010 | 0,07 |
| 0,0630 | 0,744 | 0,221 | 8,47 | 0,0137 | 0,834 | 0,066 | 1,65 | 0,0005 | 0,960 | 0,009 | 0,05 |
| 0,0606 | 0,746 | 0,214 | 8,13 | 0,0133 | 0,836 | 0,065 | 1,59 | 0,0004 | 0,965 | 0,008 | 0,04 |
| 0,0584 | 0,748 | 0,207 | 7,81 | 0,0128 | 0,838 | 0,063 | 1,53 | 0,0003 | 0,970 | 0,007 | 0,03 |
| 0,0582 | 0,750 | 0,200 | 7,50 | 0,0124 | 0,840 | 0,062 | 1,48 | 0,0002 | 0,975 | 0,005 | 0,02 |
| 0,0542 | 0,752 | 0,194 | 7,21 | 0,0120 | 0,842 | 0,060 | 1,42 | 0,0001 | 0,980 | 0,004 | 0,01 |
| 0,0522 | 0,754 | 0,188 | 6,93 | 0,0116 | 0,844 | 0,059 | 1,37 | 0,0000 | 0,990 | 0,002 | 0,00 |
| 0,0504 | 0,756 | 0,182 | 6,66 | 0,0112 | 0,846 | 0,057 | 1,32 | | | | |
| 0,0486 | 0,758 | 0,177 | 6,41 | 0,0108 | 0,849 | 0,056 | 1,27 | | | | |
| 0,0469 | 0,760 | 0,171 | 6,17 | 0,0104 | 0,850 | 0,055 | 1,23 | | | | |
| 0,0453 | 0,762 | 0,165 | 5,94 | 0,0101 | 0,852 | 0,053 | 1,18 | | | | |
| 0,0437 | 0,76 | 0,161 | 5,72 | 0,0097 | 0,854 | 0,052 | 1,14 | | | | |
| 0,0422 | 0,766 | 0,157 | 5,51 | 0,0094 | 0,856 | 0,051 | 1,10 | | | | |
| 0,0408 | 0,768 | 0,153 | 5,31 | 0,0090 | 0,858 | 0,049 | 1,05 | | | | |

Annexe 8. TABLEAU D' ETALONNAGE

CBR

RETVALIA

Valeurs des dizaines de kN

| KN | 10,00 | 20,00 | 30,00 | 40,00 | 50,00 |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|
| mm | 0,807 | 1,67 | 2,55 | 3,445 | 4,355 |

Valeur moyenne: 118,46 N /div.

Tableau d'étalonnage

| mm | kN | mm | kN | mm | kN |
|-------|-------|-------|--------|-------|--------|
| 0,048 | 0,600 | 1,500 | 18,032 | 2,952 | 34,489 |
| 0,097 | 1,200 | 1,548 | 18,592 | 3,000 | 35,029 |
| 0,145 | 1,800 | 1,597 | 19,153 | 3,049 | 35,570 |
| 0,194 | 2,399 | 1,645 | 19,713 | 3,097 | 36,110 |
| 0,242 | 2,999 | 1,694 | 20,268 | 3,145 | 36,651 |
| 0,290 | 3,599 | 1,742 | 20,818 | 3,194 | 37,192 |
| 0,339 | 4,199 | 1,790 | 21,368 | 3,242 | 37,732 |
| 0,387 | 4,799 | 1,839 | 21,918 | 3,290 | 38,273 |
| 0,436 | 5,399 | 1,887 | 22,468 | 3,339 | 38,814 |
| 0,484 | 5,999 | 1,936 | 23,018 | 3,387 | 39,354 |
| 0,532 | 6,598 | 1,984 | 23,568 | 3,436 | 39,897 |
| 0,581 | 7,198 | 2,032 | 24,117 | 3,484 | 40,429 |
| 0,629 | 7,798 | 2,081 | 24,667 | 3,532 | 40,960 |
| 0,677 | 8,398 | 2,129 | 25,217 | 3,581 | 41,492 |
| 0,725 | 8,998 | 2,178 | 25,767 | 3,629 | 42,024 |

| | | | | | |
|-------|--------|-------|--------|-------|--------|
| 0,968 | 11,866 | 2,419 | 28,510 | 3,920 | 45,214 |
| 1,016 | 12,427 | 2,468 | 29,082 | 3,968 | 45,746 |
| 1,065 | 12,987 | 2,516 | 29,623 | 4,016 | 46,278 |
| 1,113 | 13,548 | 2,565 | 30,163 | 4,065 | 46,810 |
| 1,161 | 14,108 | 2,613 | 30,704 | 4,113 | 47,341 |
| 1,210 | 14,669 | 2,661 | 31,245 | 4,161 | 47,873 |
| 1,258 | 15,229 | 2,710 | 31,785 | 4,210 | 48,405 |
| 1,307 | 15,790 | 2,758 | 32,326 | 4,258 | 48,937 |
| 1,355 | 16,350 | 2,807 | 32,867 | 4,307 | 49,468 |
| 1,403 | 16,911 | 2,855 | 33,407 | 4,355 | 50,000 |
| 1,452 | 17,471 | 2,903 | 33,948 | | |

1 div. seuil = 0,01 mm

COORDONNEES DE L'AUTEUR

Nom: RAKOTOJAONA

Prénoms: ANDRY TIANA

Adresse : Lot 0906 C 60 ANTSIRABE 110

Téléphone : 033 .87 .099. 92 /034. 504 .61. 87

Email : andryhafari@gmail.com

Facebook : andrytiana .rakotojaona.9@facebook.com



THEME

« ETUDE DU PROJET D'AMENAGEMENT DE LA RNS5A ENTRE AMBIOLOBE ET VOHEMAR DU PK 00+000 AU PK20+436 »

Nombre de pages : 116

Nombre de figures : 09

Nombre de photos : 11

Nombre de tableaux : 48

RESUME

Ce mémoire de fin d'étude concerne l'étude du projet d'aménagement de la Route Nationale Secondaire n°5 A partant du carrefour de la RN P 6 à Ambilobe jusqu'à la commune Urbaine de Vohemar .Un réseau routier qui mérite bien l'intention des autorités ,du fait du coupure de la route pendant la saison des pluies et la forte production des vanilles de cette région .La structure ancienne de la route est de la chaussées en terre .Pour des raisons économiques et politique il a été décidé que la chaussée du trace sera une route en Béton Bitumineux Mince .

Rubrique : Route en revêtu

Mots clés : Aménagement, assainissement, Béton Bitumineux Mince.

Rapporteur : Monsieur RANDRIANTSIMBAZAFY Andrianirina