

SOMMAIRE

SOMMAIRE

LISTE DES ANNEXES

LISTE DES TABLEAUX ET DES SCHEMAS

ABREVIATIONS

| | |
|---|----|
| INTRODUCTION GENERALE..... | 01 |
| PREMIERE PARTIE : APERÇU ECONOMIQUE..... | |
| Introduction..... | 03 |
| Plan général..... | 04 |
| Plan de situation..... | 05 |
| Chapitre I : Présentation générale..... | 06 |
| I.1- Historique et localisation..... | 06 |
| I.2- Conditions naturelles..... | 06 |
| I.3- Les caractéristiques socio-économiques de la zone étudiée..... | 06 |
| I.4- Les impacts du projet..... | 08 |
| I.5- Zone d'influence..... | 09 |
| | 10 |
| Chapitre II : Etude socio-économique..... | |
| II.1- La population 1997..... | 10 |
| II.2- Economie..... | 11 |
| II.3- Prévision de production..... | 12 |
| II.4- Bilan de production et de consommation..... | 15 |
| Conclusion..... | 16 |
| DEUXIEME PARTIE : ASSAINISSEMENT..... | |
| Introduction..... | 17 |
| Chapitre 1 : Les eaux pluviales..... | 18 |
| I.1- Généralités..... | 18 |
| I.2- Ajustement mathématique..... | 18 |
| I.3- Calcul des débits..... | 21 |
| Chapitre II : Les eaux usées..... | 25 |
| II.1- Généralités..... | 25 |
| II.2- Hypothèse de calcul..... | 25 |
| II.3- Débit de pointe..... | 26 |
| | 27 |
| Chapitre III : Dimensionnement des ouvrages hydrauliques..... | |
| III.1- Généralités..... | 27 |
| III.2- Calcul des débits par axes et par tronçons..... | 27 |
| III.3- Les canalisations..... | 28 |
| III.4- Les dalots..... | 29 |
| III.5- Les buses..... | 30 |
| Conclusion..... | 32 |

TROISIEME PARTIE : ETUDE DE REHABILITATION DE LA CHAUSSEE

| | |
|---|----|
| Introduction..... | 33 |
| Chapitre I : Généralités..... | 34 |
| Chapitre II : Auscultation de chaussée..... | 35 |
| II.1- Généralités..... | 35 |
| II.2- Historique..... | 35 |
| II.3- Reconnaissance de l'itinéraire..... | 35 |
| II.4- Contribution de la topographique à la réhabilitation de chaussée..... | 39 |
| Chapitre III : Solutions proposées..... | 44 |
| III.1- Choix de section homogène et choix de solution..... | 44 |
| | 47 |
| Chapitre IV : Dimensionnement des corps et chaussées..... | |
| IV.1- Chaussées existantes..... | 47 |
| IV.2- Trafic..... | 47 |
| | |
| IV.3- Matériaux..... | 52 |
| IV.4-Dimensionnement des épaisseurs de chaussée..... | 53 |
| Conclusion..... | 61 |

QUATRIEME PARTIE: ESTIMATION DES COUTS.....

| | |
|---|----|
| Introduction..... | 62 |
| Chapitre I : Devis descriptifs - Origines des prix..... | 63 |
| I.1- Terrassement..... | 63 |
| I.2- Assainissement..... | 63 |
| I.3- Chaussée..... | 65 |
| Chapitre II: Devis quantitatifs..... | |
| II.1-Terrassement..... | 67 |
| II.2-Assainissement..... | 68 |
| II.3-Chaussée..... | 69 |
| Chapitre III: Détail estimatif..... | |
| III 1-Terrassement..... | 73 |
| III.2-Assainissement..... | 73 |
| III.3-Chaussée..... | 74 |
| Récapitulation des coûts..... | 75 |
| <i>Conclusion</i> | 76 |
| <i>CONCLUSION GENERALE</i> | 77 |
| <i>BIBLIOGRAPHIE</i> | |
| <i>SCHEMAS D'ITINERAIRE</i> | |
| <i>ANNEXE</i> | |

LISTE DES ANNEXES

| | |
|--------------------|--|
| <i>Annexe n°1</i> | <i>Estimation de la consommation aux horizons 1992-1997-2015</i> |
| <i>Annexe n°2</i> | <i>Calcul d'approvisionnement des productions et les productions destinées à la vente</i> |
| <i>Annexe n°3</i> | <i>Dépouillement de pluviogramme</i> |
| <i>Annexe n°4</i> | <i>Valeur de $\varphi(\gamma)$</i> |
| <i>Annexe n°5</i> | <i>Ajustement statistique par la loi de PEARSON ET GUMBEL</i> |
| <i>Annexe n°6</i> | <i>Tests d'ajustement</i> |
| <i>Annexe n°7</i> | <i>Calcul des paramètres a et b de la fonction $H(t) = \frac{at}{(b+t)^n}$</i> |
| <i>Annexe n°8</i> | <i>Coefficient de ruissellement</i> |
| <i>Annexe n°9</i> | <i>Calcul de temps de concentration et $I(t_c)$ [mm/H]</i> |
| <i>Annexe n°10</i> | <i>Calcul des débits d'eaux pluviales</i> |
| <i>Annexe n°11</i> | <i>Calcul des débits des eaux usées</i> |
| <i>Annexe n°12</i> | <i>Vérification de dimensionnement de canalisation</i> |
| <i>Annexe n°13</i> | <i>Calcul de dalot type</i> |
| <i>Annexe n°14</i> | <i>Calcul d'une buse type</i> |
| <i>Annexe n°15</i> | <i>Calcul des quantités de matériaux pour 1ml de dalot et d'un caniveau couvercle</i> |
| <i>Annexe n°16</i> | <i>Sous détail des prix</i> |
| <i>Annexe n°17</i> | <i>Calcul de cotes des points du profil en travers (axe n°4)</i> |
| <i>Annexe n°18</i> | <i>Comptage fait sur le lieu</i> |
| <i>Annexe n°19</i> | <i>Détail de calcul des contraintes radiales σ_r et des contraintes de compression σ_z</i> |
| <i>Annexe n°20</i> | <i>Profil en travers type</i> |
| <i>Annexe n°21</i> | <i>Ouvrage de franchissement dalot type</i> |

LISTE DES TABLEAUX ET DE SCHEMAS

| | |
|---------------|---|
| SCHEMA N° 1 | Plan général |
| SCHEMA N° 2 | Plan de situation |
| SCHEMA N° 3 | Fondation en sable (chaussée en pavé) |
| SCHEMA N° 4 | Fondation en GCNT 0/31 ⁵ (chaussée en pavé) |
| SCHEMA N° 5 | Fondation en béton (chaussée en pavé) |
| SCHEMA N° 6 | Choix de notre fondation |
| TABLEAU N° 1 | Statistique des cinq dernières années des activités du TPLA |
| TABLEAU N° 2 | Démographie de la population de la Commune d'Antehiroka |
| TABLEAU N° 3 | Taux de croissance de la population |
| TABLEAU N° 4 | Estimation de la population dans 15ans |
| TABLEAU N° 5 | Les productions et les superficies cultivées |
| TABLEAU N° 6 | Nombre des espèces dans les 4 années |
| TABLEAU N° 7 | Prévision de production d'agriculture |
| TABLEAU N° 8 | Prévision de production d'élevage |
| TABLEAU N° 9 | Bilan de production et de consommation d'agriculture |
| TABLEAU N° 10 | Bilan de production et de consommation d'élevage |
| TABLEAU N° 11 | Hauteurs maximales annuelles de pluie d'après les différents ajustements |
| TABLEAU N° 12 | Hauteurs maximales annuelles de pluie d'après les différents ajustements |
| TABLEAU N° 13 | Calcul des débits par axes et par tronçons |
| TABLEAU N° 14 | Vérification de dimensionnement des dalots à proposer |
| TABLEAU N° 15 | Vérification de dimensionnement des buses existantes |
| TABLEAU N° 16 | Les ouvrages d'arts |
| TABLEAU N° 17 | Calcul des cotes de l'axe de la chaussée axe n°4 (R ₂₀ -Hôpital) |
| TABLEAU N° 18 | Carnet de levé topographique (R ₂₀ - Hôpital) |
| TABLEAU N° 19 | Estimation de taux d'accroissement annuel au bout de 15ans |
| TABLEAU N° 20 | Calcul des coefficients d'agressivité |
| TABLEAU N° 21 | Prévision du trafic supérieur à 3 tonnes |
| TABLEAU N° 22 | Caractéristiques de matériaux meubles |
| TABLEAU N° 23 | Adhésivité de matériaux rocheux |
| TABLEAU N° 24 | Epaisseurs équivalentes |
| TABLEAU N° 25 | Epaisseurs des couches |
| TABLEAU N° 26 | Vérification des contraintes |
| TABLEAU N° 27 | Devis quantitatif arage-débroussaillage |
| TABLEAU N° 28 | Devis quantitatif déblai ordinaire |
| TABLEAU N° 29 | Devis quantitatif remblai provenant du déblai |
| TABLEAU N° 30 | Devis quantitatif remblai d'emprunt |
| TABLEAU N° 31 | Devis quantitatif assainissement |
| TABLEAU N° 32 | Devis quantitatif ouvrages des buses |
| TABLEAU N° 33 | Devis quantitatif dalots |
| TABLEAU N° 34 | Devis quantitatif quantités des matériaux de tous les dalots |

| | |
|---------------|--|
| TABLEAU N° 35 | Devis quantitatif canalisation non couvercle |
| TABLEAU N° 36 | Devis quantitatif canalisation couvercle |
| TABLEAU N° 37 | Devis quantitatif scarification |
| TABLEAU N° 38 | Devis quantitatif épaulements |
| TABLEAU N° 39 | Devis quantitatif couche de fondation en sable |
| TABLEAU N° 40 | Devis quantitatif couche de base en CGNT 0/31 ⁵ |
| TABLEAU N° 41 | Devis quantitatif couche de roulement EDC |
| TABLEAU N° 42 | Devis quantitatif imprégnation |
| TABLEAU N° 43 | Devis quantitatif pavé |
| TABLEAU N° 44 | Devis quantitatif bordure jet d'eau |
| TABLEAU N° 45 | Devis quantitatif rechargement des accotements |
| TABLEAU N° 46 | Devis quantitatif du terrassement |
| TABLEAU N° 47 | Devis quantitatif de l'assainissement |
| TABLEAU N° 48 | Devis quantitatif de la chaussée (variante 1) |
| TABLEAU N° 49 | Devis quantitatif de la chaussée (variante 2) |

ABREVIATIONS

| | |
|------------------------------|--|
| LNTPB | <i>Laboratoire National de Travaux Publics et de Bâtiments</i> |
| ESPA | <i>Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo</i> |
| ONG | <i>Organisme non gouvernemental</i> |
| TPLA | <i>Tobi-pahasalamana Loteriana Ambohibao</i> |
| TRI | <i>Taux de Rentabilité Interne</i> |
| PPN | <i>Petit Produit Nécessaire</i> |
| LA | <i>Los Angeles</i> |
| MDE | <i>Micro Derval à l'Eau</i> |
| MDS | <i>Micro Derval à Sec</i> |
| Np | <i>Non plastique</i> |
| Sm/SI | <i>Sable limoneux mal gradué</i> |
| GONF | <i>Gonflement</i> |
| OPM | <i>Optimum Modifier</i> |
| ICBR | <i>Indice Californian Bearing Ratio</i> |
| RRL | <i>Road Research.Lead</i> |
| TN | <i>Trafic Normal</i> |
| TL | <i>Trafic Lourd</i> |
| EDC | <i>Enrobé Dense à Chaud</i> |
| GCNT 0/31⁵ | <i>Grave Concassée Non Traitée 0/31⁵</i> |
| INSTAT | <i>Institut National de la Statistique</i> |

Rapport-Gratuit.com

INTRODUCTION GENERALE

Le développement tant social qu'économique d'une région dépend en grande partie de l'importance de l'infrastructure routière. Partout dans notre Ile, l'enclavement reste un problème nécessitant une solution de la part des autorités compétentes, locale et gouvernementale. Le concours de la population intéressée laisse à désirer. D'ailleurs, une bonne condition d'environnement est relative à une structure routière de base.

Les réseaux routiers dans la Commune urbaine d'Antehiroka, plus spécialement l'axe Ambohibao-Andranoro-Morondava, nécessitent une réhabilitation. Le développement de cette région sur le plan social, artisanal, commercial, industriel et touristique est fortement lié à l'importance de l'infrastructure routière. Ainsi donc, pour parer à toutes dégradations sérieuses ou généralisées voir une coupure de route occasionnée par l'affaissement d'une pile de l'ouvrage, l'urgence sur la réalisation du projet est plus que nécessaire. D'où en dérivent :

- Une bonne liaison inter-quartier
- Une bonne évacuation des produits des campements environnants
- Une satisfaisante dans le transport à distance
- Un attrait facile des touristes, car il n'est pas à oublier qu'Andranoro est parmi les sites touristiques d'Antananarivo.

La stratégie se porte alors sur l'amélioration du tissu routier de la portion intéressée qui visera en même temps le développement social, commercial, artisanal, industriel et touristique de la Commune;

Mais pour aboutir à une telle stratégie, un grand effort doit être apporté à l'ajustement financier telle la consolidation des recettes, la croissance ou la multiplication des ressources.

Des entraves ne sont pas à exclure pour certaines Communes comme celle qui nous intéresse dans notre projet car les dépenses communales sans l'appui de la politique budgétaire à court et à moyen terme resteraient sur des minorités prioritaires.

Face à tout ce qui a été énuméré et devant les réalités existantes, la localité d'Antehiroka tente tout de même de se développer. Elle demande à ce que se réalise son souhait (en d'autres termes) : la réhabilitation de la route, objet du présent mémoire intitulé :

REHABILITATION DE LA ROUTE AMBOHIBAO-ANDRANORO-MORONDAVA- COMMUNE D'ANTEHIROKA.

Ce mémoire se divise en quatre parties :

- La première concerne l'histoire et la localisation de la région en tenant compte de l'aspect socio-économique de la Commune.
- La deuxième est consacrée à l'assainissement surtout dans les problèmes hydrauliques routiers.
- La troisième porte sur l'étude proprement dite de réhabilitation de la chaussée relatant ainsi l'état de la route d'antan, les dégradations récentes et leurs effets respectifs.
- La quatrième étudie au préalable et par priorité un programme en vue des interventions à entreprendre et envisager, selon leurs coûts respectifs, la réalisation des tâches à assumer.

Donc l'accomplissement des travaux dépendra uniquement de la bonne gérance de la Commune de son crédit alloué dès la collecte, jusqu'à la finition des travaux nécessitant la réhabilitation.

PREMIERE PARTIE :

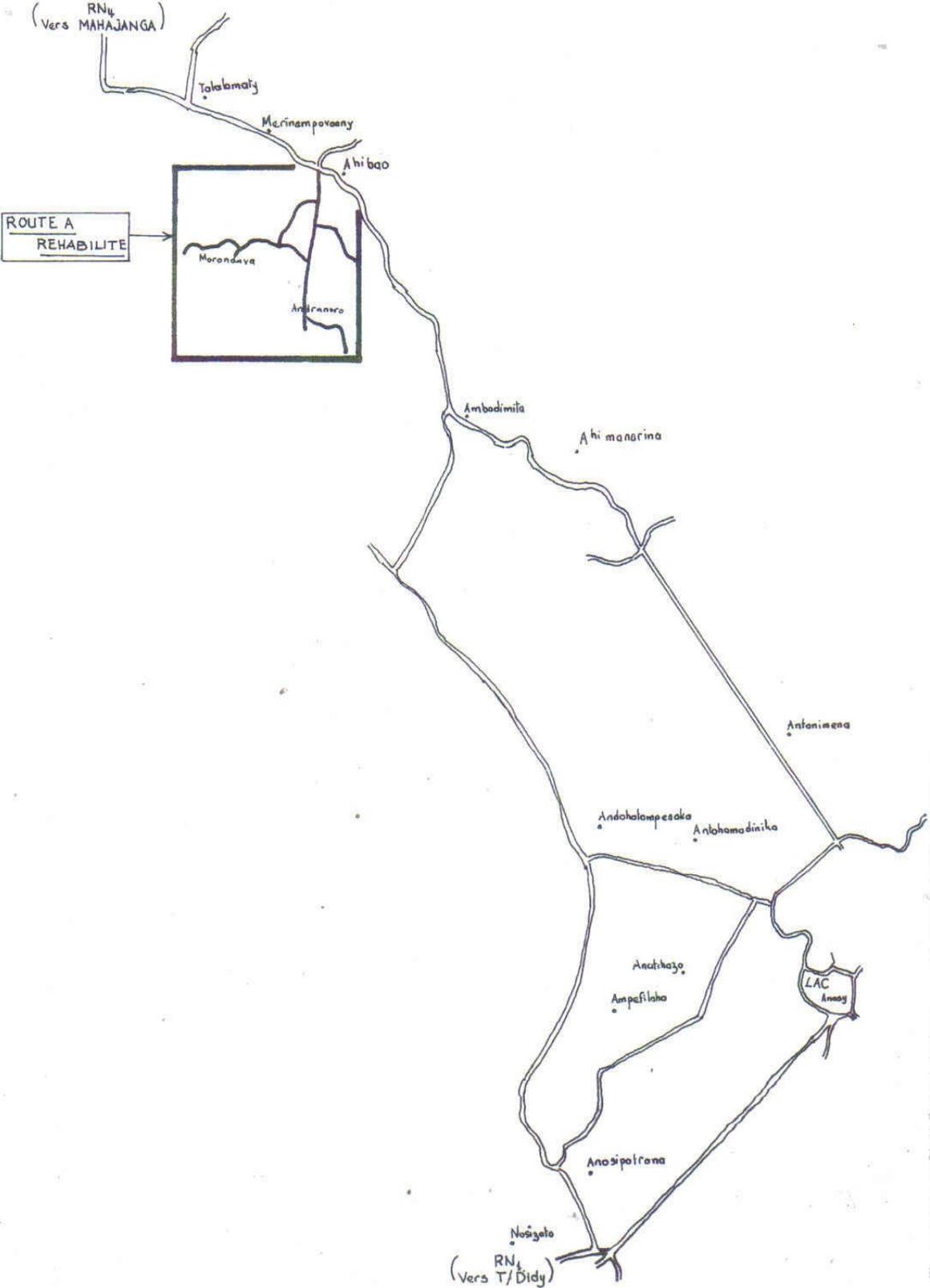
APERCU ECONOMIQUE

INTRODUCTION

Dans cette première partie de notre ouvrage nous allons énumérer au fur et à mesure:

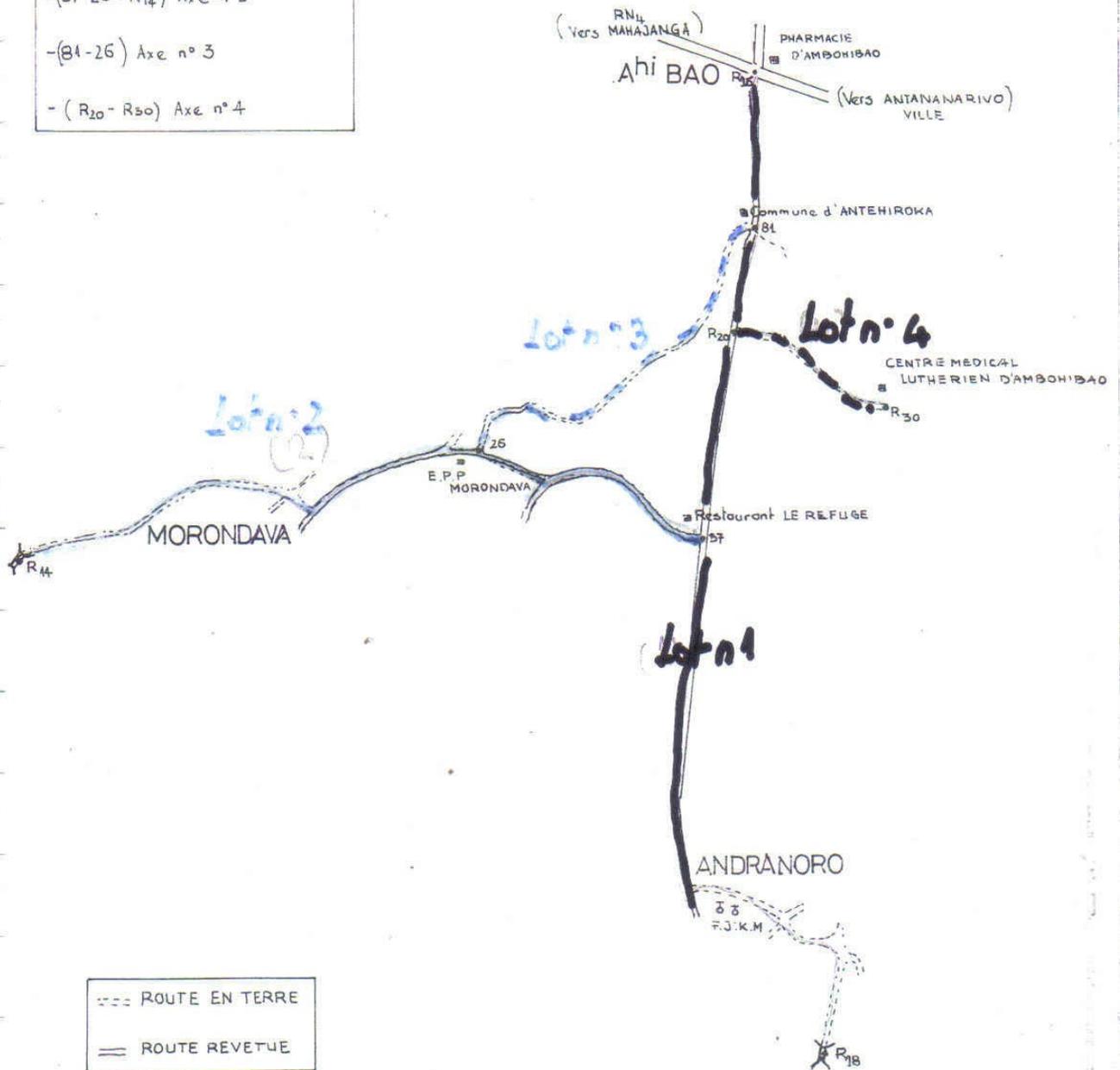
- L'histoire de cette route;
- Sa localisation géographique;
- Ses caractéristiques socio-économiques et touristiques;
- Ses impacts immédiats et impacts à moyen ou à longs termes;
- Etude sur la population dans la contrée avec son évolution respective et ses activités agricole et élevage...

PLAN GENERALE



PLAN DE SITUATION

- (R₁₆ - 81 - R₂₀ - 37 - R₁₈) Axe n° 1
- (37 - 26 - R₁₄) Axe n° 2
- (81 - 26) Axe n° 3
- (R₂₀ - R₃₀) Axe n° 4



- ROUTE EN TERRE
- == ROUTE REVETUE
- REPERE
- INFRASTRUCTURE REMARQUABLE
- ⊕ EGLISE

CHAPITRE PREMIER : PRESENTATION GENERALE

I - 1 - HISTORIQUE ET LOCALISATION

I - 1 - 1 - HISTORIQUE

A l'époque Royale, le Roi Andriarokaroka est l'origine du mot Antehiroka, la commune d'Antehiroka de nos jours.

Les enquêtes permettent d'affirmer que l'administration coloniale avait la volonté de développer cette région en créant une piste reliant Ambohibao-Andranoro-Morondava.

La première république avait réhabilité la piste reliant Ambohibao-Andranoro en chaussée souple avec une couche de macadam 40/70 comme couche de base et d'enrobé dense chaud comme couche de roulement.

Seuls les usagers qui bénéficient directement l'existence de cette route ont pris en charge les entretiens de cette œuvre par exemple : l'Hôpital Luthérien, Le Refuge (Restaurant)

I - 1 - 2 - LOCALISATION

I - 1 - 2 - 1 - INSCRIPTION GÉOGRAPHIQUE DE LA ROUTE

La route d'Ambohibao - Andranoro-Morondava s'inscrit géographiquement entre les parallèles de latitude 18°60' - 19° et des méridiens 47°25'44 - 47°30'. Elle relie les quatre fokontany Ambohibao -Ambohijanaka-Morondava-Andranoro.

Son départ à Ambohibao (carrefour R4) correspond au PK 9+050 environ à partir d'Antananarivo orientée vers le nord.

C'est une route qui assure la liaison d' Ambohibao centre et Andranoro et deux dérivations, l'une vers le centre médical luthérien et l'autre vers Morondava.

I - 2 - CONDITIONS NATURELLES

I - 2 - 1 - RELIEF

Le relief n'est pas trop accidenté, bien que la région se situe à une altitude le plus de 1243m

I - 2 - 2 - HYDROLOGIE

On a relevé une rivière appelée MAMBA. Par conséquent, deux ouvrages de franchissement existent à la fin de l'axe n°1 et de l'axe n°2 respectivement au PK 1+872 et PK 1+255.

Pour l'axe n°1 c'est un pont de 15m et celui du n°2 c'est un pont de 20m. On remarque que l'axe n°1 suit presque la ligne de crête.

I - 3 - LES CARACTÉRISTIQUES SOCIO-ÉCONOMIQUES DE LA ZONE ÉTUDIÉE

I - 3 - 1 - LA SOCIÉTÉ

Presque la moitié du fokontany de la commune a été servie par la route du projet. La population concernée est composée en grande partie par des paysans Merina.

I - 3 - 1 - 1 - SANITAIRE

On relève un centre médical luthérien et un " toby " pour les malades mentaux

a) CENTRE MÉDICAL LUTHÉRIEN D'AMBOHIBAO (TPLA)

1 - MISSION

TPLA a été créé en 1982 par le canal de l'ONG; il a principalement pour mission :

- de faire connaître le Christ comme sauveur et seigneur
- de soigner tous les malades sans discrimination

2 – ACTIVITÉS

Les différentes activités principales peuvent être résumées ainsi :

- dispensaires (consultation, soin, pharmacie);
- laboratoires pouvant assurer les analyses courantes (sang, selle, urine,...);
- radiologie;
- dentisterie (extraction, soins, entretien, prothèse...);
- hôpital (médecine générale, toxicomanie, maternité,...).

Parallèlement aux activités primordiales citées ci-dessus le TPLA entreprend aussi des activités annexes comme :

- PMI et éducation sanitaire;
- planning familial;
- traitement des tuberculeux;
- opération lunette;
- évangélisation et cure d'âme.

Le tableau ci-après présente la statistique des cinq dernières années des activités du TPLA

Tableau n°1

| ANNEES | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | unité statistique |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------|
| Dispensaire | 14961 | 13395 | 15084 | 15484 | 16851 | Malades |
| Laboratoire | 17957 | 17487 | 21898 | 22335 | 23841 | Analyses |
| Radiologie | 2000 | 1537 | 2397 | 2564 | 3011 | Clichés |
| Hôpital | 359 | 324 | 356 | 433 | 498 | Malades |
| Toxicomanie | 59 | 46 | 53 | 64 | 71 | Malades |
| Dentisterie | 7779 | 9997 | 12886 | 13119 | 14013 | Soins dentaires |
| Prothèse | 655 | 731 | 872 | 861 | 955 | Clients |

b – TOBY

1 – MISSION

Il a principalement pour mission de traiter les maladies mentales.

Les enquêtes confirment qu'il y a 157 malades hospitalisés par an dans le Toby.

I - 3 - 1 - 2 – EDUCATION

Selon les données provenant des autorités locales :

- le taux d'alphabétisation s'élève à 97 % ;
- le taux de scolarisation est de 90%.

Généralement les tranches d'âge touchées par la scolarisation se situent entre la classe de 11^{ème} et 3^{ème}. On peut en déduire que la population est dotée d'un minimum d'information.

I - 3 - 1 - 3 - INFRASTRUCTURE SOCIALE EXISTANTE

Dans la commune d'Antehiroka, on recense :

- Un bureau de commune;
- 9 bureaux de fokontany;
- 6 EPP;
- 1 CEG;
- 4 écoles privées secondaires;
- 52 écoles privées secondaires;
- COMEPLAST et SMTP (fabricant de plastique);
- SOVEMA et MADATEX (confection);
- SOGEMA et PIM (fabricant des pierres taillées);
- NET A SEC (nettoyage);
- IVECO (vente auto et pièces détachées);
- TRANSREY (transporteur);

I - 3 - 2 - L'ECONOMIE

Selon nos entretiens avec les autorités locales et nos observations les activités économiques sont classées comme suit :

- 60% de la population pratiquent l'agriculture;
- 22% sont des salariés;
- 18% sont des pratiquants des activités libérales (commerçants ou marchands ambulants).

L'élevage reste une activité secondaire. Le riz, le manioc et le maïs sont les principales productions.

Dans le domaine de l'élevage, on y prélève la liste ci-dessous :

Bovin, porcins, ovins, volailles,...

I - 4 - LES IMPACTS DU PROJET

Ce sous chapitre traite les impacts du projet au niveau de la zone d'intervention et des régions environnantes. Les impacts se présentent sous deux aspects :

- les impacts immédiats
- les impacts à moyen et à longs termes

I - 4 - 1 - LES IMPACTS IMMEDIATS

Dans le cadre de sa réalisation, le projet apportera des emplois à la population (surtout les sujets jeunes). Une bonne circulation des véhicules qui ne provoque pas un gêne pour les usagers (embouteillage).

I - 4 - 2 - LES IMPACTS A MOYEN ET A LONG TERME

I - 4 - 2 - 1 - DESENCLAVEMENT DE LA REGION

a - UN ACCÈS FACILE AUX INFRASTRUCTURES DE BASE

La population accédera aisément dans le centre médical luthérien d'Ambohibao et dans le toby, grâce à la réhabilitation de cette route. Il s'ensuit une diminution du taux de morbidité.

Les jeunes du village peuvent parfaire leurs études secondaires ou universitaires en allant vers la ville. L'amélioration du point de vue tourisme et hôtellerie entraîne des développements économiques de la région. Une telle civilisation engendre des créations des usines ou des sociétés qui amélioreront des infrastructures existantes. La création des nouvelles lignes d'autobus pourra être envisagée.

b - UNE CIRCULATION FLUIDE

La liaison de la commune d'Antehiroka avec les autres régions devient beaucoup plus fréquente et régulière. En effet Antehiroka pourra désormais écouler facilement les produits dans les régions voisines (Talatamaty, Ambohidratrimo,...) et Antananarivo. Ces régions auront facilement la possibilité d'accéder à Antehiroka.

Il en résulte :

- une amélioration des approvisionnements en produits de première nécessité. (PPN);
- une amélioration de la diversion des moyens utilisés pour l'évacuation des produits agricoles et élevages. Les transporteurs et les collecteurs parviennent directement dans cette région.

Par conséquent les intermédiaires vont disparaître progressivement entre les producteurs et les collecteurs entraînant les avantages directs dans les deux camps.

c - ENVIRONNEMENT SOCIAL SÉCURISANT

La sécurité va s'améliorer car les agents de l'ordre public peuvent circuler dans tous les recoins de la région.

d - RÉOUVERTURE DU MARCHÉ DE LA COMMUNE D'ANTEHIROKA

Ce dynamisme peut conduire à la relance du marché de commune d'Antehiroka grâce à la réhabilitation.

I - 5 - ZONE D'INFLUENCE

I - 5 -1- DEFINITION DE LA ZONE D'INFLUENCE

Lorsqu'il s'agit du projet routier "les zones d'influences " ont des importances considérables. Nous définissons cette zone comme étant un ensemble de subdivision administrative ou géographique qui en l'absence de la route (autrement dit, dans la circonstance où celle-ci est non aménagée) se trouve plus ou moins isolée mais par contre en sa présence (autrement dit dans la circonstance où celle-ci soit aménagée) constitue un atout.

La zone d'influence d'une route ou d'un tronçon est celle dans laquelle la construction de la route peut déclencher des effets appréciables.

Elle devrait s'étendre au fur et à mesure du développement de l'aménagement de la route au territoire des collectivités concernées.

I - 5 - 2 - LISTE DE LA ZONE D'INFLUENCE

- Ambohibao;
- Andranoro;
- Morondava;
- Ambohijanahary.

CHAPITRE II - ETUDE SOCIO-ECONOMIQUE

II - 1 - LA POPULATION 1997

La répartition démographique de la population de la commune d'Antehiroka est donnée dans le tableau suivant :

Tableau n°2

| AGES | MASCULIN | FEMININ | TOTAL | POURCENTAGE | CUMUL |
|------------|----------|---------|-------|-------------|-------|
| 0 à 10 | 3001 | 3134 | 6135 | 26 | 26 |
| 10 à 20 | 2968 | 2695 | 5663 | 24 | 50 |
| 20 à 30 | 2191 | 2056 | 4247 | 18 | 68 |
| 30 à 40 | 1465 | 1367 | 2832 | 12 | 80 |
| 40 à 50 | 396 | 548 | 944 | 4 | 85 |
| 50 à 60 | 396 | 548 | 944 | 4 | 85 |
| 60 à 70 | 358 | 586 | 944 | 4 | 92 |
| 70 à 80 | 425 | 283 | 708 | 3 | 99 |
| 80 et plus | 142 | 94 | 236 | 1 | 100 |
| TOTAL | 11785 | 11812 | 23597 | 100 | 100 |

(Source commune ANTEHIROKA (année 1997))

Il en découle de ce tableau que les gens de la commune d'ANTEHIROKA sont constitués par une forte proportion de population jeune. En effet 50% de la population se trouvent dans les tranches d'âge inférieur à 20 ans. Par ailleurs, les habitants de tranches d'âge de 0 à 40 ans englobent les 80% de la population.

II - 1 - 1 - LA DENSITE DE LA POPULATION

La densité de la population exprime le nombre de gens par unité de superficie. La commune d'Antehiroka, 1180 personnes par km². Elle indique une forte densité de la population comparée à la moyenne de 20 personnes par km² au niveau national.

II - 1 - 2 - EVOLUTION DE LA POPULATION 1997-2015

Afin de pouvoir estimer la population aux horizons 1997 et 2015, il est indispensable de connaître les taux de croissance de la population aux périodes déterminés par horizon.

Tableau n°03

| ANNEES | 1997à 2000 | 2000 à 2015 |
|---------------------------------|------------|-------------|
| Taux d'accroissement annuel (%) | 2.76 | 3.18 |

Source Journal officiel de la république de Madagascar N°1755 (spéciale) du 26 juillet 1986.

L'estimation de l'augmentation dans les dits horizons de la population (15 années de projection) est récapitulée dans le tableau ci-après :

Tableau n°04

| | | | |
|----------------------|-------|-------|-------|
| ZONE | 1997 | 2000 | 2015 |
| COMMUNE D'ANTEHIROKA | 23593 | 25601 | 40944 |

II - 2 – ECONOMIE**II - 2 - 1 – AGRICULTURE**

Le tableau suivant récapitule les productions et les superficies cultivées dans la commune d'Antehiroka :

| Tableau n°05 | SUPERFICIES CULTUVEES (Ha) | | | | PRODUCTION (Tonnes) | | | |
|-------------------------------|----------------------------|------|------|------|---------------------|------|------|------|
| | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 |
| ANNEES | | | | | | | | |
| RIZ (en tonne) | 698 | 709 | 674 | 703 | 2233 | 2268 | 2157 | 2250 |
| MAIS (en tonne) | 64 | 66 | 61 | 39 | 25 | 69 | 73 | 62 |
| MANIOC (en tonne) | 124 | 126 | 131 | 128 | 1359 | 1355 | 1159 | 1237 |
| PATATES DOUCES (en tonne) | 21 | 22 | 16 | 14 | 113 | 117 | 116 | 108 |
| POMMES DE TERRE (en tonne) | 3 | 4 | 3 | 3 | 61 | 47 | 61 | 63 |
| ARACHIDES (en tonne) | 14 | 14 | 23 | 18 | 11 | 6 | 9 | 8 |
| HARICOTS (en tonne) | 25 | 27 | 80 | 49 | 21 | 24 | 46 | 45 |

(Source annuaire des statistiques agricoles (1992) (INSTAT))

Il est à noter que les haricots, les pommes de terre et les patates douces sont des cultures contre saison.

La production du riz, de patate et de maïs est destinés en générale pour la consommation locale et les autres sont des cultures destinées à la vente.

II - 2 - 2 – ELEVAGES

Le tableau suivant récapitule le nombre (têtes) de bétail et des volailles dans la commune d' Antehiroka

Tableau n°06

| ANNEES | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 |
|-----------|-------|-------|-------|-------|
| BOVINS | 1239 | 1407 | 1389 | 1319 |
| OVINS | - | 32 | - | 32 |
| VOLAILLES | 13577 | 12382 | 13282 | 16354 |

(Source Annuaire statistique élevage (1992) (INSTAT))

L'élevage est caractérisé par la prédominance de l'élevage des bovins et des volailles. L'élevage des bovins consiste surtout à avoir des bœufs de traits et du fumier (fumier). L'élevage des volailles est une activité secondaire (petit élevage). L'élevage des vaches laitières se heurte à un problème avec l'insuffisance de terrain pour le pâturage (espace verte).

II - 3 - PREVISION DE PRODUCTION

Les estimations des productions agricoles et élevages aux horizons 1992 à 2015 sont représentées par ce sous chapitre.

Ceci consiste à estimer l'accroissement de la production compte tenu des contraintes et opportunités existantes.

Comme l'agriculture est l'activité dominante, l'analyse portera sur ce domaine, on peut classer en trois catégories la nature des activités agricoles de la région :

- les cultures sur tanety constituées par la production du manioc et de la pomme de terre;
- Les cultures contre saison constituées par la production des haricots;
- les cultures vivrières destinées à l'autoconsommation comme le riz, la patate et le maïs.

La surface cultivable est presque la même que celle de la surface cultivée.

On prend comme hypothèse que le taux de croissance de la production est nul mais le taux de croissance de la consommation admis étant celui du plan quinquennal 1986-1990 qui est de 3%.

II - 3 - 2 - PREVISION DE PRODUCTION D'ELEVAGE

Tableau n°08

| ANNEES | | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|----------------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ESPECES (Têtes) | TAUX (%) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <u>BOVINS</u> | 0,7 | 1394 | 1404 | 1414 | 1424 | 1434 | 1444 | 1454 | 1464 | 1474 | 1485 | 1495 | 1505 | 1516 | 1527 | 1537 | 1548 |
| OVINS | 2,4 | 1139 | 1166 | 1194 | 1223 | 1252 | 1282 | 1313 | 1345 | 1377 | 1410 | 1444 | 1478 | 1514 | 1550 | 1587 | 1626 |
| VOLAILLES | 7 | 28099 | 30066 | 32170 | 34422 | 36832 | 39410 | 42169 | 54121 | 48279 | 59659 | 55275 | 59144 | 63284 | 67714 | 72454 | 77526 |

II - 4 - BILAN DE PRODUCTION ET DE CONSOMMATION

Il s'agit de faire la différence entre la production et la consommation Bilan = Σ production (durée du projet 15 ans) - Σ consommation (durée du projet 15 ans).

On résume sous forme des tableaux représentés ci-après le bilan de production et de consommation de notre projet. Le détail de calcul est représenté en annexe n°2.

II - 4 - 1 - AGRICULTURES

Tableau n°09

| PRODUITS | APPROVISIONNEMENTS DANS 15 Ans (Tonnes) | PRODUCTIONS DESTINEES A LA VENTE (Tonnes) |
|----------------|--|---|
| RIZ | 16.248 | 0 |
| MANIOC | 3.593 | 613 |
| PATATE DOUCE | 15.379 | 0 |
| POMME DE TERRE | 92.130 | 0 |
| ARACHIDE | 1.138 | 0 |
| HARICOT | 4.653 | 0 |
| MAIS | 10.038 | 0 |

II - 4 - 2 - ELEVAGES

Tableau n°10

| ESPECES | PRODUCTION (Têtes) |
|-----------|--------------------|
| BOVINS | 22.219 |
| OVINS | 21.900 |
| VOLAILLES | 792.335 |

CONCLUSION

L'étude dans cette première partie devrait aboutir à l'évaluation du taux de rentabilité interne (T.R.I) du projet, c'est-à-dire la conclusion sur l'économie du projet. Malheureusement la société concernée dans ce projet ne veut pas publier ses chiffres d'affaire, ainsi la commune intéressée qui bénéficiera de l'existence de ce projet n'a pas en main les données nécessaires (ristournes, impôts, recettes publiques, etc.)

Les études socio-économiques précédentes, les comptages faits sur les lieux, les malades reçus au T.P.L.A et ceux de patients du TOBY, les infrastructures existantes dans la région, confirment que la réhabilitation de cette route est nécessaire.

Rapport-Gratuit.com

DEUXIEME PARTIE :

ASSAINISSEMENT

INTRODUCTION

Les problèmes d'assainissement sont d'actualité surtout dans les grandes villes.

Toutes submersions de la route par les eaux ont des conséquences dommageables.

D'une part, parce que cela constitue un gêne, voire un obstacle à la circulation des véhicules et d'autre part, parce que la submersion du corps de la chaussée et des accotements entraîne des dégradations dues à l'écoulement (érosion...), des imbibitions des couches de chaussées qui en réduisent la portance.

L'assainissement de la route a pour but d'évacuer rapidement et sans stagnation les eaux de pluie et les eaux usées, par voie hydraulique, le plus vite possible, c'est-à-dire de maintenir la chaussée hors de l'eau.

Dans ce deuxième chapitre nous aurons le dimensionnement des ouvrages de collecte et les canalisations.

Il y a trois types des eaux à évacuer dans l'assainissement urbain : les eaux pluviales, les eaux usées et les eaux industrielles qui sont négligeables du fait d'absence d'industrie dans le secteur étudié.

Il y a plusieurs types de système d'assainissement tels que système séparatif, système unitaire, système pseudo-séparatif.

Dans notre cas, on préfère le système unitaire, car celui-ci s'impose lorsqu'il n'y a pas de possibilité de concevoir économiquement un réseau d'eaux pluviales de surface, si la rivière ou les cours d'eaux éloignés des points de collecte, lorsque les pentes de terrain sont légèrement faibles, ce qui impose de grosse section aux réseaux d'égouts séparatifs.

CHAPITRE PREMIER : LES EAUX PLUVIALES

I - 1 - GENERALITES

Parmi les facteurs d'influence, le facteur pluviométrie est sans doute celui qui est le plus délicat à cerner. En effet, il résulte de l'analyse de phénomènes essentiellement aléatoires, dont les caractéristiques varient dans le temps, dans l'espace, mais aussi tout au long de la manifestation de l'événement pluvieux.

En hydrologie urbaine, la pluviométrie est caractérisée suivant l'étendue du phénomène, suivant son intensité mesurée sur des durées prédéterminées (15 mn, 30 mn, une heure, etc.) et suivant la fréquence probable du retour de l'événement.

La pluviométrie se manifeste sous la forme de précipitation liquide (pluies) ou solide (neige, verglas, grêle). Ces précipitations peuvent être brèves (pluies ou averses à caractère orageux) ou persistantes (pluie des climats océaniques tempérés).

L'origine des précipitations relève du processus de la condensation de la vapeur d'eau contenue dans l'air à des attitudes qui varient en fonction de l'ambiance du milieu (pression, température, etc.) et des divers mouvements auxquels sont soumises les masses gazeuses dans l'atmosphère :

- mouvement de haut en bas de subsidence
- mouvement de bas en haut ou d'ascendance.

Ces mouvements au sein de l'atmosphère prennent des formes et des proportions infiniment variables dans le temps et dans l'espace.

La précipitation est aussi caractérisée par sa hauteur, en général, on exprime en mm.

Elle est assimilée au volume total d'eau tombée divisée par l'aire de la surface réceptrice.

La précipitation est caractérisée par son intensité exprimée en mm/h ou mm/mn à chaque instant au cours d'une averse.

On utilise des pluviomètres enregistreurs dont le stylet trace un diagramme correspondant à la courbe des hauteurs de précipitations cumulées en fonction du temps (pluviogramme), d'après la station météorologique d'Ampasampito.

Le dépouillement des nombreux pluviogrammes depuis 1964 jusqu'à 1994 nous a permis d'avoir la hauteur maximale de pluies en mm pour un intervalle de temps de 15 minutes, 30 minutes et une heure dans chacune de ces 31 années d'observation. (Voir Annexe 1).

I - 2 - AJUSTEMENT MATHEMATIQUE

I - 2 - 1 - GENERALITES

L'ajustement mathématique a pour but d'avoir les hauteurs maximales de pluies d'une durée de 15 mn, 30 mn, et 60 mn pour une période de retour de 10 ans (pluies du projet).

Passons en revue les principales définitions :

Soit X la variable aléatoire continue que nous devons étudier : hauteur de pluies maximales.

La fonction de répartition F(x) est la probabilité pour que cette variable X soit inférieure ou égale à x, x étant une valeur que peut prendre X.

$$F(x) = \text{Prob}[X \leq x]$$

Cette fonction F(x) appelée encore fonction de non - dépassement tend asymptotiquement vers 1 (pour $X \rightarrow \infty$). La fonction F(x) est liée à la fonction de dépassement P(x) par la relation :

$$P(x) = 1 - F(x).$$

En pratique, ayant un échantillon de N valeur de X à étudier, classé par ordre croissant, la fonction de dépassement P(x) est donnée expérimentalement, pour chaque valeur X_R de

rang R, par $P(X_R) = \frac{R}{N + 1}$

Si l'échantillon est classé par ordre croissant, c'est la fonction de non - dépassement $F(x)$ qui est donnée par les formules expérimentales ci - dessus.

Le temps de retour T , notion pratique, quoique très contestée, est donnée par :

$$T = \frac{1}{P} = \frac{1}{1 - F}$$

Un échantillon de N valeur X se caractérise d'une part par ses valeurs centrales comme la moyenne algébrique \bar{X} telle que :

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N}$$

et d'autre part par des paramètres de dispersion :
variance (moment centré d'ordre 2)

$$\gamma^2 = \frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N - 1} = \frac{1}{N - 1} [\sum X_i^2 - N\bar{X}^2]$$

(écart-type ou écart quadratique moyen)

- Moment d'ordre 3

$$\mu_3 = \frac{N}{(N - 1)(N - 2)} \sum (X_i - \bar{X})^3$$

I - 2 - 2 - LOIS STATIQUES

Le phénomène cru est généralement ajustable à des lois statiques très nombreuses. Nous ne retenons que celles qui font intervenir peu de paramètres et sont donc facilement utilisables. Les principales lois communément employées sont les suivantes :

- Loi de PEARSON III
- Loi de GUMBEL.

Pour chacune de ces lois statiques, nous traiterons de façon exhaustive les hauteurs maximales annuelles des pluies de 15 mn, 30 mn, 60 mn d'Antananarivo ville, dont nous avons pris des relevés sur 31 années de 1964 à 1994. (Voir Annexe 1).

I - 2 - 2 - 1 - LOI DE PEARSON

La fonction de répartition s'écrit :

$$F(H) = \frac{a^\gamma}{\Gamma(\gamma)} \int_0^H e^{-aH} H^{\gamma-1} dH$$

avec $\Gamma(\gamma)$ fonction d'EULER, γ et a étant deux paramètres

Calcul des paramètres d'ajustement

On démontre par la méthode du maximum de vraisemblance que γ est relié à l'échantillon H par la relation suivante :

$$\varphi(\gamma) = \log \bar{H} - \frac{\sum \log H_i}{N} = \log \bar{H} - \overline{\log H}$$

Etant une fonction complexe dont les valeurs sont données par l'Annexe 2 à l'aide des interpolations.

Le paramètre est donné par :

$$a = \frac{\gamma}{\bar{H}}$$

La table de PEARSON III qui donne F(u), fonction de non-dépassement, en fonction de la vraisemblance réduite $u = a \times H$ et du paramètre γ , permet de déterminer les hauteurs maximales de fréquence et à un temps de retour donné. (Voir Annexe n°2).

I-2-2-2 - LOI DE GUMBEL

La loi de GUMBEL est appelée loi doublement exponentielle ou loi des valeurs extrêmes. Elle se présente sous la forme :

$$F(H) = e^{-e^{-u}}$$

où F(H) est la fonction de non - dépassement avec :

$$u = \alpha (H - H_0) \text{ pour la loi de GUMBEL}$$

α et H sont deux paramètres d'ajustement se déduisant selon le tableau suivant :

Tableau n°nn

| |
|--|
| GUMBEL |
| $\bar{H} = \frac{\sum H_i}{N}$ |
| $\gamma = \sqrt{\frac{\sum (H - \bar{H})^2}{N - 1}}$ |
| $\frac{1}{\alpha} = 0.780\gamma$ |
| $H_0 = \bar{H} - 0.45\sigma$ |

H se calcule directement par l'intermédiaire de la variable u tirés de la loi de répartition qui donne :

$$u = - \log(- \log F)$$

qu'on égale à $\alpha(H-H_0)$ pour GUMBEL avec

$$T = \frac{1}{1 - F}$$

Le tableau ci-dessous représente les hauteurs maximales annuelles de pluie d'après les différents ajustements pour une période de retour de 10 ans.

Le détail de calcul se trouve à l'Annexe n°5

Tableau n°11

| Loi | PEARSON III | GUMBEL |
|------|-------------|--------|
| 15mn | 24mm | 23mm |
| 30mn | 39mm | 39mm |
| 60mn | 56mm | 55mm |

I - 2 - 3 - TEST DE VALIDITE D'UN AJUSTEMENT

La loi utilisée pour ajuster une distribution statistique d'un échantillon ne représente qu'approximativement la population étudiée. L'erreur commise est une erreur d'adéquation. Par conséquent, il est préférable d'utiliser le test de khi-deux χ^2 pour tester l'adéquation de cette loi.

Soit un échantillon de N valeurs classées à étudier et pour lequel une loi de répartition F(x) a été déterminée.

On divise cet échantillon en un certain nombre de classes contenant chacune une valeur expérimentale. Le nombre γ_i est le nombre théorique de valeurs (sur un échantillon de N valeurs) affectées à la classe i par la loi de répartition. Ce nombre γ_i est donné par :

$$\gamma_i = N \int_{x_{i+1}}^{x_i} f(x) dx = N[F(x_i) - F(x_{i+1})]$$

f(x) étant la densité de probabilité correspondant à la loi théorique.

Le nombre χ^2 est défini par la relation :

$$\chi^2 = \sum_i^k \frac{(n_i - x_i)^2}{\gamma_i}$$

variable aléatoire dont la répartition a été étudiée par PEARSON.

Cette répartition dépend du nombre de degré de liberté

$$\lambda = k - 1 - p$$

k : nombre de classe de l'échantillon

p : nombre de paramètres dont dépend la loi de répartition F.

Dans notre cas, nous avons pour la loi de PEARSON p=2 (H et log H) et la loi de GUMBEL p=2 (H et a). Pour tester notre loi, il faut suivre les procédés de calcul cités ci - dessous :

- Divisé en k classe arbitraire par ordre décroissant ou croissant l'échantillon des N valeurs classées telle que chaque classe i contienne au minimum un nombre $n_i=5$ de valeur expérimentale.
- Déterminer γ_i par la relation :

$$\gamma_i = N \int_{x_{i+1}}^{x_i} f(x) dx = N[F(x_i) - F(x_{i+1})]$$

- Calculer la valeur de χ^2 par la relation :

$$\chi^2 = \sum_i^k \frac{(n_i - x_i)^2}{\gamma_i}$$

- On recherche sur les tables de PEARSON la probabilité de dépassement correspondant au nombre de degrés de liberté $\lambda = k - 1 - p$

Si cette probabilité est supérieure à 0,05, l'ajustement est satisfaisant. Si non, il est préférable de le rejeter. Les détails de calcul sont dans l'annexe n°4

I - 3 - CALCUL DES DEBITS

I - 3 - 1 - GENERALITES

Il y a plusieurs facteurs qui caractérisent les débits d'eaux pluviales

Les facteurs climatiques déterminés par la nature des précipitations, leurs distributions dans le temps et dans l'espace, l'humidité initiale du sol...

Les facteurs physiques concernant les modes d'écoulement des eaux dans le réseau de drainage...

les facteurs physiographiques concernent les dimensions du bassin versant, sa forme, son orientation, la couverture et la nature du sol...

Vu les plusieurs facteurs qui caractérisent les débits, il est difficile de fonder les théories simplifiées de la transformation de pluies en débit.

Il y a plusieurs méthodes, mais chacun d'eux a des spécificités particulières d'application, on a pu choisir une méthode qui peut s'appliquer à Madagascar.

La méthode rationnelle débitmètre

I - 3 - 2 - LA METHODE RATIONNELLE DEBIMETRIQUE

Cette méthode consiste à estimer les débits produits de l'aval des sous bassins élémentaire A_1, A_2, \dots, A_n délimités par des lignes isochrones ¹ de ruissellement.

Ainsi la zone A_j est délimitée par les isochrones t_{j-1} et t_j

Si l'on pose $t = \Delta t$, $t_2 = 2\Delta t$, ..., $t_n = n\Delta t$ et qu'il tombe sur cette aire une averse uniforme d'intensité i et de durée t_f , la valeur C_{ji} sera partie de l'averse qui ruisselle sur cette aire élémentaire A_j

Dans cette hypothèse, l'évolution des débits mesurés à l'exutoire pour une durée $t_f = \Delta t, \dots$ se présente ainsi

$$\begin{aligned} Q(0) &= 0; \\ Q(\Delta t) &= C_1 i \Delta_1 \\ Q(2\Delta t) &= C_2 i \Delta_2 \\ &\dots\dots\dots \\ Q(n\Delta t) &= C_n i \Delta_n \end{aligned}$$

et la somme des temps Δt représentera la valeur finale du temps que mettra une goutte d'eau, la plus éloignée hydrauliquement, pour parvenir à l'exutoire considéré

C'est cette valeur finale qu'on appelle "temps de concentration "

Le pas étant délimité par des lignes isochrones (Δt) si l'averse d'intensité i dure $2\Delta t$, $3\Delta t, \dots$ Ainsi les débits à l'exutoire auront les valeurs suivantes :

$$\begin{aligned} Q(0) &= 0; \\ Q(\Delta t) &= C_1 i \Delta_1 \\ Q(2\Delta t) &= C_1 i \Delta_{n-1} + C_2 i \Delta_2 \\ &\dots\dots\dots \end{aligned}$$

$$Q(n\Delta t) = C_{n-1} i \Delta_{n-1} + C_n i \Delta_n$$

On conviendra alors que, pour une averse uniforme d'intensité i et de durée $n\Delta t = t_c$, tout le bassin contribue à la formation du débit $Q(n\Delta t)$ à l'exutoire. Par ailleurs, si l'averse durait plus longtemps que $n\Delta t$ avec la même intensité i , la sommation d'hydrogrammes identiques, décalés dans le temps, montrerait que le débit de pointe de l'hydrogramme demeurerait égal à la valeur de

$$Q(n\Delta t) = Q(t_c)$$

Les hypothèses de la méthode rationnelle sont par conséquent le suivant :

- L'intensité de l'averse en mm/h est uniforme, dans le temps et dans l'espace, sur l'ensemble du bassin drainé
- Le débit de point Q_p en m^3/s de l'hydrogramme de ruissellement est une fraction du débit précipité iA ;
- L'intensité de récurrence du débit de pointe Q_p est la même que celui de l'averse de l'intensité uniforme i .
- Enfin, le coefficient de ruissellement est invariable d'une averse à l'autre, et l'on a:

$$Q_p = Q(n\Delta t) = Q(t_c) = \sum_{k=1}^n C_k i A_k = i \sum_{k=1}^n C_k A_k$$

on obtient finalement l'expression de la formule rationnelle

$$Q(t_c) = k_1 C_i A$$

¹ Une ligne isochrone est le lieu de tous les points où une goutte d'eau prend le même temps pour ruisseler jusqu'au point caractéristique de calcul

$Q(t_c)$: débit de pointe de l'hydrogramme en m^3/s

k_1 : Coefficient d'homogénéité se rapportant aux unités (Dans notre cas $k_1=0.002778$) ;

C : Coefficient de ruissellement dans la limite $0 < c < 1$

A : superficie du bassin versant (km^2)

i : intensité de pluie [mm/h].

I - 3 - 2 - 1 - COEFFICIENT DE RUISSLEMENT

Le coefficient de ruissellement c est à déterminer comme un facteur de contraction du débit.

Aussi dans l'application de la méthode rationnelle, c doit englober de nombreux paramètres: la perméabilité des sols, la partie à l'averse, l'influence de la topographie et du topo-urbanisation du bassin versant etc...

Si l'on compose le bassin versant en zone homogène de superficie A_1, \dots, A_n et le coefficient d'apport correspondant c_1, \dots, c_n le coefficient d'apport global a quelque chance de ne pas être trop éloignée de la valeur

$$C_a = \frac{\sum_{i=1}^n C_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

Suivant les types de sol ou d'occupation du sol on pourra déterminer des coefficients de ruissellement à partir de l'annexe n°6

I - 3 - 2 - 2 - INTENSITE UNIFORME DE L'AVERSE

a - LOI INTENSITE -DUREE - FREQUENCE

Pour une station donnée, ce sont les classiques courbes « intensité-durée-fréquence ». Elles dépendent en particulier du mode de dépouillement des averses observées. Afin de simplifier le modèle de la méthode à utiliser, on a cherché une expression analytique de ces courbes autorisant l'écriture du modèle sous forme totalement explicite. Cette expression connue parfois sous le nom de la loi MOULANA est

$$\bar{i}_M(t, T) = a(T) t^{b(T)} \quad (\text{équation 1})$$

$\bar{i}_M(t, T)$ est l'intensité maximale moyenne de la période de retour T observée sur une durée t .

a et b sont des paramètres d'ajustement. En réalité l'expression (1) est parmi celles qui s'ajustent le moins bien ou observation sur un intervalle de temps important. D'autres relations, plus correctes ont été proposées:

$$\frac{a}{t+b} \quad \text{ou} \quad \frac{a}{(t+b)^n} \quad \text{ou} \quad \frac{a}{t^n+b} \quad (\text{équation 2})$$

D'après l'expression on a la forme de H en fonction de t comme :

$$H(t) = \frac{at}{(b+t)^n}$$

Evacuation des eaux pluviales urbaines (Association amicale des ingénieurs anciens élèves des ponts et chaussée).

Nous avons vu que les deux lois utilisées précédemment donnent à peu près les mêmes résultats

Tableau n°12

| | | | |
|--------------|----|----|----|
| DUREE [mn] | 15 | 30 | 60 |
| HAUTEUR [mm] | 24 | 39 | 56 |

Le tableau ci-dessus permet de trouver les valeurs de a, b, n par les relations ci-dessous

$$24 = \frac{a15}{(b+15)^n} \quad (1)$$

$$39 = \frac{a30}{(b+30)^n} \quad (2)$$

$$56 = \frac{a60}{(b+60)^n} \quad (3)$$

D'après les calculs de l'annexe n°5

$$a=392.5$$

$$b=64.7$$

$$n=1.2041$$

$$H(t) = \frac{312.5t}{(64.7+t)^{1.2041}} \quad H[\text{mm}], t[\text{mn}]$$

$$H(t) = \frac{136.83t}{(1.090+t)^{1.21}} \quad H[\text{mm}], t[\text{mn}]$$

b - TEMPS DE CONCENTRATION

Pour calculer le débit maximal de la crue de fréquence donnée, il faut déterminer l'intensité moyenne de l'averse de même fréquence dont la durée est égale au temps de concentration (t_c).

Le temps de concentration est le temps mis pour une goutte d'eau pour parcourir le plus long chemin hydraulique. Pour calculer le temps de concentration (t_c) nous proposons ici deux formules souvent usitées à Madagascar.

- La formule empirique de KIRPICH

$$t_c = \frac{1}{52} \frac{L^{1.15}}{H^{0.38}}$$

t_c : temps de concentration en [mn]

L: Distance en [m] entre l'exutoire et le point le plus éloigné du bassin

H: dénivelée en [m] entre l'exutoire et le point le plus éloigné du bassin

La formule Californienne

$$t_c = 0.0663 \left(\frac{L}{I} \right)^{0.77}$$

T_c : en heures

L en [km]

I - 3 - 2 - 3 - SUPERFICIE DE BASSIN VERSANT

Il y a plusieurs procédés de calcul pour calculer la surface d'un bassin versant. Plus la surface est grande plus le volume d'eau écoulé sera important.

Il est simple et facile à utiliser la méthode des carreaux. Il s'agit de diviser la surface en petits carreaux égaux et la surface sont égale à

$$A = \frac{na(E)^2}{10^{10}} = na \frac{(10^4)^2}{10^{10}} = na10^{-2}$$

A : Superficie du bassin versant en [Ha]

n : Nombre des petits carreaux

a : surface d'un petit carreau en [mm²]

E : échelle de la carte

Les calculs de I(t_c) sont en annexe7.

L'annexe n°11 donnent les résultats des débits de point selon la surface A , l'intensité I($t_c, H(t_c)$) , la pente moyenne p , la longueur L du plus long filet d'eau et le coefficient de ruissellement c.

CHAPITRE II : LES EAUX USEES

II - 1 - GENERALITE

Les débits maximaux d'avenir sont évalués à partir des consommations d'eau correspondant au plus forte consommation journalière de l'année répartie à l'unité habitant sur une période de 24h. Ces volumes de référence sont estimés sur la base :

- Soient des volumes réellement distribués par sommation des enregistrements des consommations particulières recensées sur les compteurs des abonnés
- Soient des volumes d'eau produite, mesurés sur le compteur général disposé à la station d'exhaure ou sur ce cours de réseau de distribution proprement dit dans le cas d'interconnexion, déduction faite des pertes toujours difficiles à cerner.

A cet égard, l'eau consommée ne correspond pas à la totalité de l'eau produite, mesurée au plus près de l'exhaure les pertes sous les formes les plus diverses (opération de lavage des installations filtrant, fuite sur le cours du réseau,...) peuvent en effet atteindre des valeurs parfois importantes auxquelles s'ajoutent les consommations des services publics dont une partie seulement parvient au réseau.

Lors de l'évaluation des débits maximaux, il faut tenir compte:

- D'une part de l'accroissement prévisible de la démographie en analysant particulièrement les données des documents d'urbanisme et plus précisément les plans d'occupation des sols qui permettront de localiser les accroissements et d'estimer le cas échéant le degré d'évolution à appliquer;

- D'autre part, du développement probable de la consommation d'eau, si l'on a affaire des secteurs d'habitat ancien où les progrès de l'hygiène amèneront un accroissement des consommations et par conséquent des rejets à mesure des transformations et des modernisations apportées par des populations rajeunies. Cependant à défaut d'information, on pourra admettre, compte tenu notamment des débits parasites (branchements pluviaux non contrôlés, eau de lavage, d'arrosage etc...) et des besoins publics courants, que le débit moyen journalier d'avenir peut se situer dans la fourchette de 200 à 250 litres/habitat/jours dans le secteur d'habitat nouveau ou ancien rénové. Cette fourchette est d'ailleurs suffisamment large pour laisser au projeteur la place à la réflexion toujours indispensable avant d'arrêter les valeurs de projet s'adaptant aux circonstances.

On aura toujours intérêt à, procéder par découpage de caractérisation des diverses zones traitées telle zone correspondra à une densité de logement homogène : telle aura une extension géographique, telle autre encore à des homogénéité marquée intégrée dans le tissu urbain (industrie de faible importance, clinique, école,...)

II - 2 - HYPOTHESE DE CALCUL

Il est très difficile de trouver exactement les débits des eaux usées, ceci nous amène à prendre une approche en utilisant les hypothèses simplificatrices jugées valables ci-dessous

- La quantité d'eau consommée par jour par habitant dans chaque fokontany est constante.
- La population est répartie uniformément dans chaque fokontany.
- Pour chaque tronçon de réseau, le bassin d'apport d'eau pluviale et le bassin d'apport d'eau usées sont confondus.
- Les quantités d'eaux usées journalières à évacuer correspondent aux quantités d'eaux distribuées avec un abattement de 20% par abattement des pertes dans le réseau).

Voici les démarches à suivre pour calculer ce débit.

II - 2 - 1 - DEBIT MOYEN JOURNALIER DES REJETS

$$q_m = \frac{\text{besoin}(l/s) * \text{nombre d'habitants} * 0.8}{86400}$$

ou

$$q_m = \frac{\text{besoin moyen}[l/j] * \text{densité moyenne d'occupation}(\text{hab/log}) * \text{densité} * A}{86400}$$

II - 2 - 2 - LE COEFFICIENT DES POINTS

$$P = a + \frac{b}{\sqrt{q_m}}$$

a limite inférieure à ne pas dépasser lorsque q_m croît vers l'infini

b paramètre qui introduit, par sommation avec le terme 'a', la valeur de croissance exprimée par le second terme de la formule lorsque q_m tend vers 0 (On prend $b=2.5$).

II - 3 - LE DEBIT DE POINTE

$$q_p = p * q_m$$

Les détails de calcul des débits des eaux usées sont présentés dans l'annexe n°11.

CHAPITRE III : DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES HYDRAULIQUES

III - 1 - GENERALITES

Les ouvrages hydrauliques sont destinés à assurer la circulation des eaux de ruissellement le long ou de parts et d'autres des routes, on distingue donc

- La canalisation qui recueille les eaux de ruissellement et les conduit le long de la route jusqu'à la zone d'écoulement naturel les plus proches
- Les ouvrages de franchissement qui permettent les eaux du caniveau ou des écoulements naturels des eaux passer sous la route, ce sont les dalots et les buses.
- Et pour éviter les affouillements à l'extrémité aval des buses et des dalots, il nous convient de prévoir des bassins de dissipation des énergies ou des parafouilles.

Les méthodes utilisées pour le calcul des ouvrages sont exposées dans le sous chapitre ci-après.

III - 2 - CALCUL DES DEBITS PAR AXES ET PAR TRONCONS

Il s'agit de faire la somme des débits des eaux pluviales et les débits des eaux usées.

Axe n°1

Tableaux n°13

| PK SITUATION | EAUX PLUVIALES [l/s] | EAUX USEES [l/s] | TOTAL [l/s] |
|----------------|-------------------------|---------------------|----------------|
| 0+000 au 0+352 | 209 | 7 | 216 |
| 0+352 au 0+522 | 132 | 6 | 138 |
| 0+522 au 0+792 | 234 | 12 | 246 |
| 0+792 au 1+032 | 191 | 5 | 146 |
| 1+032 au 1+272 | 146 | 5 | 152 |
| 1+272 au 1+452 | 171 | 6 | 152 |
| 1+452 au 1+572 | 187 | 5 | 192 |
| 1+572 au 1+672 | 13 | 3 | 16 |
| 1+672 au 1+872 | 20.2 | 2 | 20.4 |

Axe n°2

| PK SITUATION | EAUX PLUVIALES [l/s] | EAUX USEES [l/s] | TOTAL [l/s] |
|----------------|-------------------------|---------------------|----------------|
| 0+000 au 0+285 | 66 | 2 | 68 |
| 0+285 au 0+425 | 227 | 4 | 131 |
| 0+425 au 0+705 | 165 | 4 | 169 |
| 0+705 au 0+835 | 262 | 3 | 265 |
| 0+835 au 1+225 | 250 | 5 | 252 |

Axe n°3

| PK SITUATION | EAUX PLUVIALES [l/s] | EAUX USEES [l/s] | TOTAL [l/s] |
|----------------|-------------------------|---------------------|----------------|
| 0+000 au 0+255 | 163 | 6 | 169 |
| 0+255 au 0+435 | 170 | 9 | 179 |
| 0+435 au 0+655 | 219 | 6 | 225 |
| 0+655 au 0+737 | 135 | 6 | 141 |

Axe n°4

| PK SITUATION | EAUX PLUVIALES [l/s] | EAUX USEES [l/s] | TOTAL [l/s] |
|----------------|-------------------------|---------------------|----------------|
| 0+000 au 0+080 | 137 | 4 | 141 |
| 0+080 au 0+150 | 186 | 5 | 191 |
| 0+150 au 0+315 | 285 | 7 | 292 |

III - 3 - LES CANALISATIONS

Parmi les différentes formes de canalisations existantes, nous choisissons celles de la forme de caniveau rectangulaire couvert ou non couvert en maçonnerie de moellon de hauteur H et de largeur B.

Nous vérifions pour chaque tronçon que :

- le débit maximal évacuable Q_{max} par le tronçon est supérieur au débit maximal Q_0 qui passe dans le tronçon ;
- la vitesse maximale V_{max} correspond à Q_{max} est inférieure à la vitesse admissible 6.5m/s
- la pente est supérieure ou égale à la pente maximale d'autocurage (3‰).

Généralement l'écoulement dans les canalisations est gravitaire et uniforme.

On applique le principe de l'écoulement à la surface libre

$$Q = V * S$$

$$V = C\sqrt{RI} \text{ formule de CHEZY}$$

Q: Débit [m^3/s]

V: Vitesse [m/s]

S: Section [m^2]

R: Rayon hydraulique [m]

I: Pente

C: Constante avec $C = K * R^{\frac{1}{6}}$

le coefficient de rugosité $k=67$

$$V_{max} = k \left(\frac{bh}{b + 2h} \right)^{\frac{2}{3}} \sqrt{I}$$

b: la base de la section rectangulaire

h: hauteur

Remarque

La hauteur totale de caniveau est $h+20$ cm pour la sécurité

La vérification des dimensionnements de la canalisation est représentée en annexe n°10

III - 4 - LES DALOTS

Les dalots sont des ouvrages sous chaussée qui ne nécessitent aucun remblai
trois types en sont couramment utilisés :

- Les dalots cadres dans lesquels la dalle, les piédroits et le radier constituent une structure rigide en béton armé (cadre)

- Les dalots analogues aux dalots cadres mais sans radier (piédroits verticaux fondés sur semelles)

- On distingue essentiellement 2 types de fonctionnement :

la sortie est noyée : c'est à dire que le niveau d'eau à l'exutoire immédiat de l'ouvrage dépasse le bord supérieur de l'ouvrage

Dans notre étude, nous considérons uniquement le cas des dalots à sortie libre puisqu'il s'agit d'une route de montagne.

Rappelons que le type d'écoulement dépend de la profondeur d'eau H_1 en amont du dalot , on utilise deux cas .

1^{er} cas : $h_1 < 1.25D$ (D : hauteur du dalot)

Le débit de l'ouvrage est donné par la relation générale

$$Q = CS\sqrt{2g(H_1 - Y)}$$

C: coefficient dépend de la forme de l'entrée

H_1 : hauteur d'eau en amont du dalot

ξ = profondeur d'eau dans le dalot

S : surface mouillée dans l'ouvrage

Le régime critique à l'entrée confère au débit de sa valeur maximale pour une valeur H_1 donnée de la profondeur d'eau en amont et on a

$$Q = BD\sqrt{2gDF}(H_1 / D)$$

B largeur de dalot

En posant

$$H_1^* = \frac{H_1}{D} \text{ et } Q^* = \frac{Q}{BD\sqrt{2gD}} \text{ on obtient } Q = F(H_1^*)$$

2^{ème} cas : $h_1 > 1.25D$

le débit maximum est donné par

$$Q = BD\sqrt{2gDG}(H_1 / D)$$

$$Q = G(H_1^*)$$

Ce qui permettra avec les mêmes variables que ci-dessus d'écrire :

La détermination s'effectue à l'aide des deux abaques dont le détail de calcul est donné dans l'annexe n°11.

Connaissant ainsi le débit Q_0 à évacuer dans le sous chapitre III-2

On remarque ici que le débit à évacuer est presque la même valeur. Nous avons à faire le calcul d'un dalot type qui correspond à un débit à évacuer $Q_0 = 450$ l/s qui est plus grand. Les détails de calcul sont donnés dans l'annexe 13.

Tableau n°14

| Débit à évacuer | H _i [*] [m] | H _i [m] | Largeur | hauteur | I _c [*] | I [%] | V _s [m/s] |
|-----------------|---------------------------------|--------------------|---------|---------|-----------------------------|-------|----------------------|
| 450 | 1.40 | 0.70 | 0.60 | 0.50 | 0.011 | 2 | 2.62 |

IV - 5 - LES BUSES

Les buses sont les conduites sous chaussée de forme circulaire.

Deux types de buses sont couramment utilisés à l'heure actuelle. Les buses en béton et les buses en métal.

Les buses en béton ont des coûts moins élevés que celles en métal et leurs dispositions pratiques nécessitent une épaisseur suffisante de remblai (au minimum 0.8 m de remblai est nécessaire au-dessus de la buse) .

Les méthodes de calcul des buses se font de la même façon que les dalots

1^{ère} cas $H_1 \leq 1.25D$ (D: diamètre de la buse)

le débit maximum est donné par : $Q = \sqrt{2gD^5} F(H_1 / D)$

en posant $H_1^* = \frac{H}{D}$ et $Q^* = \frac{Q}{\sqrt{2gD^5}}$ on obtient : $Q^* = F(H_1^*)$

2^{ème} cas $H_1 > 1.25D$

$Q = \sqrt{2gD^5} F(H_1 / D)$

en posant $H_1^* = \frac{H}{D}$ et $Q^* = \frac{Q}{\sqrt{2gD^5}}$ on obtient : $Q^* = F(H_1^*)$

En connaissant le débit Q à évacuer, on calcule Q* pour un diamètre D et on vérifiera que $H_1 = H_1^*B$ est compatible avec le projet

De même que pour le calcul des dalots, nous avons l'intérêt de calculer une buse type pour tous nos projets

Nous avons mis en annexe n°9 les détails de calcul des buses

Tableau n°

| Axe | PK | cote du trace | Débit à évacuer | H* (m) | H _i | diamètre | Ic* | I % | Vs M/s |
|-----|-------|---------------|-----------------|--------|----------------|----------|-------|-----|--------|
| 1 | 1+452 | 1007.034 | 1.21 | 1,21 | 0.79 | 0.60 | 0,009 | 2 | 2,62 |

Les ouvrages d'art sont représentés par le tableau ci-après

Tableau n°

| Axe | Pk | Type d'ouvrage | Dimension | Débit a évacué | Débit a évacuable |
|-----|-------|----------------|-----------|----------------|-------------------|
| 1 | 0+512 | DALOT | 60*50 | 345 | 450 |
| | 0+552 | BUSE | Φ60 | 246 | 450 |
| | 1+272 | DALOT | 60*50 | 380 | 450 |
| | 1+472 | BUSE | Φ60 | 184 | 450 |
| | 1+872 | EXUTOIRE | | | |
| 2 | 0+425 | DALOT | 50*60 | 299 | 450 |
| | 0+705 | DALOT | 50*60 | 169 | 450 |
| | 1+063 | EXUTOIRE | | | |
| | 1+225 | EXUTOIRE | | | |
| 3 | 0+435 | DALOT | 50*60 | 355 | 450 |
| | 0+757 | EXUTOIRE | | | |
| 4 | 0+000 | DALOT | 50*60 | 216 | 450 |
| | 0+315 | EXUTOIRE | | | |

CONCLUSION

Les dégradations des corps de chaussées sont dues au mauvais fonctionnement, à l'insuffisance ou même à l'inexistence des ouvrages d'assainissement.

Cette deuxième partie nous conduit donc aux conclusions suivantes :

- La construction neuve de la canalisation tout le long de la route;
- La création des dalots;
- Le curage des buses et des dalots existants;
- La création des parafouilles en cas de forte pente de ruissellement pour éviter les affouillements à l'extrémité en aval des buses et des dalots.

Donc en définitif, il s'agit des calculs de dimensionnement des ouvrages d'assainissement. Les ouvrages proposés pourraient alors assurer efficacement le bon fonctionnement et la conservation de la chaussée.

TRIOSIEME PARTIE :

**ETUDE DE REHABILITATION
DE LA CHAUSSEE**

INTRODUCTION

C'est la partie concernant le principal axe de notre mémoire qu'est la réhabilitation de la chaussée relatant ainsi par degré ceux qui sont énumérés dans la généralité ci-après afin de donner la solution adéquate pour que les usagers ou les nécessiteux, de près ou de loin puissent bénéficier directement de l'existence de cette route.

CHAPITRE PREMIER: GENERALITES

Généralement la réhabilitation de chaussée consiste à :

- rétablir la portance de la chaussée et le confort des usagers;
- assurer la sécurité des véhicules ;
- maintenir le bon aspect de l'environnement ;
- conserver au patrimoine sa pérennité.

La réhabilitation nécessite des travaux de rechargement ou renforcement ou bien reconstruction total.

Le rechargement es la mise en place d'un apis d'usures sur l'ancienne chaussée comme couche de roulement après un traitement des dégradations existantes

Le renforcement est une opération d'augmentation de la capacité structurelle de la chaussée et lui rajoutant une nouvelle couche de base et une couche de roulement.

Il existe deux types de renforcement :

- un renforcement avec scarification;
- un renforcement sans scarification.

La reconstruction est préconisée dans le cas de ruine totale ou partielle d'une chaussée entraînant une diminution faible même faible de la capacité structurelle de la chaussée. La reconstruction est la même opération que la construction neuve d'une chaussée après avoir fait la décaissement des corps de chaussée existant

Il existe deux types de construction :

- la reconstruction sans purge ;
- la reconstruction avec purge.

CHAPITRE II : AUSCULTATION DE CHAUSSEE

II - 1 - GENERALITES

Ce présent chapitre a pour but de définir l'état existant de la chaussée, l'origine de la dégradation, afin de donner des solutions adéquates. Il y a plusieurs étapes à faire lors de l'opération de l'auscultation.

- historique de la chaussée ;
- reconnaissance de l'itinéraire ;
- relevés de dégradation de la chaussée ;
- mesure de déflexion ;
- sondage ;
- levé topographique.

Vu la situation et le moyen, nous n'avons pas les résultats de la mesure déflexion et les sondages donc tous ces résultats dans notre étude seront estimés.

II - 2 - HISTORIQUE

Les enquêtes permettent de reconstituer l'historique de la chaussée.

Axe n°1 (Ambohibao centre – Andranoro)

La construction était à l'époque coloniale, bitumage en enrobé mince presque arraché, reposé sur une couche de macadam 40/70 vers 1969

Axe n°2 (La REFUGE - Morondava)

La construction était à l'époque coloniale, bitumage en enduit superficiel reposent sur une grave bitume en 1984.

Axe n°3 et n°4 (Commune d'Antehiroka – Morondava – Hôpital Luthérien)

C'est une route en terre construite pendant la première république.

Les usagers qui bénéficient directement de l'existence de cette route prennent en charge l'entretien.

II - 3 - RECONNAISSANCE DE L'ITINERNAIRE

II - 3 - 1 SITUATION CLIMATIQUE

La région a un climat tropical, d'altitude comprise entre 1240 m et 1290 m caractérisé par deux saisons.

- une saison pluvieuse et moyennement haute de mois de novembre à fin avril ;
- une saison fraîche et relativement sèche le reste de l'année.

II - 3 - 2 GEOMETRIE DE LA ROUTE

Les tracées sont presque en ligne droites sauf pour l'axe n°2, très sinueuse. Les pentes sont généralement faibles (dans l'ordre de 3%).

La largeur de la chaussée varie de 3m à 6m, la largeur des accotements varie de 0.70 à 2.00m.

La hauteur du remblai par rapport a la surface de la chaussée varie est légèrement faible, donc les murs de soutènement n'est pas nécessaire.

II - 3 - 3 RELEVES DES DEGRADATION DE LA CHAUSSEE

Les relevés se faits manuellement, en parcourant la route à pieds. L'opérateur reporte alors ses observations (identification de la dégradation et estimation de sa gravité) sur un schéma d'itinéraire, c'est - à - dire un document représentant linéairement la route, dont l'échelle, la précision est donc appropriée au type d'étude.

II - 3 - 3 - 1 - DEFINITION ET CAUSE DE DEGRADATION

A - ROUTE EN TERRE

A - 1 - FLACHES

A - 1 - 1 - DEFINITION

Dépression de forme arrondie

A - 1 - 2 - CAUSE PROBABLE

- pollution du corps de la chaussée ou plate forme ;
- compacité insuffisante de la plate forme ou de la couche de roulement en pointe combiné avec des passages des essieux lourds.

A - 2 - NID DE POULE

A - 2 - 1 - DEFINITION

Cavité de forme arrondie à bords francs créée à la surface de la chaussée par enlèvement des matériaux.

A - 2 - 2 - CAUSE PROBABLE

- évolution d'une flache ou de déformation ;
- forte proportion d'eau dans la chaussée ou de la plate forme combinée avec le passage d'essieux lourds et des charrettes.

A - 3 - BOURRELET

A - 3 - 1 - DEFINITION

Renflement apparaissant à la surface de la chaussée.

A - 3 - 2 - CAUSE PROBABLE

- effort longitudinal important ;
- présence d'eau (saturation) dans la couche inférieure de la chaussée ou de la plate forme. La fissure se ramifie ou se dédouble avec de départ de matériaux au niveau des lèvres.

Gravité 1 : fissure fine, unique et rectiligne.

Gravité 2 : fissuration ramifiée.

Gravité 3 : fissure large et ramifiée avec départ des matériaux

A - 5 - RAVINNEMENT

A - 5 - 1 - DEFINITION

Rigole longitudinale ou transversale d'érosion, c'est la formation des ravins.

A - 5 - 2 - CAUSE PROBABLE

- Ruissellement des eaux de pluie sur la route à forte et longue pente ;
- débordement ou inexistence des fossés

A - 6 - BOURBIER

A - 6 - 1 - DEFINITION

Lieu creux et plein de boue

A - 6 - 2 - CAUSE PROBABLE

- Compacité insuffisante de la chaussée ou de la plate-forme ;
- mauvaise qualité (granulométrie très fine) du sol de la chaussée ou de la plate-forme ;
- mauvais assainissement et drainage de la route ;
- action des eaux de pluie.

B - CHAUSSEES REVETUES

B - 1 - FISSURE

Il s'agit d'un défaut de collage de deux bandes d'enrobé contiguës. Ce Type de fissure est d'abord unique, rectiligne et peut alors être réparé par un traitement propre à la fissuration. Sous l'effet du trafic

Gravité 1 : nids de poule en nombre réduit que l'on peut reboucher par une opération de point à temps classique

Gravité 2 : nombre important de petits nids-de-poule de surface.

Gravité 3 : nids-de-poule ou formation de faïençage reprise du corps de chaussée ou renforcement nécessaire.

B - 2 - MOUVEMENT DE MATERIAUX

Les mouvements de matériaux englobent les arrachements et les remontées : certains arrachements sont dus à l'usure excessive de la couche de roulement et peuvent aboutir à la création de nids-de-poule. Ils ont été normalement introduits dans la notation de la fissure ou du faïençage.

Gravité 1 : arrachement de la couche de roulement dû à l'usure excessive ;

Gravité 2 : des enrobés et plumage : départs plus ou moins importants de gravillon de couche de surface des enduits superficiels (défauts de collage donc de qualité et/ou de dosage de bitume) ;

Gravité 3 : peignage : défauts de mise en œuvre liés à un mauvais fonctionnement des matériels : mauvaise préparation du bitume par la répondeuse et donc couverture inégale de la surface de la chaussée par le bitume, ou bien mauvaise réparation des granulats sur la chaussée.

B - 3 - NIDS DE POULE

Les nids de poule sont consécutifs le plus souvent à une usure ou à une destruction de la couche de roulement, parfois à la présence de corps étrangers dans la couche de surface.

Lors de leur apparition, leur taille est faible. A défaut d'entretien ils s'agrandissent et se reproduisent en chaîne souvent avec un pas égal à un tour de roue de camion.

Selon le degré de gravité de ces nids de poule on pourra avoir à effectuer une reprise partielle de la couche de roulement, ou une reprise partielle de la couche de base s'ils sont devenus trop profonds ; dans certains cas on pourra même être conduit à une purge totale de la chaussée.

Si leur nombre est trop important une reprise de la chaussée sur des grandes longueurs pourra devenir nécessaire.

Les trois niveaux de gravité se réfèrent à la nature des travaux.

- Compacité insuffisante ;
- Action des routes de charrettes.

B - 4 - DENTELLE DE RIVE

L'inexistence de la bordure d'une chaussée entraîne sa destruction ainsi que l'usure de trafics

II - 3 - 3 - 2 - DESCRIPTION DE L'ETAT DE LA CHAUSSEE

Compte tenu des observations que nous avons pu faire lors de la connaissance du tronçon, ce réseau routier est divisée en cinq sections

SECTION 1 : axe n°1 PK₀₊₀₀₀ au PK₁₊₄₃₂

Cette section commence à partir du carrefour Ambohibao jusqu'à l'église FLKM Andranoro.

Elle a une longueur de 1432 m chaussée revêtue. Cette section est fortement dégradée dû au problème de drainage entraînant des infiltrations d'eau dans la chaussée, ainsi l'ouvrage d'assainissement ne fonctionne plus, et à l'usure excessive

Des zones ont été repérées où aucune couche de roulement n'existe plus.

Cette dégradation est un mouvement de matériau de degré n°1.

SECTION 2 : axe n°1 PK₁₊₄₃₂ au PK₁₊₆₇₂

axe n°2 PK₀₊₇₀₅ au PK₁₊₀₂₅

axe n°1 PK₀₊₀₀₀ au PK₀₊₇₃₇

axe n°4 PK₀₊₀₀₀ au PK₀₊₃₁₅

Cette section est une route en terre, elle a une longueur de 1672 m.

Les dégradations observées sont des ravinements longitudinaux et verticaux d'une profondeur de 10 cm à 25 cm, dues aux ruissellements des eaux de pluie sur la route à forte et longue pente, dues à l'inexistence des canalisations.

SECTION 3 : axe n°1 PK₁₊₆₇₂ au PK₁₊₈₇₂

Cette section est une route en terre, elle a une longueur de 220 m.

Les dégradations observées sont des ravinements longitudinaux d'une profondeur de 25 cm à 70 cm, dues aux ruissellements des eaux de pluie sur la route à forte et longue pente, dues à l'inexistence des canalisations.

SECTION 4 : axe n°2 PK 0+0.00 AU PK 0+705

Cette section commence à partir du restaurant LE REFUGE PK 0+705 (commencement de la route en terre vers la rizière). Elle a une longueur de 705 m en chaussée revêtue. Dans l'ensemble elle est bonne sauf entre le PK 0+545 au PK 0+625 (longueur de 80 m) où des dégradations ont été observées dues au problème de l'inexistence de canalisation. Cette section a été réhabilitée par la société COLAS en 1984.

SECTION 5: axe n°2 PK 1+025 au PK 1+225

Cette section a une longueur de 200 m. Digue de largeur de entre 1,5 m à 3,0 m. Les dégradations observées sont des érosions et de phénomènes de LAVAKA dues à l'usure excessive de la roue des charrettes.

II - 3 - 3 - ACCESSOIRE DE LA CHAUSSEE

a - DEGRADATION DES OUVRAGES

Axe n°1 : Trois buses en béton armé ϕ 60 au PK 1+452, PK 0+512 et PK 0+712 sont totalement ensablées dans la partie intérieure.

b - DRAINAGE

Presque tous les axes n'ont pas de canalisations. La seule qui existe ne fonctionne pas.

II - 4 - CONTRIBUTION DE LA TOPOGRAPHIE A LA REHABILITATION DE LA CHAUSSEE

Les travaux topographiques exécutés comprennent deux parties :

- les travaux sur terrain comprenant la reconnaissance et les levés altimétriques.
- les travaux sur table qui comprennent le calcul et l'élaboration du carnet de levé Il faut rappeler que l'appareil utilisé est le niveau avec des accessoires comme : la mire, mètre à ruban.

Trois ouvriers sont utiles pour manier ces appareils dont : un aide, un porte mire et un opérateur qui joue aussi le rôle de teneur de carnet.

II - 4 - 1 - RECONNAISSANCE

La reconnaissance inclut la visite des points qui sont choisis comme points d'appui.

II - 4 - 2 - EXECUTION DE LEVES

CHEMINEMENT

On utilise le cheminement fermé. C'est un levé aller et retour qui se boucle par elle-même. Chaque sommet du cheminement est déterminé altimétriquement.

L'opération commence au point A, on oriente l'appareil en R (repère fixe) en faisant des lectures sur la mire, puis on vise le point 1. On déplace vers la station B, vise le point 1 puis le point 2 en faisant des lectures comme sur la station précédente et ainsi de suite jusqu'à la fermeture du cheminement c'est-à-dire au repère R (repère fixe)

II - 4 - 3 - CALCULS

On prendra comme exemple de calcul celui de l'axe n° 4

- calcul de cote de l'axe de la route (représenté dans le tableau n° 17)
- carnet de levé (profil en long et profil et en travers confondus représenté dans le tableau n°18) ;
- calcul des cotes des points du profil en travers (représenté en annexe n°17).

CALCULE DES COTES DE L'AXE DE LA CHAUSSE AXE N°4 (R20 – Hôpital)
Tableau n°17

| S ^t | P ^{ts} | LAR | LAV | Distance P ^{elle} | Correction | ΔZ Brute (mm) | | ΔZ Compensée (mm) | | Cotes (m) |
|-----------------|-----------------|------|------|-------------------------------|------------|---------------|------|-------------------|------|-----------|
| | | | | | | + | - | + | - | |
| Co | R20 | 2013 | | 40 | | 956 | | 957 | | 1007,937 |
| | 87 | | 1257 | | | | | | | +1 |
| C ₁ | 87 | 1870 | | 40 | | 407 | | 408 | | 1009,102 |
| | 88 | | 1463 | | | | | | | |
| C ₂ | 88 | 1259 | | 40 | | | 809 | | 808 | 1008,294 |
| | 89 | | 2068 | | | | | | | |
| C ₃ | 89 | 1429 | | 40 | | | 1175 | | 1174 | 1007,120 |
| | 90 | | 2604 | | | | | | | |
| C ₄ | 90 | | | 40 | | | 850 | | 850 | 1006,27 |
| | 91 | 2077 | | | | | | | | |
| C ₅ | 91 | | | 40 | | | 641 | | 641 | 1005,629 |
| | 92 | 2004 | | | | | | | | |
| C ₆ | 92 | | | 40 | | | 776 | | 776 | 1004,853 |
| | 93 | 2122 | | | | | | | | |
| C ₇ | 93 | | | 35 | | | 979 | | 979 | 1003,874 |
| | R30 | 2234 | | | | | | | | |
| C ₈ | R30 | | | | | 891 | | 891 | | 1004,765 |
| | 94 | 1233 | | | | | | | | |
| C ₉ | 94 | | | | | 753 | | 753 | | 1005,815 |
| | 95 | 1350 | | | | | | | | |
| C ₁₀ | 95 | | | | | 601 | | 601 | | 1006,119 |
| | 96 | 1400 | | | | | | | | |
| C ₁₁ | 96 | | | | | 852 | | 852 | | 1006,971 |
| | 97 | 1223 | | | | | | | | |
| C ₁₂ | 97 | | | | | 407 | | 407 | | 1007,378 |
| | 98 | 1540 | | | | | | | | |
| C ₁₃ | 98 | | | | | 486 | | 486 | | 1007,846 |
| | 99 | 1402 | | | | | | | | |
| C ₁₄ | 99 | | | | | 50 | | 50 | | 1007,914 |
| | 100 | 1598 | | | | | | | | |
| C ₁₅ | 100 | | | | | 23 | | 23 | | |
| | 101 | 1546 | | | | | | | | |
| | | | | | ΣΔZ | 5226 | 5230 | | | |

CALCUL DE LA TOLERANCE (Axe n° 4)

Pour le nivellement ordinaire, d'après l'arrêté interministériel du 21 janvier 1981, la tolérance du nivellement ordinaire est définie comme suit :

$$T = \sqrt{\left(36N + \frac{N^2}{16}\right)}$$

Avec T : tolérance en mm

N : nombre total de dénivelée du cheminement

Pour notre cas, on a N = 16

D'où $T = (36 \times 16 + 16^2/16)^{1/2} = \pm 24$ mm

CALCUL DE FERMETURE (axe n° 4)

La fermeture du nivellement par cheminement est toujours écrite comme suit :

$$F = \sum \Delta Z = \Delta Z^+ + \Delta Z^-$$

D'où F : la fermeture en mm

ΔZ : la dénivelée

Pour notre cas on a $F = 5226 - 5230 = -4$ mm

$F < T$ donc ΔZ est compensable

**CARNET DE LEVE TOPOGRAPHIQUE DU TRONCON N° 4
(R20 – HOPITAL LUTHERIEN)**

Tableau n° 18

| St | Points visés | Distance Cumulée (m) | Distance entre Profil (m) | L ARR (mm) | LAV (mm) | Observation et croquis |
|-----|--------------|----------------------|---------------------------|------------|----------|------------------------|
| C0 | R20 | | | 2013 | | |
| | 87'' | 0,00 | | | 1257 | |
| | 87' | 2,13 | | | | |
| | 87A | 2,77 | | | | |
| | 87B | 4,20 | 40 | | | |
| | | | | | | |
| C1 | 87 | | | 1870 | | |
| | 88'' | 0,00 | | | 1463 | |
| | 88' | 1,03 | | | | |
| | 88 | 2,56 | | | | |
| | 88A | 4,06 | | | | |
| 88B | 5,00 | 40 | | | | |
| C2 | 88 | | | 11259 | | |
| | 89'' | 0,00 | | | 2068 | |
| | 89' | 0,53 | | | | |
| | 89 | 2,07 | | | | |
| | 89A | 3,69 | | | | |
| 89B | 4,52 | 40 | | | | |
| C3 | 89 | | | 1429 | | |
| | 90'' | 0,00 | | | 2604 | |
| | 90' | 1,52 | | | | |
| | 90 | 3,05 | | | | |
| | 90A | 4,96 | | | | |
| 90B | 5,08 | 40 | | | | |
| C4 | 90 | | | 1227 | | |
| | 91'' | 0,00 | | | 2077 | |
| | 91' | 0,95 | | | | |
| | 91 | 2,43 | | | | |
| | 91A | 4,06 | | | | |
| 91B | 5,02 | 40 | | | | |
| C5 | 91 | | | 1363 | | |
| | 92'' | 0,00 | | | 2004 | |
| | 92' | 0,90 | | | | |
| | 92 | 2,41 | | | | |
| | 92A | 3,97 | | | | |
| 92B | 4,65 | 40 | | | | |



| St | Points visés | Distance Cumulée (m) | Distance entre Profil (m) | L ARR (mm) | LAV (mm) | Observation et croquis |
|-----|--------------|----------------------|---------------------------|------------|----------|------------------------|
| C6 | 92 | | | 1346 | | |
| | 93" | 0,00 | | | 2004 | |
| | 93' | 1,00 | | | | |
| | 93 | 2,50 | | | | |
| | 93A | 4,02 | | | | |
| 93B | 5,54 | 40 | | | | |
| C7 | 93 | | | 1295 | | R30 |
| | R20 | | 35 | | 2234 | |

CHAPITRE III : SOLUTION PROPOSEE

III - 1 - CHOIX DE SECTION HOMIGENE ET CHOIX DES SOLUTIONS

Les diverses dégradations relevées au cours des descentes sur le lieu et de l'historique De la chaussée permettent de diviser en cinq (5) sections homogènes l'itinéraire étudié :

Section n ° 1

Axe n ° 1 pk 0+000 au 1+432

Section n ° 2 Axe n ° 1 pk 1+432 au 1+672

Axe n ° 2 pk 0+705 au 1+025

Axe n ° 3 pk 0+000 au 0+737

Axe n ° 4 pk 0+000 au 0+315

Section n ° 3

Axe n ° 1 pk 1+672 au 1+872

Section n ° 4

Axe n ° 2 pk 0+000 au 0+705

Section n ° 5

Axe n ° 2 pk 1+025 au 1+225

Pour chaque section homogène ci dessus on peut adapter les solutions suivantes :

VARIANTE N°1

Section n°1 : axe n°1 pk 0+00 au 1+432 :

Compte des problèmes de drainage qui s'opposent à des caractéristiques résiduelles des couches, la solution de renforcement est à exclure. La réfection total ou reconstruction sans purge reste valable pour cette section.

Travaux de terrassement

- décaissement de la chaussée existante à la cote voulue ;
- répandage et compactage de la couche qui a été scarifié ;
- exécution des ouvrages d'assainissement ;

Travaux de corps de chaussée

- apport de GCNT 0/31⁵ pour couche de base ;
- exécution d'une couche imprégnation et d'accrochage ;
- pose de revêtement imperméable en EDC (enrobé dense chaud) pour couche de roulement

Section n ° 2 : Axe n ° 1 pk 1+432 au 1+672

Axe n ° 2 pk 0+705 au 1+025

Axe n ° 3 pk 0+000 au 0+737

Axe n ° 4 pk 0+000 au 0+315

La réfection totale en chaussée neuve est valable pour cette section.

Travaux de terrassement

- reprofilage et finition de la plate forme ;
- exécution des ouvrages d'assainissement



Travaux de corps de chaussée

- apport de GCNT 0/31⁵ pour couche de base ;
- exécution d'une couche imprégnation et d'accrochage ;
- pose de revêtement imperméable en EDC (enrobé dense chaud) pour couche de roulement

Section n ° 3 : axe n ° 1 pk 1+672 au 1+872

La réfection totale en chaussée neuve est à proposer pour cette section.

Travaux de terrassement

- décaissement du pavé existant avec la mise en dépôt ;
- remise en forme et compactage de la plate-forme ;
- exécution des ouvrages d'assainissement.

Travaux de corps de chaussée

- apport de GCNT 0/31⁵ pour couche de base ;
- exécution d'une couche imprégnation et d'accrochage ;
- pose de revêtement imperméable en EDC (enrobé dense chaud) pour couche de roulement

Section n ° 4 ; axe n ° 2 pk 0+000 au 0+705

Cette chaussée est en bon état, mais vu ça largeur insuffisante, l'élargissement est préconisé.

Travaux de terrassement

- déblai de la surface à élargir
- remise en forme et compactage de la plate-forme ;
- exécution des ouvrages d'assainissement.

Travaux de corps de chaussée

- apport de GCNT 0/31⁵ pour couche de base ;
- exécution d'une couche imprégnation et d'accrochage ;
- pose de revêtement imperméable en EDC (enrobé dense chaud) pour couche de roulement

VARIANTE N°2

Section n°1 : axe n°1 pk 0+00 au 1+432 ;

Compte des problèmes de drainage qui s'opposent à des caractéristiques résiduelles des couches, la solution de renforcement est à exclure. La réfection total ou reconstruction sans purge reste valable pour cette section.

Travaux de terrassement

- décaissement de la chaussée existante à la cote voulue ;
- répandage et compactage de la couche qui a été scarifié ;
- exécution des ouvrages d'assainissement.

Travaux de corps de chaussée

- couche de fondation en sable compacté à la cote voulue ;
- pose de revêtement en pavé.

Section n ° 2 : Axe n ° 1 pk 1+432 au 1+672

Axe n ° 2 pk 0+705 au 1+025

Axe n ° 3 pk 0+000 au 0+737

Axe n ° 4 pk 0+000 au 0+315

La réfection totale en chaussée neuve est valable pour cette section.

Travaux de terrassement

- reprofilage et finition de la plate forme ;
- exécution des ouvrages d'assainissement.

Travaux de corps de chaussée

- couche de fondation en sable compacté à la cote voulue ;
- un couche de roulement en pavé.

Section n ° 3 : axe n ° 1 pk 1+672 au 1+872

La réfection totale en chaussée neuve est à proposer pour cette section.

Travaux de terrassement

- décaissement du pavé existant avec la mise en dépôt ;
- remise en forme et compactage de la plate-forme ;
- exécution des ouvrages d'assainissement.

Travaux de corps de chaussée

- apport de GCNT 0/31⁵ pour couche de base ;
- exécution d'une couche imprégnation ou d'accrochage ;
- pose de revêtement imperméable en EDC (enrobé dense chaud) pour couche de roulement

Section n ° 4 ; axe n ° 2 pk 0+000 au 0+705

Cette chaussée est en bon état, mais vue ça largeur insuffisante, l'élargissement est préconisé.

Travaux de terrassement

- déblai de la surface à élargir
- remise en forme et compactage de la plate-forme ;
- exécution des ouvrages d'assainissement.

Travaux de corps de chaussée

- couche de fondation en sable compacté à la cote voulue ;
- pose de revêtement en pavé.

Section n ° 5 : axe n ° 2 pk 1+025 au 1+225

La réfection totale en chaussée neuve est valable pour cette section

Travaux de terrassement

- remblai compacté et la finition de la plate forme ;
- exécution des ouvrages d'assainissement.

Travaux de corps de chaussée

- couche de fondation en sable compacté à la cote voulue ;
- pose de revêtement en pavé.

CHAPITRE IV DIMENSIONNEMENT DES CORPS DE CHAUSSEE

Les corps de la chaussée sont soumis à plusieurs actions : les trafics, les climats et les effets de l'environnement, tout cela provoque le vieillissement et la fatigue qui entraînent la dégradation.

Ces actions se présentent sous forme de contrainte de cisaillement, de compression et de flexion (à la base de revêtement).

Ce sous chapitre a pour but de dimensionner et de vérifier que le corps de la chaussée proposée et calculée résiste bien contre ces actions pendant la durée de service.

IV - 1 - CHAUSSEES EXISTANTES

Les enquêtes et lors de la relevée de dégradation (fait manuellement) permettent de décrire la structure de l'ancien corps de chaussée.

Elle est présentée dans le schéma d'itinéraire.

IV - 2 - TRAFIC

L'étude des trafics joue un rôle important dans une étude de projet routier. Pour les méthodes de dimensionnement il est nécessaire de faire la distinction entre le trafic passé et le trafic futur (qui va être supporté par la nouvelle structure).

IV - 2 - 1 - TRAFIC PASSE

Il est nécessaire de connaître le trafic passé car elle permet :

- de justifier la tenue de l'ancienne chaussée ;
- de fournir les informations concernant l'estimation du trafic futur c'est-à-dire de calculer le taux d'accroissement annuel.

Les enquêtes faites par les autorités représentées par le tableau ci après permettent d'estimer le taux d'accroissement annuel au bout de 15 ans.

Tableau 19

| Type de véhicule | Années (ans) | Nombre (u) | Taux d'accroissement |
|------------------|--------------|------------|----------------------|
| Véhicules >3,5T | 1990 | 32 | |
| | 1994 | 34 | 5% |
| | 1996 | 35 | 7% |
| | 1997 | 38 | 9% |

Donc on prendra la moyenne de ces trois (3) taux d'accroissement ci-dessous

$$I = 7\%$$

IV - 2 - 2 - TRAFIC FUTUR

C'est la projection du trafic actuel pour dimensionner une nouvelle structure.

Elle est caractérisée par :

La prévision du trafic futur en nombre cumulé « N »

$$N = T * A * n * c$$

N : Nombre d'essieux standard de 10T ou 13T 5 (à deux roues jumelées)

t : caractérise le trafic moyen journalier un nombre de poids lourd de l'année de mise en service source comptage fait sur le lieu (voir annexe n°18)

A : coefficient d'agressivité des poids lourds

n : durée de service en nombre d'années (égale à 15 ans pour notre projet)

c : facteur de cumul donné par la formule suivante :

$$c = 365 \frac{(1+i)^n - 1}{n \cdot i} = 611,47$$

avec i (taux de croissance du trafic annuel égal à 7%)

IV-2-2-1- CALCUL DU COEFFICIENT D'AGRESSIVITE DES POIDS LOURDS

Le coefficient d'agressivité est déterminé par la formule suivante :

$$a = \left(\frac{P}{ES} \right)^4 \text{ (pour la chaussée souple)}$$

P : poids de l'essieu

ES : essieu standard de 10T au 13T

En se référant à la formule ci-dessous et compte tenu des données du comptage faites sur le lieu et les caractéristiques du poids de l'essieu admis par le LNTPB, on peut calculer le coefficient d'agressivité de la façon suivante :

$$A = \sum a_i = \sum \left[\frac{P_i}{E_s} \right]^4$$

AXE N° 1

Tableau n°20

| TYPE DE VEHICULES | (1) | (2) | (3) | (4) = (1)*(3) |
|--------------------------|------------|------------|------------|----------------------|
| Camion à 2 essieux | 27 | 2 | 0,0005 | 0,0135 |
| 2T < PTC < 6T | | 4 | 0,009 | 2,4300 |
| Camion à 2 essieux | 16 | 3 | 0,003 | 0,1620 |
| 6T < PTC < 10T | | 7 | 0,084 | 1,3440 |
| Camion à 2 essieux | 18 | 4 | 0,009 | 0,1620 |
| PTC > 10T | | 10 | 0,350 | 6,3000 |
| TYPE DE VEHICULES | (1) | (2) | (3) | (4) = (1)*(3) |
| Camion à 3 essieux | 3 | 6 | 0,049 | 0,1350 |
| PTC > 10T | | 10 | 0,350 | 1,0500 |
| | | 10 | 0,530 | 1,0500 |
| Camion à 4 essieux | 2 | 6 | 0,045 | 0,0900 |
| PTC > 10T | | 10 | 0,350 | 0,7000 |
| | | 14 | 0,350 | 2,0900 |
| TOTAL | 66 | | | 15,8825 |

(1) : nombre de véhicules

(2) : poids de l'essieu

(3) : équivalence de l'essieu (3) = [(2)/13]⁴

(4) : équivalence total (4) = (1) x (3)

$$\Rightarrow A = \frac{15,8825}{66} = 0,24$$

$$N = T * A * n * c = 66 * 0,24 * 15 * 611 = 1,45 * 10^5$$

AXE N° 2

Tableau n°21

| TYPE DE VEHICULES | (1) | (2) | (3) | (4) = (1)*(3) |
|--------------------------|------------|------------|------------|----------------------|
| Camion à 2 essieux | 13 | 2 | 0,0005 | 0,007 |
| 2T < PTC < 6T | | 4 | 0,009 | 0,117 |
| Camion à 2 essieux | 9 | 3 | 0,003 | 0,0027 |
| 6T < PTC < 10T | | 7 | 0,084 | 0,750 |
| Camion à 2 essieux | 10 | 4 | 0,009 | 0,090 |
| PTC > 10T | | 10 | 0,350 | 0,350 |
| Camion à 3 essieux | 2 | 6 | 0,045 | 0,090 |
| PTC > 10T | | 10 | 0,350 | 0,700 |
| | | 10 | 0,530 | 0,700 |
| Camion à 4 essieux | 2 | 6 | 0,045 | 0,0900 |
| PTC > 10T | | 10 | 0,350 | 0,7000 |
| | | 14 | 1,345 | 2,6900 |
| TOTAL | 36 | | | 9,461 |

(1) : nombre de véhicules

(2) : poids de l'essieu

(3) : équivalence de l'essieu (3) = [(2)/13]⁴

(4) : équivalence total (4) = (1) x (3)

$$A = \frac{9,461}{36} = 0,26$$

$$N = T * A * n * c = 36 * 0,26 * 15 * 15,611 = 186710 = 0,87 * 10^5$$

AXE N° 3

Tableau n°22

| TYPE DE VEHICULES | (1) | (2) | (3) | (4) = (1)*(3) |
|--------------------|-----|-----|--------|---------------|
| Camion à 2 essieux | 9 | 2 | 0,0005 | 0,0045 |
| 2T < PTC < 6T | | 4 | 0,009 | 0,0810 |
| Camion à 2 essieux | 5 | 3 | 0,003 | 0,0150 |
| 6T < PTC < 10T | | 7 | 0,084 | 0,420 |
| Camion à 2 essieux | 5 | 4 | 0,009 | 0,0450 |
| PTC > 10T | | 10 | 0,350 | 1,7500 |
| Camion à 3 essieux | 1 | 6 | 0,045 | 0,0450 |
| PTC > 10T | | 10 | 0,350 | 0,0350 |
| | | 10 | 0,530 | 0,0350 |
| Camion à 4 essieux | 1 | 6 | 0,045 | 0,0450 |
| PTC > 10T | | 10 | 0,350 | 0,3500 |
| | | 14 | 1,345 | 1,345 |
| TOTAL | 21 | | | 4,8005 |

(1) : nombre de véhicules

(2) : poids de l'essieu

(3) : équivalence de l'essieu (3) = [(2)/13]⁴

(4): équivalence total (4) = (1) x (3)

$$A = \frac{4,2005}{21} = 0,23$$

$$N = T * A * n * c = 21 * 0,23 * 15 * 611 = 43997 = 0,44 * 10^5$$

AXE N° 4

Tableau n°23

| TYPE DE VEHICULES | (1) | (2) | (3) | (4) = (1)*(3) |
|--------------------|-----|-----|--------|---------------|
| Camion à 2 essieux | 4 | 2 | 0,0005 | 0,002 |
| 2T < PTC < 6T | | 4 | 0,009 | 0,030 |
| Camion à 2 essieux | 2 | 3 | 0,003 | 0,006 |
| 6T < PTC < 10T | | 7 | 0,084 | 0,168 |
| Camion à 2 essieux | 3 | 4 | 0,004 | 0,027 |
| PTC > 10T | | 10 | 0,350 | 1,050 |
| Camion à 3 essieux | 0 | 6 | 0,045 | 0,000 |
| PTC > 10T | | 10 | 0,350 | 0,000 |
| | | 10 | 0,350 | 0,000 |
| Camion à 4 essieux | 0 | 6 | 0,045 | 0,000 |
| PTC > 10T | | 10 | 0,350 | 0,000 |
| | | 14 | 1,345 | 0,000 |
| TOTAL | 9 | | | 1,289 |

(1) : nombre de véhicules

(2) : poids de l'essieu

(3) : équivalence de l'essieu (3) = [(2)/13]⁴

(4) : équivalence total (4) = (1) x (3)

$$\Rightarrow A = \frac{1,289}{9} = 0,23$$

$$N = T * A * n * c = 9 * 0 ; 14 * 15 * 611 = 11813 = 0,12 * 10^5$$

La prévision du trafic supérieur à trois tonne dans le deux sens (2)

$$N_{13}^1 = \alpha * \beta * t$$

α : Pourcentage d'accroissement manuel (i = 7%) le

β : Coefficient correcteur égal à 1 (u = 15 ans)

t : nombre de véhicule dont le TTC est supérieure à 3 tonnes

Tableau n°24

| Axes | t | α | β | N'[v/j] |
|------|-----|----------|---------|---------|
| 1 | 66 | 0,79 | 1 | 52 |
| 2 | 3,6 | 0,79 | 1 | 28 |
| 3 | 21 | 0,79 | 1 | 17 |
| 4 | 9 | 0,79 | 1 | 7 |

IV - 3 - MATERIAUX

Le coût de projet de la reconstitution de la route et la capacité portante du corps de la chaussée dépend essentiellement des matériaux ; il faudrait s'efforcer d'exploiter au maximum les matériaux locaux disponibles pour pouvoir mieux économiser.

IV - 3 - 1 - GISEMENT DE MATÉRIAUX MEUBLE

EMPLASSEMENT

Le gisement meuble qui se situe à proximité d'Ambohidratrimo (Tsarahonenana) sur RN4 au pk 25+800

CARACTERISTIQUES

Tableau n°25

| % Fine | Ip | lcp | hrb | Visuelle | γ_{max} | W% OPM | ICBR à 4 J _{rs} | %GONF 0% à 95% |
|--------|----|-------|-----|-----------|----------------|--------|--------------------------|----------------|
| 6 | np | Sm/sl | A16 | QUARTZITE | 18 | 11 | 21 | 0,00 |

Np : non plastique
 sm/sl : sabla limoneux mal gradué
 % GONF : pourcentage de gonflement

IV - 3 - 2 - GISEMENT ROCHEUX

Emplacement et puissance

Faritany : Antananarivo
 Fivondronana : Ambohidrarimo
 Firaiana : Ampangabe
 Fokotany : Sarimanana

Le gisement est entre les villages FALIHAVANA et MANAFIKANDRO. Accès sur la RN4 au pk 0+00 à droite qui est à 1500 m de la distance de la route.

Le volume exploitable est de 15000 m³ (restant). L'accès est une piste à reprofiler. Le chantier de référence est l'empierrement de la digue d'Andromba

Caractéristique

- Prélèvement fait par le LNTPB en 1982 (réf : dossier 5-047-cl)
- masse volumique apparente égal à 2,67T/m³
 - coefficient de fragmentation statique égal à (LA = 3)
 - micro dévale
 - MDE = 5
 - MDS = 34

Tableau n°26

| ADHESIVITE | | | |
|-----------------|------------|----------------|------------|
| RIEDEL ET WEBER | | % DES ENROBAGE | |
| LIANT | LIANT+DOPE | LIANT | LIANT+DOPE |
| 0,1% | 0,4% | 0,2% | 0,4% |

IV - 4 - DIMENSIONNEMENT DES EPAISSEUR DE LA CHAUSSEE

IV - 4 - 1 - GENERALITE

Généralement il y a trois sortes de dimensionnement de la chaussée :

- méthode empirique
- méthode rationnelle
- méthode semi-empirique.

IV - 4 - 1 - 1 - METHODE EMPIRIQUE

La méthode empiriques sont fondée sur l'expérimentation de chaussée et l'intensités du trafic (Méthode LNTPB, méthode RRL et méthode de l'Asphalt Institu...)

IV - 4 - 1 - 2 - METHODE THEORIQUE RATIONNELLE

La méthode théorique rationnelle assimile la chaussée à un édifice justifiable des procédés d'élasticité.

Elles peuvent se borner à l'étude élastique de systèmes multicouches c'est-à-dire elle est basée sur la considération des contraintes engendrées par des charges trouve sur la chaussée (méthode de JEUFFRO BACHEZ, méthode de JONE, ...)

IV - 4 - 1 - 3 - METHODE SEMI – EMPIRIQUES

Les méthodes semi-empiriques combine les deux méthodes citées ci-dessus.

IV - 4 - 2 - CHOIX DE LA METHODE

Les données recueillies imposent le choix de notre méthode. Dans notre cas, il est évident de choisir la méthode de LNTPB car c'est la seule qui convienne à nos données (l'indice CBR prévisible que supportera la route).

En plus l'expérience du dimensionnement de la chaussée à Madagascar de LNTPB a existé plusieurs années.

IV - 4 - 2 - 1 - PRINCIPE DE LA METHODE DE DIMENSIONNEMENT LNTPB

Le LNTPB a adopte en 1973 son méthode de dimensionnement. Cette méthode a été élaborée par la présence de deux méthode, la méthode de Toad Reseach Laboraty (RRI) et la méthode de l'Asphlalt Instituite (AI). Elle basée sur la portance des sols support (CBR) et admet de la principe de l'équivalence des matériaux.

- Le trafic pris en compte se divise en deux catégories.
- Le trafic de la répartition normale (TN)
- Le trafic à forte proportion de poids lourds (TL).

L'épaisseur équivalente de la méthode est donnée par l'expression : $e = \frac{e(R.R.L) + 3*e(AI)}{4}$

e (R.R.L): épaisseur équivalente par la méthode de R.R.L

e (A.I) : épaisseur équivalente par la méthode de l'Asphalt Instituite

e : épaisseur équivalente par la méthode de LNTPB

3* : indique que la méthode de l'Asphalt Instituite est plus adaptée et plus proche des condition locales.

Deux abaques correspondants aux répartitions d le trafic TN et TL ont été tracés ; ils donnent directement l'épaisseur équivalente requise en fonction du nombre cumulé de véhicules journalier pour la première année de mise en service et du CBR de la plate-forme (voir figure n°01).

**ABAQUE DE DIMENSIONNEMENT DES CHAUSSEES A
MADAGASCAR**

(LNTPB)

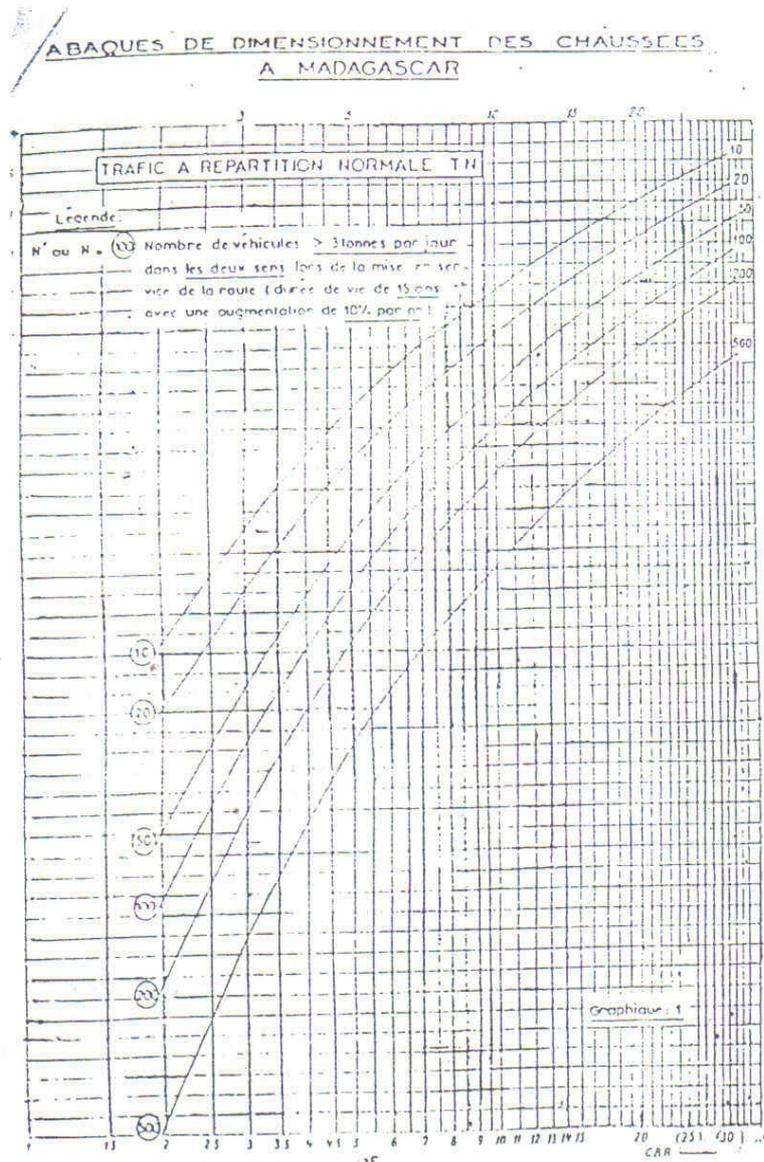


Figure N° II-8 : Abaque de dimensionnement L.N.T.P.B.

ABAQUE DE DIMENSIONNEMENT DES CHAUSSEES A MADAGASCAR

(LNTPB)

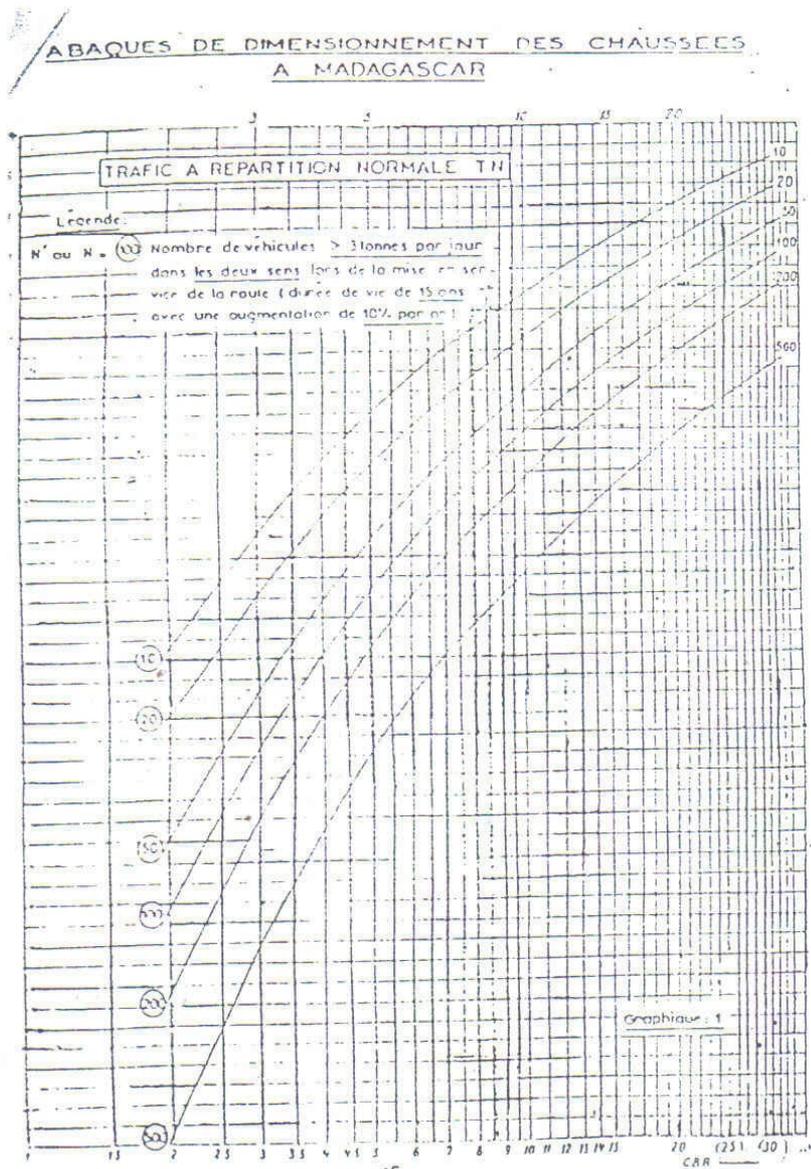


Figure N° II-8 : Abaque de dimensionnement L.N.T.P.B.

A – VARIANTE 1

a. CALCUL DES EPAISSEURS

Les hypothèses présent sont les suivante :

CBR de la plate-forme : L'estimation CBR est basée par le sondage sur le site et les documents consultés à LNTPB, plate-forme en latéritique argileux rouge, on prendra comme valeur de CBR = 20

- le nombre de véhicule >3 tonnes
- La durée de vie est égale à 15 ans
- Les coefficients d'équivalences :
 - $a_1 = 1$ pour l'épaisseur de la couche de roulement inférieure à 4 cm (EPC) ;
 - $a_2 = 1$ pour l'épaisseur de la couche de base en GCNT 0/31⁵
 - $a_3 = 0,6$ pour l'épaisseur de la couche de la fondation qui a des valeurs de CBR entre 20 et 30

D'après l'abaque de LNTPB correspond donc à la catégorie de TN pour un CBR = 20, les épaisseurs sont données par le tableau ci-après :

Tableau n°27

| AXES | EPAISSEURES EQUIVALENTES [CM] |
|------|----------------------------------|
| 1 | 22 |
| 2 | 21 |
| 3 | 20 |
| 4 | 18 |

On a la relation ci-après :

$$e_{\text{eq}} = a_1 h_1 + a_2 h_2 + a_3 h_3$$

e_{eq} : épaisseurs d'équivalence

a_1 : coefficient d'équivalence pour l'épaisseur de la couche de roulement (EDC)

h_1 : épaisseur de couche de roulement (EDC)

a_2 : coefficient d'équivalence pour l'épaisseur de base (GCNT)

h_2 : épaisseur de couche de base (GCNT)

a_3 : coefficient d'équivalence pour l'épaisseur de la couche de fondation CBR 20

h_3 : épaisseur de couche de fondation CBR 20.

D'après la relation (1), on trouve l'épaisseur des couches. Elle est représentée dans le tableau suivant :

Tableau n°28

| AXES | EPAISSEUR EQUIVALENT E [cm] | EPAISSEUR DES COUCHES [cm] |
|------|-----------------------------|--|
| 1 | 26 | Epaisseur de la couche de roulement : 3cm d'EDC Epaisseur de la couche de base : 23 cm GCNT 0/31 ⁵ |
| 2 | 22 | Epaisseur de la couche de roulement : 3cm d'EDC Epaisseur de la couche de base : 19 cm GCNT 0/31 ⁵ |
| 3 | 22 | Epaisseur de la couche de roulement : 3cm d'EDC Epaisseur de la couche de base : 19 cm GCNT 0/31 ⁵ |
| 4 | 20 | Epaisseur de la couche de roulement : 3cm d'EDC Epaisseur de la couche de base : 17 cm GCNT 0/31 ⁵ |

b - VERIFICATION DES CONTRAINTES

Le dimensionnement proprement dit a été basé sur la vérification des contraintes :

- σ_r : contrainte radiale ;
- σ_z : contrainte de compression.

Les contraintes sont en fonction des caractéristiques résiduelles de la chaussée existante (module d'élasticité, portance de la CBR de trafic).

La contrainte de compression admissible sur la surface de la plate-forme est généralement déterminé par la formule de KERHOVEN-DURMON :

$$\sigma_{zadm} = \frac{0,3 \text{ CBR}}{1 + 0,7 \log N}$$

N : nombres total de trafic de la roue de 6,5 tonnes avec pression de gonflage $q = 6,62$ bars durant la durée de service.

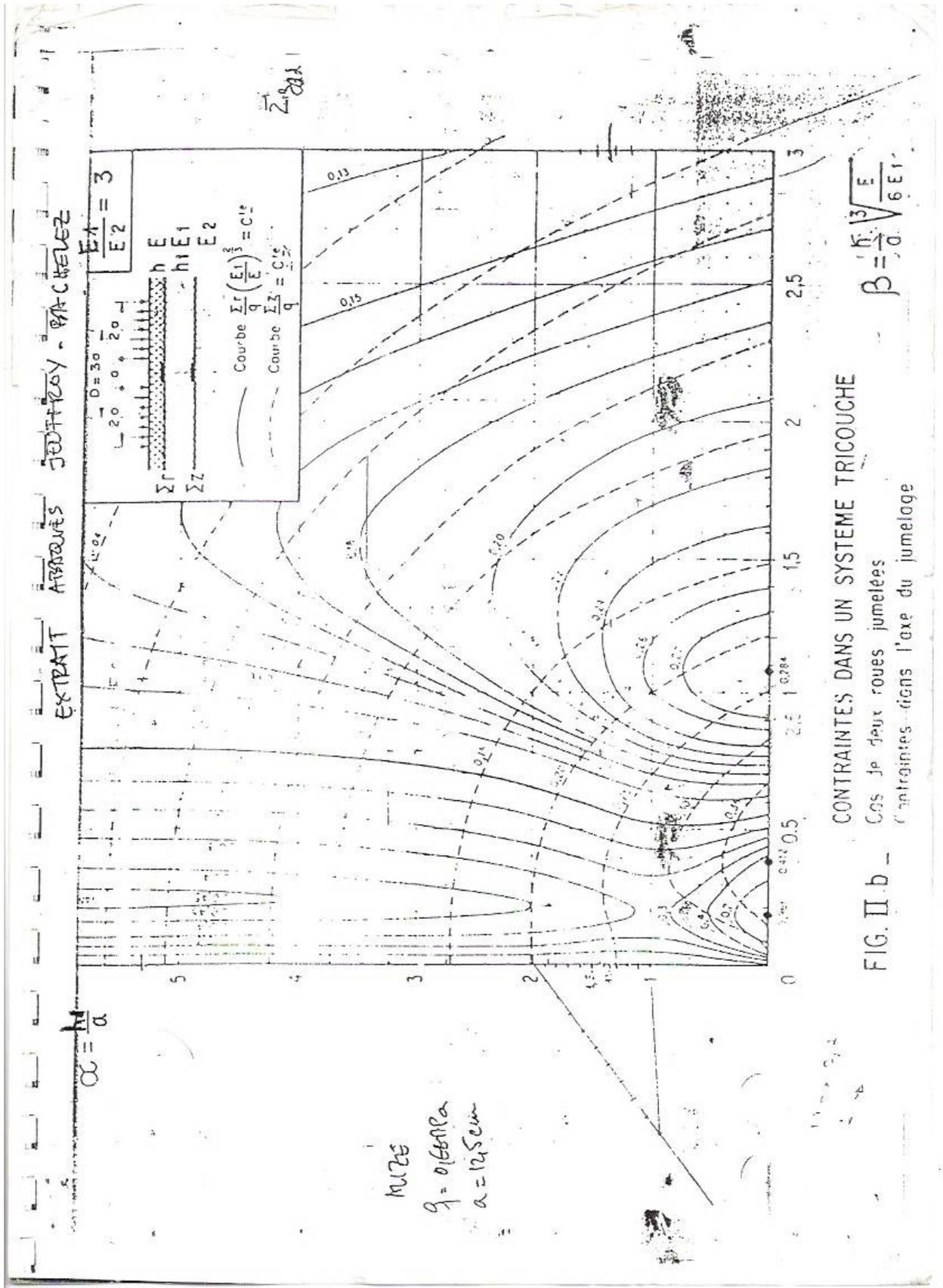
En ce qui concerne la contrainte radiale admissible, nous prenons $\sigma_{z adm} = 10$ bars

Les abaque de JEUFFROY-BACHELEZ, dans la figure n°2, permet de tirer les contraintes σ_r et σ_z en fonction des paramètres ci-après :

Le tableau suivant résume les calculs réalisés en annexe n°19 (le détail de calcul).

Tableau n°29

| AXES | CONTRAINTE DANS L'AXES DE JUMELAGES | | CONTRAINTE ADMISSIBLE | |
|------|-------------------------------------|-------------------|------------------------|------------------------|
| | σ_z [bars] | σ_r [bars] | σ_{zadm} [bars] | σ_{radm} [bars] |
| 1 | 1,20 | 0,35 | 1,30 | 10 |
| 2 | 1,35 | 0,34 | 1,36 | 10 |
| 3 | 1,35 | 0,34 | 1,41 | 10 |
| 4 | 1,48 | 0,29 | 1,56 | 10 |



B - VARIANTE 2

B - 1 - FORME ET DIMENSION DES PAVES

A Madagascar, on n'est pas encore arrivé à trouver la note de calcul pour dimensionner les chaussées en pavés. On utilise la méthode pratique basée sur le choix de type de fondation.

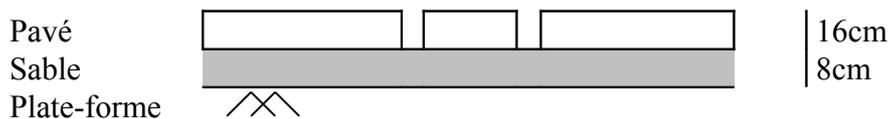
Ce choix dépend uniquement du volume du trafic et de la portance du sol support.

B - 1 - 1 - TYPES DE FONDATION DES CHAUSSEES EN PAVES

B - 1 - 1 - 1 - FONDATION EN SABLES

Pour un sol de plate-forme très résistant qui a de $CBR > 20$ et les réseaux à trafic faible ou moyen $T < 100 \text{ v/j}$, on a :

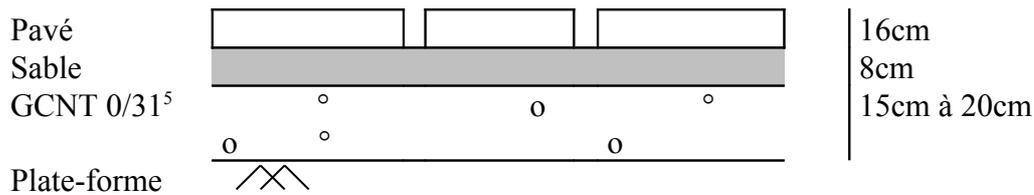
Schémas n°3



B - 1 - 1 - 2 - FONDATION EN GCNT 0/31⁵

Pour le trafic moyen et lourd $1000 < T < 3000 \text{ v/j}$ et de la plate-forme qui a d faible et de moyenne portance $5 < CBR < 30$, on a :

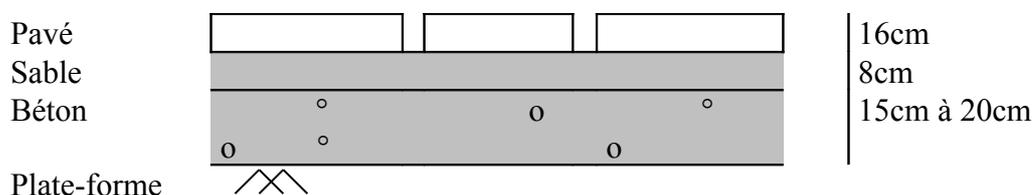
Schémas n°4



B - 1 - 1 - 3 - FONDATION EN BETON

Pour le trafic élevé $3000 \text{ v/j} < T < 12000 \text{ v/j}$ et un sol de la plate-forme qui a de faible et moyenne portance $5 < CBR < 30$, on a :

Schémas n°5



REMARQUE

Les matériaux utilisés pour la couche de fondation des chaussées en pavés sont nombreux. Ce ne sont pas les trois types cités précédemment.

On peut citer comme exemples des matériaux stabilisés pour couche de fondation :

- couche de fondation en matériaux stabilisés au ciment ;
- couche de fondation en matériaux stabilisés à la chaux.

Son épaisseur dépend du volume du trafic et de la capacité portante du sol support.

B - 2 - CHOIX DE FONDATION DE LA CHAUSSEE EN PAVE

Dans notre cas, la route est bien assainie, le volume de trafics est légèrement faible, la plate-forme de terrassement est constituée de terrain naturel en limon argileux très compacte, donc notre choix est la fondation en sable indiquée sur le schéma n°3 (pour toutes les axes).

Schémas n°6



CONCLUSION

Notre étude de la réhabilitation de la chaussée sont basée par les degrés de dégradation observés, les descriptions respectées de la section homogènes pars tronçons de la chaussée suivant le schémas de l'itinéraire et la portance de volume des trafics.

Nous avons proposés deux variantes qui sont totalement différente, la première variante est la chaussée souple la deuxième est la chaussée en pavé.

Comme nous avons vous dire que la deuxième variante n'est pas dominée (le dimensionnement), même au point de vue économique, moins cher que la première, nous proposons la première.

Rapport-Gratuit.com

QUATRIEME PARTIE :

ESTIMATION DES COUTS

INTRODUCTION

Pour faire l'estimation du coût du projet, nous tenons à mener cette étude comme suit :

- Nous essayons dans un premier temps d'élaborer le devis descriptif sur l'origine des prix des différents travaux.
- Puis de quantifier les paramètres relatifs à la reconstruction du tronçon étudié.
- Calculer et élaborer les sous détails, le prix respectif des éléments précédents (les différents travaux)
- Enfin et compte tenu de ces paramètres cités auparavant, nous procédons à l'estimation du coût de notre projet dans le "bordereau détail-estimatif".

CHAPITRE PREMIER : DEVIS DESCRIPTIFS-ORIGINES DES PRIX

Nous proposons dans ce qui suit, pour les travaux de reconstruction de notre axe, le choix des principaux paramètres énumérés auparavant :

- Paramètres de terrassement
- Paramètres d'ouvrages d'art et d'assainissement.
- Paramètres de chaussées.

I - 1 - TERRASSEMENT :

L'exécution de terrassement comprend les travaux suivants :

I - 1 - 1 - ARAGE-DÉBROUSSAILLAGE :

Ce prix concerne la réalisation de l'arasement des accotements existants :

- L'arrachage de toutes végétations
- L'enlèvement des racines et des souches éventuelles.
- Le réglage soigné de l'accotement et de son raccordement au fossé ou autobus.
- L'évacuation de tous les produits végétaux, terre végétale, matériaux provenant de l'arasement et au lieu de dépôt.

Ce prix est rémunéré par MÈTRE CARRÉ.

I - 1 - 2 - Déblai ordinaire :

Ce prix concerne les déblais nécessaires à la réalisation du profil en travers du type applicable, y compris le décaissement des accotements, l'extraction des matériaux et leur rechargement, le transport des matériaux de déblais jusqu'à un lieu de dépôt et leur déchargement.

Ce prix est rémunéré au METRE CUBE en volume sur place.

I - 1 - 3 - REMBLAI PROVENANT DU DÉBLAI (reprofilage) :

Ce prix est rémunéré au METRE CUBE en place de la réalisation de remblai en provenance du déblai. Il comprend :

- le déblai ;
- le réglage et l'arrosage ;
- le compactage, toutes sujétions de mise en œuvre.

I - 1 - 4 - REMBLAI D'EMPRUNT :

Ce prix concerne la réalisation de remblai en provenance d'emprunt et comprend :

- Les pistes d'accès et leurs entretiens,
- Les frais de recherches et le gîte d'emprunt,
- L'extraction après le débroussaillage, décapage,
- Le chargement, le transport, le répandage, le compactage et la mise en œuvre.

La quantité prise en compte est le METRE CUBE.

I - 2 - ASSAINISSEMENT ET OUVRAGES :

I - 2 - 1 - FOUILLES DIVERSES :

Ce prix concerne les fouilles en terrain de toute nature par fondation d'ouvrages, d'assainissement et d'aménagement divers, y compris l'extraction des terres et leurs chargements, les transports et les déchargements au lieu du dépôt, le blindage, les époussettes, le remblayage et le compactage, le volume inoccupé par l'ouvrage et toutes sujétions d'exécution.

La quantité à prendre en compte est en MÈTRE CUBE.

I - 2 - 2 - CURAGES DES BUSES OU DES DALOTS :

Ce prix s'applique au METRE LINEAIRE de curage de buses ou dalots existants, quel que soit leur diamètre ou l'ouverture.

Il comprend :

- L'extraction des matériaux existants à l'intérieur de l'ouvrage et le chargement,
- Le transport et le déchargement,
- Toutes sujétions de nettoyage.

I - 2 - 3 - DALOTS DE 60CMX50CM :

Ce prix s'applique au METRE LINEAIRE des dalots.

Il comprend :

- La fouille en terrain de toutes natures, jusqu'à la côte voulue,
- Les fournitures, y compris les armatures et leurs transports, la mise en œuvre (Radier en B.A, en maçonnerie de moellons et en B.A) et toutes sujétions,
- Le damage ou compactage, les volumes non occupés par les ouvrages.

I - 2 - 4 - BÉTON DOSÉ À 250 KG/M³ :

Ce prix s'applique au METRE CUBE de béton dosé à 250 kg/m³ de ciment pour semelles de propreté.

Il comprend :

- Les fournitures et leurs transports,
- Le terrassement et leurs fouilles en terrain de toutes natures y compris rocheux,
- Le chargement, le transport et le déchargement,
- La fabrication avec malaxage mécanique, le coffrage éventuel,
- La mise en œuvre, le damage ou compactage de toutes sujétions.

I - 2 - 5 - BÉTON DOSÉ À 350 KG/M³ :

Ce prix s'applique au METRE CUBE de béton dosé à 350 kg/m³ de ciment, la mise en œuvre est la même que celle du béton dosé à 250 kg/m³.

I - 2 - 6 - ACIER POUR BÉTON ARMÉ :

Ce prix s'applique au KILOGRAMME d'acier type FeE 24 ou FeE 40 pour béton armé de tous ouvrages d'aménagements divers et de reprise d'ouvrages existants.

Il comprend :

- Les fournitures et leurs transports,
- Le façonnage et la ligature,
- Les chutes et toutes sujétions de mise en œuvre et l'exécution.

I - 2 - 7 - CANALISATIONS EN MAÇONNERIE DE MOELLONS COUVERCLE :

Concerne les canalisations en maçonnerie de moellons et les couvercles en béton armé dosé à 350 kg/m³.

Il comprend :

- Les fournitures et leurs transports,
- La maçonnerie de moellons,
- La fabrication et la fourniture de béton,
- La mise en œuvre, l'exécution des joints et toutes sujétions.

Non couvercle :

Concerne les canalisations en maçonnerie de moellons.

Il comprend :

- les fournitures et leurs transports, les terrassements correspondants et fouilles,
- la fabrication et la fourniture de béton,
- la mise en œuvre, l'exécution des joints et toutes sujétions.

I - 3 - CHAUSSEE :

I - 3 - 1 - SCARIFICATION :

Concerne les chaussées revêtues et comprend :

- La pioche de la chaussée existante sur une épaisseur restreinte limitée au revêtement,
- Toutes sujétions pour l'exécution des travaux.

La quantité à prendre en compte est le MÈTRE CARRÉ.

I - 3 - 2 - EPAULEMENTS :

Les épaulements pour élargissement comprennent :

- Le décaissement d'une partie de l'accotement;
- Son remplissage;
- L'exécution du décaissement, y compris le rétaillage de la chaussée;
- Toutes les sujétions de compactage et mise en œuvre.

I - 3 - 3 - COUCHE DE FONDATION :

S'applique au METRE CUBE de matériaux "sables" pour couche de fondation et comprend:

- Chargement de matériaux;
- Les transports;
- La mise en œuvre.

I - 3 - 4 - COUCHE DE BASE EN GRAVE CONCASSÉE (GCNT) 0/31⁵:

S'applique au METRE CUBE de fourniture et mise en œuvre et comprend :

- La fourniture de matériaux et leur transport;
- La fabrication et leur transport;
- Le répandage, le compactage et toutes sujétions de mise en œuvre.

I - 3 - 5 - ENROBÉS DENSES À CHAUD :

Ce prix s'applique à la TONNE d'enrobés denses 0/12,5 pour reflachages, revêtement sur passages d'accès ou autres et comprend :

- toutes fournitures et transports;
- tous les frais et sujétions de fabrication;
- le balayage à vif des surfaces préalablement mises en œuvre
- tous les frais et sujétions de mise en œuvre.

I - 3 - 6 - PAVÉ :

Le prix s'applique par unité du revêtement sur passages d'accès et comprend :

- Toutes fournitures et transports;
- Tous les frais et sujétions de la mise en œuvre.

I - 3 - 7- SABLE POUR PAUSE DE PAVÉS :

Ce prix s'applique au METRE CUBE de matériaux "sable" pour pause des pavés et comprend :

- Le chargement de matériaux;
- Les transports;
- La mise en œuvre.

I - 3 - 8 - BORDURE, JET D'EAU :

Ce prix s'applique au METRE LINEAIRE et comprend :

- Toutes fournitures et transports;
- La fabrication et l'amenée à pied d'œuvre;
- Les fouilles en terrain de toutes natures;
- La mise en place, les réglages en plan et niveau de calage;
- L'évacuation et le réglage des gravois ou terres en excès.

I - 3 - 9 - RECHARGEMENT DES ACCOTEMENTS :

Ce prix rémunéré au METRE CUBE de volume en place de l'exécution d'accotement des chaussées et le rechargement des accotements.

Il comprend :

- La recherche et l'extraction des sols nécessaires;
- Leurs chargements et leurs transports;
- Leurs déchargements et leur réglage selon le profil de l'accotement.

CHAPITRE II : DEVIS QUANTITATIF

Ils sont présentés par les tableaux ci-après :

II -1 - TERRASSEMENT :

II - 1 - 1 - ARAGE - DÉBROUSSAILLAGE :

Tableau n°27

| AXES | TRONCONS Pk... au ...Pk | LONGUEUR [m] | LARGEUR [m] | SURFACE [m ²] |
|------|----------------------------|-----------------|----------------|------------------------------|
| 2 | 0+000 au 0+404 | 404 | 2 | 804 |

II - 1 - 2 - DÉBLAI ORDINAIRE :

Tableau n°28

| AXES | TRONCONS Pk... au ...Pk | LONGUEUR [m] | LARGEUR [m] | EPAISSEUR [m] | VOLUME [m ³] |
|------|----------------------------|-----------------|-------------|------------------|-----------------------------|
| 2 | 0+000 au 0+705 | 705 | 2,15 | 0.95 | 1439 |

II - 1 - 3 - REMBLAI PROVENANT DU DÉBLAI (Reprofilage):

Tableau n°29

| AXES | TRONCONS Pk... au ...Pk | LONGUEUR [m] | LARGEUR [m] | EPAISSEUR [m] | VOLUME [m ³] |
|------|----------------------------|-----------------|----------------|------------------|-----------------------------|
| 1 | 0+432 au 1+872 | 440 | 6 | 0,20 | 262 |
| 2 | 0+705 au 1+015 | 320 | 6 | 0,40 | 768 |
| 3 | 0+000 au 0+737 | 737 | 6 | 0,25 | 1105.5 |
| 4 | 0+000 au 0+315 | 315 | 6 | 0,20 | 378 2518.5 |

II - 1 - 4 - REMBLAI D'EMPRUNT

Tableau n°30

| AXES | TRONCONS Pk... au ...Pk | LONGUEUR [m] | LARGEUR [m] | EPAISSEUR [m] | VOLUME [m ³] |
|------|----------------------------|-----------------|----------------|------------------|-----------------------------|
| 2 | 1+025 au 1+225 | 200 | 5 | 1,5 | 1500 |

II - 2 - ASSAINISSEMENT

II - 2 - 1 - FOUILLES DIVERSES :

Tableau n°31

| AXES | Nb | LONGUEUR [m] | LARGEUR [m] | HAUTEUR [m] | VOLUME [m] |
|------|----|-----------------|----------------|----------------|-------------------------|
| 1 | 2 | 5 | 2,50 | 2,0 | 42 |
| 2 | 2 | 5 | 2,50 | 2,0 | 42 |
| 3 | 1 | 5 | 2,50 | 2,0 | 21 |
| 4 | 1 | 5 | 2,50 | 2,0 | 21 216m ³ |

II - 2 - 2 - CURAGES DES BUSES ET DALOTS :

Tableau n°32

| AXES | NOMBRE | LONGUEUR [m] | TOTAL |
|------|--------|--------------|-------|
| 1 | 2 | 5 | 10 |

TOTAL: 10ml

II - 2 - 3 - DALOTS :

Tableau n°33

| AXES | NOMBRE | LONGUEUR [m] | TOTAL |
|------|--------|--------------|-------|
| 1 | 2 | 5 | 10 |
| 2 | 2 | 5 | 10 |
| 3 | 1 | 5 | 5 |
| 4 | 1 | 5 | 5 |

TOTAL : 30ml

Le tableau ci-après présente les quantités des matériaux de tous les dalots

Tableau n°34

| DESIGNATION DES MATERIAUX | UNITE | QUANTITE POUR 1ml DE DALOT | LONGUEUR TOTALE DES DALOTS | QUANTITE |
|-------------------------------------|----------------|----------------------------|----------------------------|----------|
| Béton dosé à 350 kg/m ³ | m ³ | 0,195 | 30 | 5,85 |
| Béton dosé à 250 kg/m ³ | m ³ | 0,104 | 30 | 3,12 |
| Chape dosée à 400 kg/m ³ | m ³ | 0,026 | 30 | 0,78 |
| Maçonnerie de moellon | m ³ | 0,74 | 30 | 22,2 |
| Armature | | | | |
| *Φ10 | barre | 0,73 | 30 | 21,9 |
| *Φ6 | barre | 1,11 | 30 | 33,3 |

II - 2 - 4 - CANALISATION EN MACONNERIE MOELLONS :

a - NON COUVERCLE :**Tableau n°35**

| AXES | TRONCON Pk... au Pk... | QUANTITE [m ³] | |
|-------|---------------------------|----------------------------|------------------------|
| | | Maçonnerie moellon | Béton Q ₂₅₀ |
| 1 | 0+512 au 1+872 | 980,4 | 14,144 |
| 2 | 0+425 au 1+255 | 830 | 13,052 |
| 3 | 0+435 au 0+757 | 217,35 | 03,14 |
| 4 | 0+000 au 0+315 | 169,95 | 03,876 |
| TOTAL | | 2197,703 m ³ | 033,612 m ³ |

b - COUVERCLE :**Tableau n°36**

| AXES | TRONCON Pk... au Pk... | QUANTITE [m ³] | | | |
|-------|---------------------------|--|---|--|------------------|
| | | Maçonnerie moellon [m ³] | Béton Q ₂₅₀ [m ³] | Béton Q ₁₃₅₀ [m ³] | Acier [barre] |
| 1 | 0+000 au 0+512 | 339,36 | 5,325 | 99,84 | 942,08 |
| 3 | 0+000 au 0+435 | 300,15 | 4,524 | 84,825 | 800,4 |
| TOTAL | | 639,31m ³ | 98,49 m ³ | 184,665 m ³ | 1742,48 barres |

II - 3 - CHAUSSEE :**II - 3 - 1 - SCARIFICATION :****Tableau n°37**

| AXES | TRONCON Pk... au ...Pk | LONGUEUR [m] | LARGEUR [m] | SURFACE [m ²] |
|------|---------------------------|-----------------|----------------|------------------------------|
| 1 | 0+000 au 1+432 | 1432 | 5 | 7160 |
| | | | TOTAL | 7160 m ² |

II - 3 - 2 - EPAULEMENTS :

Tableau n°38

| AXES | TRONCONS Pk... au ...Pk | LONGUEUR [m] | LARGEUR [m] | SURFACE [m ²] |
|------|----------------------------|-----------------|----------------|------------------------------|
| 1 | 0+000 au 1+872 | 1872 | 1 | 1872 |
| 2 | 0+000 au 0+705 | 705 | 2,5 | 1762,5 |
| 2 | 0+000 au 1+025 | 320 | 1 | 320 |
| 3 | 0+000 au 0+737 | 737 | 1 | 737 |
| 4 | 0+000 au 0+315 | 315 | 1 | 315 |
| | | | TOTAL | 5006,5 m ² |

II - 3 - 3 - COUCHE DE FONDATION EN SABLES :**Tableau n°39**

| AXES | TRONCONS Pk... au ...Pk | LONGUEUR [m] | LARGEUR [m] | EPAISSEUR [m] | VOLUME [m ³] |
|------|----------------------------|-----------------|----------------|------------------|-----------------------------|
| 1 | 0+000 au 1+872 | 1872 | 4,5 | 0,08 | 673,92 |
| 0,15 | 0+000 au 0+705 | 705 | 4,5 | 0,08 | 253,8 |
| 2 | 0+000 au 1+225 | 520 | 1,5 | 0,08 | 62,4 |
| 3 | 0+000 au 1+737 | 737 | 4,5 | 0,08 | 265,32 |
| 4 | 0+000 au 0+315 | 315 | 4,5 | 0,08 | 113,4 |

TOTAL:

948,72m²**II - 3 - 4 - COUCHE DE BASE EN GCNT 0/315****Tableau n°40**

| AXES | TRONCONS Pk... au ...Pk | LONGUEUR [m] | LARGEUR R [m] | EPAISSEUR [m] | VOLUME [m ³] |
|------|----------------------------|-----------------|------------------|------------------|-----------------------------|
| 1 | 0+000 au 1+872 | 1872 | 4,5 | 0,23 | 1937,52 |
| 2 | 0+000 au 0+705 | 705 | 4,5 | 0,19 | 602,775 |
| 2 | 0+000 au 1+225 | 520 | 1,5 | 0,19 | 148,200 |
| 3 | 0+000 au 1+737 | 737 | 4,5 | 0,19 | 630,135 |
| 4 | 0+000 au 0+315 | 315 | 4,5 | 0,17 | 240,975 |
| | | | | TOTAL | 3559,605 |

II - 3 - 5 - COUCHE DE ROULEMENT :**Tableau n°41**

| AXES | TRONCONS Pk... au ...Pk | LONGUEUR [m] | LARGEUR R [m] | EPAISSEUR [m] | VOLUME [m ³] |
|------|----------------------------|-----------------|------------------|------------------|-----------------------------|
| 1 | 0+000 au 1+872 | 1872 | 4,5 | 0,03 | 252,782 |
| 2 | 0+000 au 0+705 | 705 | 4,5 | 0,03 | 95,175 |
| 2 | 0+000 au 1+225 | 520 | 1,5 | 0,03 | 14,4 |
| 3 | 0+000 au 1+737 | 737 | 4,5 | 0,03 | 99,225 |
| 4 | 0+000 au 0+315 | 315 | 4,5 | 0,03 | 42,525 |
| | | | | TOTAL | 504,027 |

II - 3 - 6 - IMPREGNATION 0/1 :

Tableau n°42

| AXES | TRONCONS Pk... au ...Pk | LONGUEUR [m] | LARGEUR [m] | POIDS [kg/m ²] | QUANTITE [Tonnes] |
|------|----------------------------|-----------------|----------------|-------------------------------|----------------------|
| 1 | 0+000 au 1+872 | 1872 | 4,5 | 1 | 8,424 |
| 2 | 0+000 au 0+705 | 705 | 4,5 | 1 | 3,1725 |
| 2 | 0+000 au 1+225 | 520 | 1,5 | 1 | 0,480 |
| 3 | 0+000 au 1+737 | 735 | 4,5 | 1 | 3,3075 |
| 4 | 0+000 au 0+315 | 315 | 4,5 | 1 | 1,4175 |
| | | | | TOTAL | 16,8015 |

II - 3 - 7 - PAVE :

Tableau n°43

| AXES | TRONCONS Pk... au ...Pk | LONGUEUR [m] | LARGEUR [m] | SURFACE m ² |
|------|----------------------------|-----------------|-------------|---------------------------|
| 1 | 0+000 au 1+872 | 1872 | 4,5 | 8424 |
| 2 | 0+000 au 0+705 | 705 | 4,5 | 3172,5 |
| 2 | 0+000 au 1+225 | 520 | 1,5 | 480 |
| 3 | 0+000 au 1+737 | 735 | 4,5 | 3307,5 |
| 4 | 0+000 au 0+315 | 315 | 4,5 | 1417,5 |
| | | | TOTAL | 16801,5 |

II - 3 - 8 - BORDURE JET D'EAU:

Tableau n°44

| AXES | TRONCONS | LONGUEUR [m] |
|------|----------|--------------|
|------|----------|--------------|

| | | |
|---|----------------|--------|
| | Pk... au ...Pk | |
| 1 | 0+000 au 1+872 | 1872 |
| 2 | 0+000 au 1+025 | 1025 |
| 3 | 0+000 au 1+735 | 735 |
| 4 | 0+000 au 0+315 | 315 |
| | TOTAL | 3947 m |

II - 3 - 9 - RECHARGEMENT DES ACCOTEMENTS :

Tableau n°45

| AXES | TRONCONS Pk... au ...Pk | LONGUEUR [m] | LARGEUR R [m] | SURFACE m ² |
|------|----------------------------|-----------------|------------------|---------------------------|
| 1 | 0+000 au 1+872 | 1872 | 1 | 1872 |
| 2 | 0+000 au 1+025 | 1025 | 1 | 1025 |
| 3 | 0+000 au 1+737 | 735 | 1 | 737 |
| 4 | 0+000 au 0+315 | 315 | 1 | 315 |
| | | | TOTAL | 3947 |

CHAPITRE III : DETAILS ESTIMATIFS

L'évaluation de notre projet est obtenue par application des prix unitaires aux paramètres de quantités (terrassement, assainissement, chaussées) précédemment mis en évidence. Les sous détails de prix pour l'évaluation de travaux sont donnés en annexe 17.

III - 1 - TERRASSEMENT :

Tableau n°46

| DESIGNATION DES TRAVAUX | UNITE | QUANTITE | PRIX UNITAIRE [fmg] | TOTAUX [fmg] |
|----------------------------------|----------------|---------------------------|---------------------|-----------------------|
| Arasage - débroussaillage | m ² | 804 | 4.623 | 3.713.892 |
| Déblai ordinaire | m ³ | 1439 | 16.500 | 23.743.500 |
| Remblai provenant du déblai | m ³ | 2918,5 | 13.000 | 32.740.500 |
| Remblai d'emprunt | m ³ | 1500 | 22.100 | 33.150.000 |
| | | TOTAL TERRASSEMENT | | 93.397.892 fmg |

III - 2 - ASSAINISSEMENT :

Tableau n°47

| DESIGNATION DES TRAVAUX | UNITE | QUANTITE | PRIX UNITAIRE [fmg] | TOTAUX [fmg] |
|----------------------------|----------------|-----------------------------|---------------------|--------------------|
| Fouilles diverses | m ³ | 126 | 16527 | 2.082.402 |
| Curage des buses et dalots | ml | 10 | 34000 | 340.000 |
| Dalots | | | | |
| Béton Q ₃₅₀ | m ³ | 5,85 | 642.059 | 3.756.043 |
| Chape Q ₄₀₀ | m ² | 39,78 | 21.726 | 804.260 |
| Béton Q ₂₅₀ | m ³ | 3,12 | 450.772 | 1.406.408 |
| Maçonnerie de moellon | m ³ | 22,2 | 251544 | 5.584.276 |
| Armature | barre | 55,2 | 28.992 | 1.434.758 |
| Canalisation | | | | |
| Non couvercle | | | | |
| Béton Q ₂₅₀ | m ³ | 33,612 | 450.772 | 15.151.348 |
| Maçonnerie de moellon | m ³ | 2197,703 | 251544 | 552.819,003 |
| Couvercle | | | | |
| *Maçonnerie de moellon | m ³ | 639,51 | 251544 | 160.864,903 |
| Béton Q ₂₅₀ | m ³ | 98,49 | 450.772 | 44.396.534 |
| Béton Q ₃₅₀ | m ³ | 184,665 | 642.059 | 118.565.825 |
| Armatures | barre | 1742,48 | 28.992 | 50.691,9325 |
| | | TOTAL ASSAINISSEMENT | | 988.757.685 |

III - 3 - CHAUSSEE :

VARIANTE 1

Tableau n°48

| DESIGNATION DES TRAVAUX | UNITE | QUANTITE | PRIX UNITAIRE [fmg] | TOTAUX [fmg] |
|--|----------------|----------|---------------------|-------------------|
| Scarification | m ² | 7160 | 6700 | 47.972.000 |
| Epaulement | m ² | 5006,5 | 25.000 | 135.162.500 |
| Couche de base en GCNT 0/31 ⁵ | m ³ | 3559,605 | 153.978 | 548.105.858 |
| Couche de roulement en EPC | m ³ | 4501,027 | 1.167.222 | 588.311.403 |
| Imprégnation CUT-BACK 0/1 | m ² | 16801 | 13.494 | 226.712.694 |
| Bordure jet d'eau | ml | 3947 | 72.916 | 287.799.452 |
| Rechargement des accotements | m ² | 3947 | 4480 | 176.825.560 |
| TOTAL CHAUSSEE | | | | 1.841.741.467 fmg |

VARIANTE 2

Tableau n°49

| DESIGNATION DES TRAVAUX | UNITE | QUANTITE | PRIX UNITAIRE [fmg] | TOTAUX [fmg] |
|------------------------------|----------------|----------|---------------------|-------------------|
| Scarification | m ² | 7160 | 67000 | 47.972.000 |
| Epaulement | m ² | 5006,5 | 25.000 | 125.162.500 |
| Couche de fondation | m ³ | 1368,84 | 73.496 | 100.604.264 |
| Pavé | m ² | 16801,5 | 42.092 | 707.208.738 |
| Bordure jet d'eau | ml | 3947 | 72.916 | 287.799.452 |
| Rechargement des accotements | m ² | 3947 | 4480 | 176.825.560 |
| TOTAL CHAUSSEE | | | | 1.448.612.514 fmg |

RECAPITULATION DES COUTS

VARIANTE 1 :

| | |
|------------------------------------|---------------|
| 1. TERRASSEMENT..... | 93.397.892 |
| 2. ASSAINISSEMENT ET OUVRAGE D'ART | 988.757.685 |
| 3. CHAUSSEE..... | 1.841.741.467 |
| TOTAL HORS TAXE..... | 2.923.897.044 |
| TVA 20%..... | 584.779.409 |
| TOTAL GENERAL TTC..... | 3.508.676.453 |

Le montant est arrêté à la somme de : **TROIS MILLIARDS CINQ CENT HUIT MILLIONS SIX CENT SOIXANTE SEIZE MILLE QUATRE CENT CINQUANTETROIS FRANCS MALAGASY** , toutes taxes comprises .

VARIANTE 2 :

| | |
|--|---------------|
| 1.TERRASSEMENT..... | 93.397.892 |
| 2. ASSAINISSEMENT ET OUVRAGES D'ART..... | 988.757.685 |
| 3. CHAUSSEE..... | 1.448.612.514 |
| TOTAL HORS TVA..... | 2 530 768 091 |
| TVA 20%..... | 506 153 618 |
| TOTAL GENERAL TTC | 3 036 921 709 |

Le montant est arrêté à la somme de : **TROIS MILLIARDS TRENTE SIX MILLIONS NEUF CENT VINGT ET UN MILLE SEPT CENT NEUF FRANCS MALAGASY**, toutes taxes comprises .

CONCLUSION

Les rémunérations ainsi détaillées par les devis descriptifs sont à l'origine des prix estimés par ouvrage et sont dépendantes du crédit alloué à la réhabilitation envisagée.

CONCLUSION GENERALE

La Commune urbaine d'Antehiroka tend bel et bien vers le développement.

Les données ainsi recueillies montrent que la collectivité possède des ressources potentielles (humaines, physiques...) mais malheureusement mal exploitées en général.

Les infrastructures sociales existantes (industries de transformation : COMEPLAST et SMTP, SOVEMA et MADATEX, SOGEMA et PIM, NET A SEC, IVECO et TRANSREY et tant d'autres) et le tourisme souffre de problèmes routiers.

Le développement de la Commune va donc de l'importance et de la nécessité d'entreprendre dans un très bref délai les travaux définis par la réhabilitation des tronçons envisagés et de leur assainissement. Ainsi la sauvegarde de ceux-ci va diminuer les dégradations et par conséquent l'épanouissement de la collectivité s'étendra facilement vers les agglomérations avoisinantes et à distance.

Compte tenu de l'évaluation des coûts dans cette étude, il serait mieux d'établir une programmation à court terme et à moyen terme, pourtant, la contrainte financière ne le permet pas.

Reste donc à la Commune et pour combler l'insuffisance budgétaire de recourir à d'autres financements. Mais rien n'est impossible si la contribution de tout un chacun au sein de la collectivité est bien programmée.

MOTS-CLES : Etude de réhabilitation axe de 8Km ; Dimensionnement chaussée ; Aménagement réseaux d'assainissement ; Devis estimatif et quantitatif ; Devis descriptif

SCHEMA-ITINERAIRE

LEGENDE

| | |
|--|--|
| | Carrefour |
| | Axe de la route (dans le tracé en plan) |
| | Terrain naturel (T.N) |
| | Ligne rouge |
| | Pente |
| | Rempe |
| | Profil en travers (déblai) |
| | Profil mixte |
| | Profil en travers (Remblai) |
| | Dentelle de rive |
| | Ravinement dans les deux roues |
| | Ravinement dans une seule roue |
| | E.D.C |
| | GENT/031 ⁵ |
| | Couche de fondation en sable |
| | PLATE FORME |
| | Nids-de-poule |
| | Buse ensablée partiel |
| | Buse ensablée total |
| | Buse aérée (avec le sens d'écoulement) |
| | Dalots neuve (avec le sens d'écoulement) |
| | Exutoire (avec le sens d'écoulement) |

AXE N° 01 (Route revêtue)



- Dentelle de rive
- Absence d'assainissement

- Mouvement de matériaux
- Absence d'assainissement



Carrefour
(Début de l'axe n° 04)

AXE N°01 (Route en terre)



- Buse ensablée
partiellement

- Ravinement
(Rigoles longitudinales
d'érosion à forte
profondeur)
- Absence d'assai-
nisement.



AXE N° 02
(Route revêtue)



- Route en bonne état
- Largeur insuffisante
- Absence d'assainissement

- Idem -



Carrefour
(. fin de l'axe n°03)

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES



AXE N°02

(Route en terre)



- Ravinement
(Rigoles longitudinal
d'érosion, c'est la
formation des
ravins.)

- Digue



AXE N° 03
(Route en terre)



- Ravinement
(Rigoles longitudinale
d'érosion, c'est
la formation des
ravins.)
- Absence d'assè-
nissement

- Idem -



AXE N° 03
(Route en terre)



- Ravinement
(Rigoles longitudinale
d'érosion, c'est
la formation des
ravins.)
- Absence d'asse-
nissement

- Idem -



BIBLIOGRAPHIE

- 1- **SAUTEREY-R.AUTRE P** : *Guide d'Auscultation des chaussées souple, Guide technique (1978)*
- 2- **L C P C** : *Guide d'Auscultation des chaussée souple. Eyrolle (1977)*
- 3- **SETRA-L C P C** : *Catalogue de dégradation de chaussée 2ième édition (fév: 1972)*
- 4- **DURET.L** *Estimation des débits de crues à Madagascar (1973)*
- 5- **B C O M** *Hydraulique routière, Ministère de la coopération (1975)*
- 6- **L N T P B** *Les chroniques du L N T P B bulletin d'informations technique (Mars1973)*
- 7- **MONITEUR** *L'assainissement en milieu urbain ou rural*
- 8- *Hydraulique appliqué tome 2 : assainissement*

ANNEXES

ANNEXE 1
ESTIMATION DE LA CONSOMMATION AUX HORIZONS
1992-1997 ET 2015

RIZ

HYPOTHESES

a*=3% (source : plan quinquennal 1986-1990)

c**= 100kg/hab/an (source : enquête)

| ANNEE | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Consommation [tonnes] | 2360 | 2430 | 2500 | 2570 | 2660 | 2740 | 2820 | 2900 | 2990 | 3080 |

| ANNEE | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Consommation [tonnes] | 3170 | 3270 | 3360 | 3460 | 3570 | 3680 | 3790 | 3500 | 4020 |

MAÏS

HYPOTHESES

a*=6.1 (source: plan quinquennal 1986-1990)

c**= 15Kg/hab/an (source : enquête)

| ANNEE | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Consommation [tonnes] | 353 | 375 | 398 | 423 | 448 | 476 | 505 | 536 | 568 | 603 |

| ANNEE | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Consommation [tonnes] | 639 | 679 | 720 | 764 | 811 | 850 | 913 | 968 | 1027 |

MANIOC

HYPOTHESES

a*=4.1% (source : plan quinquennal 1986-1990)

c**= 40kg/hab/an (source : enquête)

| ANNEE | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Consommation [tonnes] | 943 | 982 | 1023 | 1064 | 1108 | 1154 | 1201 | 1250 | 1301 | 1355 |

| ANNEE | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Consommation [tonnes] | 1410 | 1468 | 1528 | 1591 | 1656 | 1724 | 1795 | 1869 | 1945 |

PATATE DOUCE

HYPOTHESES

a*=3.6% (source : plan quinquennal 1986-1990)

c**= 31kg/hab/an (source : enquête)

| ANNEE | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Consommation [tonnes] | 751 | 757 | 784 | 813 | 843 | 873 | 904 | 937 | 971 | 1006 |

| ANNEE | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Consommation [tonnes] | 1042 | 1097 | 1118 | 1158 | 1200 | 1243 | 1288 | 1344 | 1382 |

POMME DE TERRE

HYPOTHESES

a*=8.3% (source : plan quinquennal 1986-1990)

c**= 100kg/hab/an (source : enquête)

| ANNEE | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Consommation [tonnes] | 2359 | 2555 | 2782 | 2996 | 3245 | 3515 | 3806 | 4122 | 4464 | 4835 |

| ANNEE | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Consommation [tonnes] | 5236 | 5671 | 6142 | 6652 | 7024 | 7802 | 8449 | 9150 | 9950 |

ARACHIDE

HYPOTHESES

a*=3% (source : plan quinquennal 1986-1990)

c**= 2.5Kg/hab/an (source : enquête)

| ANNEE | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Consommation [tonnes] | 59 | 61 | 63 | 64 | 66 | 68 | 70 | 72 | 74 | 76 |

| ANNEE | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Consommation [tonnes] | 79 | 81 | 84 | 86 | 89 | 91 | 94 | 97 | 100 |

HARICOT

HYPOTHESES

a*=0.3% (source : plan quinquennal 1986-1990)

c**= 10kg/hab/an (source : enquête)

| ANNEE | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Consommation [tonnes] | 235 | 243 | 250 | 257 | 265 | 273 | 281 | 290 | 298 | 307 |

| ANNEE | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Consommation [tonnes] | 317 | 326 | 336 | 346 | 356 | 367 | 358 | 389 | 401 |

ANNEXE N°2
CALCUL D'APPROVISIONNEMENT DES PRODUCTIONS ET LES PRODUCTIONS
DESTINEES A LA VENTE

RIZ

| ANNEE | PRODUCTION [Tonnes] | CONSOMMATION [Tonnes] | BILAN [Tonnes] |
|-------|------------------------|--------------------------|-------------------|
| 2000 | 2227 | 2970 | -343 |
| 2001 | 2227 | 2660 | -433 |
| 2002 | 2227 | 2740 | -513 |
| 2003 | 2227 | 2820 | -593 |
| 2004 | 2227 | 2900 | -673 |
| 2005 | 2227 | 2990 | -763 |
| 2006 | 2227 | 3080 | -853 |
| 2007 | 2227 | 3170 | -943 |
| 2008 | 2227 | 3270 | -1043 |
| 2009 | 2227 | 3360 | -1133 |
| 2010 | 2227 | 3460 | -1233 |
| 2011 | 2227 | 3790 | -1343 |
| 2012 | 2227 | 3680 | -1453 |
| 2013 | 2227 | 3770 | -1563 |
| 2014 | 2227 | 3800 | -1573 |
| 2015 | 2227 | 4020 | -1793 |

Approvisionnement du riz dans 15 ans (durée du projet)

16.248[Tonnes]

MANIOC

| ANNEE | PRODUCTION [Tonnes] | CONSOMMATION [Tonnes] | BILAN [Tonnes] |
|-------|------------------------|--------------------------|-------------------|
| 2000 | 1278 | 29701064 | 214 |
| 2001 | 1278 | 1108 | 170 |
| 2002 | 1278 | 1194 | 124 |
| 2003 | 1278 | 1201 | 77 |
| 2004 | 1278 | 1250 | 28 |
| 2005 | 1278 | 1301 | -23 |
| 2006 | 1278 | 1351 | -73 |
| 2007 | 1278 | 1410 | -131 |
| 2008 | 1278 | 1468 | -196 |
| 2009 | 1278 | 1528 | -25 |
| 2010 | 1278 | 1599 | -312 |
| 2011 | 1278 | 1656 | -378 |
| 2012 | 1278 | 1724 | -466 |
| 2013 | 1278 | 1795 | -517 |
| 2014 | 1278 | 1869 | -591 |
| 2015 | 1278 | 1954 | -676 |

Approvisionnement de manioc dans 15 ans (durée du projet)

3593[Tonnes]

Total des productions du manioc destiné à la vente dans 15 ans (durée du projet) 693[Tonnes]

PATATE DOUCE

| ANNEE | PRODUCTION [Tonnes] | CONSOMMATION [Tonnes] | BILAN [Tonnes] |
|-------|------------------------|--------------------------|-------------------|
| 2000 | 114 | 813 | -699 |
| 2001 | 114 | 843 | -729 |
| 2002 | 114 | 873 | -759 |
| 2003 | 114 | 904 | -790 |
| 2004 | 114 | 937 | -823 |
| 2005 | 114 | 971 | -865 |
| 2006 | 114 | 1006 | -871 |
| 2007 | 114 | 1042 | -929 |
| 2008 | 114 | 1097 | -983 |
| 2009 | 114 | 1118 | -1004 |
| 2010 | 114 | 1158 | -1044 |
| 2011 | 114 | 1200 | -1086 |
| 2012 | 114 | 1243 | -1129 |
| 2013 | 114 | 1288 | -1174 |
| 2014 | 114 | 1344 | -1230 |
| 2015 | 114 | 1382 | -11268 |

Approvisionnement de patate douce dans 15 ans (durée du projet)

15.379[Tonnes]

POMME DE TERRE

| ANNEE | PRODUCTION [Tonnes] | CONSOMMATION [Tonnes] | BILAN [Tonnes] |
|-------|------------------------|--------------------------|-------------------|
| 2000 | 58 | 2996 | -2938 |
| 2001 | 58 | 3245 | -3187 |
| 2002 | 58 | 3515 | -3457 |
| 2003 | 58 | 3806 | -3748 |
| 2004 | 58 | 4122 | -4064 |
| 2005 | 58 | 4464 | -4404 |
| 2006 | 58 | 4835 | -4777 |
| 2007 | 58 | 5236 | -5178 |
| 2008 | 58 | 5671 | -5613 |
| 2009 | 58 | 6142 | -6084 |
| 2010 | 58 | 6652 | -6594 |
| 2011 | 58 | 7025 | -6967 |
| 2012 | 58 | 7802 | -7744 |
| 2013 | 58 | 8449 | -8391 |
| 2014 | 58 | 9150 | -9092 |
| 2015 | 58 | 9950 | -9892 |

Approvisionnement de pomme de terre dans 15 ans (durée du projet)

92.130[Tonnes]

ARACHIDES

| ANNEE | PRODUCTION [Tonnes] | CONSOMMATION [Tonnes] | BILAN [Tonnes] |
|-------|------------------------|--------------------------|-------------------|
| 2000 | 9 | 64 | -53 |
| 2001 | 9 | 66 | -55 |
| 2002 | 9 | 68 | -57 |
| 2003 | 9 | 70 | -61 |
| 2004 | 9 | 72 | -63 |
| 2005 | 9 | 74 | -65 |
| 2006 | 9 | 76 | -66 |
| 2007 | 9 | 79 | -67 |
| 2008 | 9 | 81 | -72 |
| 2009 | 9 | 84 | -75 |
| 2010 | 9 | 86 | -77 |
| 2011 | 9 | 89 | -80 |
| 2012 | 9 | 91 | -82 |
| 2013 | 9 | 94 | -85 |
| 2014 | 9 | 97 | -88 |
| 2015 | 9 | 100 | -92 |

Approvisionnement d'arachides dans 15 ans (durée du projet)

1.138[Tonnes]

HARICOTS

| ANNEE | PRODUCTION [Tonnes] | CONSOMMATION [Tonnes] | BILAN [Tonnes] |
|-------|------------------------|--------------------------|-------------------|
| 2000 | 34 | 257 | -223 |
| 2001 | 34 | 265 | -231 |
| 2002 | 34 | 273 | -239 |
| 2003 | 34 | 281 | -247 |
| 2004 | 34 | 290 | -256 |
| 2005 | 34 | 298 | -264 |
| 2006 | 34 | 307 | -273 |
| 2007 | 34 | 317 | -283 |
| 2008 | 34 | 326 | -292 |
| 2009 | 34 | 336 | -302 |
| 2010 | 34 | 346 | -312 |
| 2011 | 34 | 356 | -322 |
| 2012 | 34 | 367 | -333 |
| 2013 | 34 | 388 | -354 |
| 2014 | 34 | 389 | -355 |
| 2015 | 34 | 401 | -367 |

Approvisionnement des haricots dans 15 ans (durée du projet)

4.653[Tonnes]

MAIS

| ANNEE | PRODUCTION (Tonnes) | CONSOMMATION (Tonnes) | BILAN (Tonnes) |
|-------|------------------------|--------------------------|-------------------|
| 2000 | 57 | 423 | -366 |
| 2001 | 57 | 448 | -391 |
| 2002 | 57 | 476 | -419 |
| 2003 | 57 | 504 | -450 |
| 2004 | 57 | 536 | -479 |
| 2005 | 57 | 568 | -511 |
| 2006 | 57 | 603 | -564 |
| 2007 | 57 | 639 | -582 |
| 2008 | 57 | 679 | -622 |
| 2009 | 57 | 720 | -663 |
| 2010 | 57 | 764 | -707 |
| 2011 | 57 | 811 | -754 |
| 2012 | 57 | 850 | -790 |
| 2013 | 57 | 913 | -856 |
| 2014 | 57 | 968 | -911 |
| 2015 | 57 | 10127 | -970 |

Approvisionnement de maïs dans 15 ans (durée du projet)

10.038[Tonnes]

ANNEXE N°3
DEPOUILLEMENT DE PLUVIOGRAMME

Hauteurs maximales annuelles des pluies de 15mn,30 mn, 60 mn de 1964 à 1995 par ordre décroissant

| | | | | | | | | | |
|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Année | 1994 | 1988 | 1980 | 1990 | 1982 | 1989 | 1986 | 1970 | 1984 |
| 15 mn | 25.21 | 24 | 23.90 | 23.80 | 23.70 | 23.00 | 22.60 | 21.50 | 21.40 |

| | | | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Année | 1976 | 1975 | 1987 | 1964 | 1981 | 1993 | 1966 | 1979 | 1967 |
| 15 mn | 20.50 | 20.20 | 19.90 | 19.60 | 19.40 | 18.60 | 18.60 | 18.20 | 18.20 |

| | | | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Année | 1985 | 1978 | 1971 | 1974 | 1973 | 1970 | 1983 | 1965 | 1968 |
| 15 mn | 17.70 | 17.60 | 17.60 | 17.40 | 17.20 | 16.70 | 15.30 | 15.00 | 15.00 |

| | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| Année | 1991 | 1969 | 1992 | 1977 |
| 15 mn | 14.30 | 14.10 | 13.60 | 11.10 |

| | | | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Année | 1982 | 1980 | 1988 | 1994 | 1966 | 1981 | 1987 | 1976 | 1993 |
| 30 mn | 45.80 | 45.10 | 43.50 | 42.10 | 36.00 | 35.90 | 34.90 | 33.50 | 30.50 |

| | | | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Année | 1984 | 1972 | 1986 | 1989 | 1979 | 1983 | 1973 | 1965 | 1969 |
| 30 mn | 33.30 | 31.30 | 31.00 | 30.00 | 29.30 | 28.00 | 27.40 | 26.50 | 26.40 |

| | | | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Année | 1991 | 1975 | 1970 | 1967 | 1990 | 1985 | 1974 | 1971 | 1978 |
| 30 mn | 25.90 | 25.50 | 25.40 | 25.10 | 25.00 | 24.70 | 22.70 | 21.90 | 21.00 |

| | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| Année | 1984 | 1992 | 1977 | 1968 |
| 30 mn | 19.40 | 18.40 | 16.60 | 16.20 |

| | | | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Année | 1988 | 1994 | 1981 | 1993 | 1982 | 1973 | 1980 | 1972 | 1989 |
| 60 mn | 65.00 | 61.00 | 60.50 | 57.90 | 55.00 | 49.00 | 48.20 | 46.50 | 44.40 |

| | | | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Année | 1987 | 1967 | 1979 | 1976 | 1986 | 1966 | 1965 | 1983 | 1971 |
| 60 mn | 44.00 | 43.80 | 43.20 | 42.90 | 42.50 | 41.70 | 40.70 | 39.90 | 39.40 |

| | | | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Année | 1989 | 1985 | 1969 | 1978 | 1974 | 1975 | 1772 | 1964 | 1991 |
| 60 mn | 38.60 | 38.10 | 36.50 | 36.10 | 35.40 | 34.80 | 33.90 | 33.00 | 32.80 |

| | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| Année | 1990 | 1970 | 1977 | 1968 |
| 60 mn | 32.00 | 30.50 | 23.40 | 16.80 |

ANNEXE N°4

VALEUR DE $\varphi(\gamma)$

| γ | $\varphi(\gamma)$ | γ | $\varphi(\gamma)$ | γ | $\varphi(\gamma)$ |
|----------|-------------------|----------|-------------------|----------|-------------------|
| 1 | 0,25068 | 18 | 0,01213 | 35 | 0,00621 |
| 2 | 0,11741 | 19 | 0,01151 | 36 | 0,00602 |
| 3 | 0,07634 | 20 | 0,01094 | 37 | 0,00585 |
| 4 | 0,05654 | 21 | 0,01042 | 38 | 0,00570 |
| 5 | 0,04487 | 22 | 0,00990 | 39 | 0,00556 |
| 6 | 0,03719 | 23 | 0,00949 | 40 | 0,00544 |
| 7 | 0,03174 | 24 | 0,00908 | 41 | 0,00531 |
| 8 | 0,02767 | 25 | 0,00870 | 42 | 0,00518 |
| 9 | 0,02453 | 26 | 0,00836 | 43 | 0,00506 |
| 10 | 0,02204 | 27 | 0,00807 | 44 | 0,00492 |
| 11 | 0,02000 | 28 | 0,00776 | 45 | 0,00482 |
| 12 | 0,01832 | 29 | 0,00749 | 46 | 0,00473 |
| 13 | 0,01690 | 30 | 0,00723 | 47 | 0,00461 |
| 14 | 0,01569 | 31 | 0,00701 | 48 | 0,00449 |
| 15 | 0,01460 | 32 | 0,00681 | 49 | 0,00446 |
| 16 | 0,01370 | 33 | 0,00658 | 50 | 0,00433 |
| 17 | 0,01289 | 34 | 0,00639 | | |

ANNEXE N°5
AJUSTEMENT STATIQUE PAR LES LOIS DE PEARSON, GUMBEL

Loi de PEARSON III

| D UREE | ΣH_i | \bar{H} [mm] | $\text{Log } \bar{H}$ | $\Sigma \log H_i$ | $\Sigma \log H_i$ | $\varphi(0)$ | γ | a | T[ans] | F(u) | u | H |
|-----------|--------------|----------------|-----------------------|-------------------|-------------------|--------------|----------|-------|--------|------|--------|-------|
| 15 | 584.8 | 18.86 | 1.276 | 39.30 | 1.267 | 0.009 | 24.22 | 1.284 | 10 | 0.90 | 31.731 | 24.72 |
| 30 | 892.5 | 28.98 | 1.462 | 46.245 | 1.447 | 0.015 | 14.63 | 0.505 | 10 | 0.90 | 19.80 | 39.22 |
| 60 | 1287. 5 | 41.53 | 1.618 | 49.70 | 1.605 | 0.015 | 14.63 | 0.352 | 10 | 0.90 | 19.80 | 56.20 |

$$\bar{H} = \frac{\sum H_i}{N}$$

$$\overline{\log H_i} = \frac{\sum \log H_i}{N}$$

$\varphi(\gamma)$ est donnée par le tableau (voir annexe n°2) par interpolation linéaire

$$a = \frac{\gamma}{\bar{H}}$$

$$F(H) = \frac{a^\gamma}{\Gamma(\gamma)} \int_0^H e^{-aH} H^{\gamma-1} dH$$

$$F = 1 - \frac{1}{T}$$

F(u) est donnée par la table de PEARSON III (voir annexe n°3) par interpolation linéaire en fonction de la variable réduite $u = aH$ et de paramètre γ

$$H = \frac{u}{a}$$

LOI DE GUMBEL

| Durée [mn] | ΣH_i | \bar{H} [mm] | σ [mm] | T [ans] | F | α | H_0 [mm] | H[mm] |
|------------|--------------|----------------|---------------|---------|-----|----------|------------|-------|
| 15 | 584.8 | 18.86 | 3.5517 | 10 | 0.9 | 0.3610 | 17.2617 | 23.50 |
| 30 | 898.5 | 28.98 | 7.9127 | 10 | 0.9 | 0.1620 | 25.4193 | 39.31 |
| 60 | 1287.5 | 41.53 | 10.6675 | 10 | 0.9 | 0.1202 | 36.7287 | 55.45 |

$$\bar{H} = \frac{\sum H_i}{N} \text{ avec } N=31$$

$$\Gamma = \sqrt{\frac{\sum (H_i - \bar{H})^2}{N - 1}}$$

$$\alpha = \frac{1}{0.750\Gamma}$$

$$H_0 = \bar{H} - 0.45\Gamma$$

$$F = 1 - \frac{1}{T}$$

$F(u) = \exp(-\exp(-u)) \Rightarrow u = -\ln(-\ln F)$ avec $u = \alpha(H - H_0)$

$$H = \frac{-\ln(-\ln F)}{\alpha} + H_0$$

Loi de Pearson III F(x)

| $\gamma \backslash F$ | 0,001 | 0,005 | 0,01 | 0,02 | 0,05 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,5 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 0,95 | 0,98 | 0,99 | 0,995 | 0,999 |
|-----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|------|------|------|-------|-------|
| .1 | .61-30 | .59-23 | .61-20 | .62-17 | .59-13 | .61-10 | .622-7 | .359-5 | .593-3 | .174-1 | .694-1 | .266 | .580 | 1.12 | 1.59 | 2.09 | 3.36 |
| .2 | .65-15 | .20-11 | .65-10 | .209-8 | .204-6 | .653-5 | .209-3 | .159-2 | .207-1 | .121 | .264 | .605 | 1.03 | 1.67 | 2.20 | 2.75 | 4.10 |
| .3 | .70-10 | .149-7 | .150-6 | .151-5 | .321-4 | .324-3 | .327-2 | .127-1 | .731-1 | .257 | .460 | .885 | 1.37 | 2.08 | 2.64 | 3.22 | 4.62 |
| .4 | .234-7 | .131-5 | .742-5 | .419-4 | .415-3 | .235-2 | .134-1 | .375-1 | .145 | .397 | .646 | 1.13 | 1.66 | 2.41 | 3.00 | 3.60 | 5.04 |
| .5 | .785-6 | .196-4 | .785-4 | .314-3 | .197-2 | .790-2 | .321-1 | .742-1 | .227 | .537 | .821 | 1.35 | 1.92 | 2.71 | 3.32 | 3.94 | 5.41 |
| .6 | .829-5 | .121-3 | .385-3 | .122-2 | .564-2 | .181-1 | .588-1 | .120 | .316 | .675 | .989 | 1.56 | 2.16 | 2.98 | 3.61 | 4.25 | 5.75 |
| .7 | .452-4 | .450-3 | .121-2 | .327-2 | .122-1 | .331-1 | .923-1 | .173 | .407 | .810 | 1.15 | 1.76 | 2.38 | 3.23 | 3.88 | 4.53 | 6.06 |
| .8 | .163-3 | .122-2 | .290-2 | .691-2 | .219-1 | .530-1 | .132 | .230 | .501 | .943 | 1.31 | 1.95 | 2.60 | 3.47 | 4.13 | 4.80 | 6.36 |
| .9 | .445-3 | .266-2 | .576-2 | .125-1 | .350-1 | .772-1 | .179 | .292 | .597 | 1.07 | 1.46 | 2.13 | 2.80 | 3.69 | 4.37 | 5.05 | 6.64 |
| 1.0 | .100-7 | .501-2 | .101-1 | .202-1 | .513-1 | .105 | .223 | .357 | .693 | 1.20 | 1.61 | 2.30 | 3.00 | 3.91 | 4.61 | 5.30 | 6.91 |
| 1.1 | .195-2 | .847-2 | .160-1 | .302-1 | .708-1 | .137 | .274 | .424 | .790 | 1.33 | 1.76 | 2.47 | 3.19 | 4.12 | 4.83 | 5.53 | 7.17 |
| 1.2 | .343-2 | .132-1 | .236-1 | .424-1 | .931-1 | .172 | .328 | .494 | .888 | 1.46 | 1.90 | 2.64 | 3.37 | 4.33 | 5.05 | 5.76 | 7.42 |
| 1.3 | .556-2 | .193-1 | .331-1 | .569-1 | .118 | .210 | .384 | .965 | .986 | 1.58 | 2.04 | 2.81 | 3.55 | 4.53 | 5.26 | 5.99 | 7.66 |
| 1.4 | .843-2 | .268-1 | .443-1 | .736-1 | .146 | .250 | .442 | .638 | 1.08 | 1.71 | 2.18 | 2.97 | 3.73 | 4.73 | 5.47 | 6.21 | 7.90 |
| 1.5 | .121-1 | .359-1 | .574-1 | .924-1 | .176 | .292 | .503 | .712 | 1.18 | 1.83 | 2.32 | 3.13 | 3.91 | 4.92 | 5.67 | 6.42 | 8.13 |
| 1.6 | .168-1 | .464-1 | .723-1 | .113 | .208 | .337 | .564 | .787 | 1.28 | 1.96 | 2.46 | 3.28 | 4.08 | 5.11 | 5.87 | 6.63 | 8.36 |
| 1.7 | .224-1 | .585-1 | .889-1 | .136 | .242 | .383 | .628 | .863 | 1.38 | 2.08 | 2.59 | 3.44 | 4.25 | 5.29 | 6.07 | 6.83 | 8.58 |
| 1.8 | .290-1 | .720-1 | .107 | .161 | .278 | .431 | .692 | .941 | 1.48 | 2.20 | 2.73 | 3.59 | 4.42 | 5.48 | 6.26 | 7.04 | 8.80 |
| 1.9 | .367-1 | .870-1 | .127 | .187 | .316 | .481 | .758 | 1.02 | 1.58 | 2.32 | 2.86 | 3.74 | 4.58 | 5.66 | 6.45 | 7.23 | 9.02 |
| 2.0 | .454-1 | .103 | .149 | .215 | .355 | .532 | .824 | 1.10 | 1.68 | 2.44 | 2.99 | 3.84 | 4.74 | 5.83 | 6.64 | 7.43 | 9.23 |
| 2.2 | .661-1 | .141 | .196 | .279 | .438 | .638 | .961 | 1.26 | 1.88 | 2.68 | 3.26 | 4.18 | 5.06 | 6.18 | 7.01 | 7.81 | 9.65 |
| 2.4 | .910-1 | .183 | .249 | .341 | .527 | .748 | 1.10 | 1.42 | 2.08 | 2.91 | 3.52 | 4.47 | 5.38 | 6.53 | 7.37 | 8.19 | 10.1 |

ANNEXE 6
TEST D'AJUSTEMENT

Loi de PEARSON III

-Pluie de 15 mn

$$F(H) = \frac{1.2837^{24.21}}{\Gamma(24.21)} \int_0^H e^{-1.2837H} H^{24.21-1} dH$$

$$\gamma = 24.21$$

$$u=aH=1.2837H$$

Calcul de vp par la loi de PEARSON III

| Classe | H | u = aH | F ⁽¹⁾ | F(H _i) - F(H _{i-1}) | v _i |
|--------|-------|---------|------------------|---|----------------|
| 1 | 23 | 29.5251 | 1 | 0.18 | 5.58 |
| 2 | 19.90 | 25.5456 | 0.82 | 0.18 | 5.58 |
| 3 | 18.2 | 23.3633 | 0.84 | 0.17 | 5.27 |
| 4 | 16.70 | 21.4378 | 0.47 | 0.16 | 4.96 |
| 5 | 0 | 0 | 0.31 | 0.31 | 9.61 |

Voir tableau donnant F(u) de la loi de PEARSON III

$$\chi^2 = \sum \frac{(ni - vi)^2}{vi} = 1.09$$

$$\lambda = 5 - 1 - 2 = 2$$

$$0.6 > P(\chi^2) > 0.5 > 0.05 \quad (2)$$

L'ajustement est satisfaisant

voir table de distribution de PEARSON

- Pluie de 30 mn

$$F(H) = \frac{0.5048^{14.631}}{\Gamma(14.63)} \int_0^H e^{-0.5048H} H^{14.63-1} dH$$

$$\gamma = 14.63$$

$$u=aH=0.5048H$$

Calcul de v_i par la loi de PEARSON III

| Classe | H | u = aH | F ⁽¹⁾ | F(H _i) - F(H _{i-1}) | v _i |
|--------|-------|---------|------------------|---|----------------|
| 1 | 25.9 | 18.1223 | 1 | 0.14 | 4.34 |
| 2 | 31.00 | 15.6488 | 0.86 | 0.13 | 4.03 |
| 3 | 26.40 | 13.3267 | 0.73 | 0.21 | 6.51 |
| 4 | 24.70 | 12.4686 | 0.52 | 0.16 | 4.96 |
| 5 | 0 | 0 | 0.36 | 0.36 | 11.16 |

1 Voir tableau donnant la loi de PEARSON III

$$vi = H[F(Hi) - F(Hi - 1)]$$

$$\chi^2 = \sum \frac{(ni - vi)^2}{vi} = 3.3173$$

$$\lambda = 5 - 1 - 2 = 2$$

$$0.2 > P(\chi^2) > 0.1 > 0.05 \quad (2)$$

L'ajustement est satisfaisant

2 voir table de distribution de PEARSON

-Pluie de 60 mm

$$F(H) = \frac{0.3523^{14.63}}{\Gamma(14.63)} \int_0^H e^{-0.3523H} H^{14.63-1} dH$$

$$\gamma = 14.63$$

$$u = aH = 0.3523H$$

Calcul de v_i par la loi de PEARSON III

| Classe | H | u = aH | F ⁽¹⁾ | F(H _i) - F(H _{i-1}) | v _i |
|--------|-------|---------|------------------|---|----------------|
| 1 | 41 | 17.2627 | 1 | 0.19 | 5.89 |
| 2 | 43.20 | 15.2194 | 0.81 | 0.09 | 2.79 |
| 3 | 39.40 | 13.8806 | 0.72 | 0.21 | 6.51 |
| 4 | 35.4 | 12.4714 | 0.51 | 0.15 | 4.65 |
| 5 | 0 | 0 | 0.36 | 0.36 | 11.96 |

1 Voir tableau donnant F(u) la loi de PEARSON III

$$v_i = H[F(H_i) - F(H_{i-1})]$$

$$\chi^2 = \sum \frac{(ni - vi)^2}{vi} = 5.6779$$

$$\lambda = 5 - 1 - 2 = 2$$

$$0.1 > P(\chi^2) > 0.05 \quad (2)$$

L'ajustement est satisfaisant

(2) voir table de distribution de PEARSON

ANNEXE N°7
CALCUL DES PARAMETRES a ET b DE LA FONCTION H(t)

$$24 = \frac{15a}{(b+15)^n} \quad (1)$$

$$39 = \frac{30a}{(b+30)^n} \quad (2)$$

$$56 = \frac{60a}{(b+60)^n} \quad (3)$$

$$\frac{(1)}{(2)} \Rightarrow \frac{15a}{(b+15)^n} * \frac{(b+60)^n}{30a} = \frac{24}{39}$$

$$\left(\frac{b+30}{b+15}\right)^n = \frac{48}{39} \quad (4)$$

$$\frac{(1)}{(3)} \Rightarrow \frac{15a}{(b+15)^n} * \frac{(b+60)^n}{60a} = \frac{24}{56}$$

$$\left(\frac{b+60}{b+15}\right)^n = \frac{96}{56} \quad (5)$$

$$\Rightarrow \log\left(\frac{b+60}{b+15}\right)^n = \log\frac{96}{56}$$

$$n \log\left(\frac{b+60}{b+15}\right) = \log\frac{96}{56} \quad (5')$$

$$n \log\left(\frac{b+30}{b+15}\right) = \log\frac{48}{39} \quad (4')$$

$$\frac{(5')}{(4')} \Rightarrow \frac{\log\left(\frac{b+60}{b+15}\right)}{\log\left(\frac{b+30}{b+15}\right)} = \frac{\log\frac{96}{56}}{\log\frac{48}{39}} = 2.595830041$$

$$\Rightarrow \frac{\log\left(\frac{b+60}{b+15}\right)}{\log\left(\frac{b+30}{b+15}\right)} = 2.595830041$$

résolvons ceci par approximation successives

| | | | | | | | | |
|----------|---|--------|--------|------|---------|---------|--------|---------|
| b | 0 | 10 | 50 | 59 | 64 | 65 | 64.5 | 64.7 |
| résultat | 2 | 2.1407 | 2.5336 | 2.57 | 2.59327 | 2.59695 | 2.5951 | 2.59585 |

on peut prendre b=64.7

$$6 \text{ dans } (4') \Rightarrow n = \frac{\log\frac{48}{39}}{\log\frac{94.7}{79.7}} = 1.2041$$

$$n=1.2041 \quad (7)$$

$$7 \text{ dans } (1) \Rightarrow a = \frac{24}{15} (64.7 + 15)^{1.2047} = 312.5$$

$$a = \frac{39}{30} (64.7 + 30)^{1.2047} = 312.5$$

$$H(t) = \frac{312.5t}{(64.7 + t)^{1.2041}}$$

avec H en [mm]
t en [mn]

De même raisonnement

$$H(t) = \frac{136,8254438t}{(1.08952177t)^{1.212256253}}$$

avec H en [mm]
t en [mn]

ANNEXE N°8

COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT

Habitations très denses C = 0,9
 Habitation^s denses C = 0,6 à 0,7
 Habitation^s moins denses C = 0,4 à 0,5
 Quartiers résidentiels C = 0,2 à 0,3

| Désignations | Nature du sol | | | Facteur d'adaptation en fonction de la pente de la zone | |
|--|---------------|--------------|--------------|---|------------------------|
| | Léger (1) | Moyen (2) | Lourd (3) | Terrain plat < 1 % | Terrain pentu > 7 % |
| - Zone agglomérée, secteur dense, centre ville - 160 logts / ha | 0,85 | 0,90 | 0,90 | 0,95 | 1,05 |
| - Secteur diffus, Centre de quartier - 110 à 150 logts / ha | 0,75 | 0,80 | 0,80 | 0,95 | 1,05 |
| - Banlieue de métropole - 60 à 100 logts / ha | 0,50 | 0,55 | 0,60 | 0,90 | 1,1 |
| - Banlieue éloignée, semi collectif et pavillons en bande - 40 à 80 logts / ha | 0,40 | 0,45 | 0,50 | 0,9 | 1,2 |
| - Zone pavillonnaire (parcelle de 400 m ²) - 20 à 30 logts / ha | 0,30 | 0,35 | 0,40 | 0,9 | 1,2 |
| - Zone résidentielle - 18 à 40 logts / ha | 0,25 | 0,35 | 0,40 | 0,9 | 1,2 |
| - Zone pavillonnaire grand standing - 15 à 20 logts / ha | 0,20 | 0,30 | 0,35 | 0,9 | 1,2 |
| - Village rural traditionnel | 0,15 | 0,20 | 0,25 | 0,75 | 1,25 |
| - Zone d'habitat de très faible densité - 1 à 5 logts / ha | 0,08 | 0,10 | 0,15 | 0,75 | 1,25 |
| - Zone d'habitat très ancien | 0,40 | 0,50 | 0,60 | 0,9 | 1,2 |
| - Zone industrielle et artisanale | 0,40 | 0,50 | 0,70 | 0,9 | 1 |
| - Zone industrielle lourde | 0,60 | 0,70 | 0,80 | 0,95 | 1 |
| - Zone portuaire | -- | 0,80 | -- | 0,95 | 1 |
| - Gare routière et entrepôts | 0,75 | 0,80 | 0,85 | 0,95 | 1 |
| - Gare et entrepôts SNCF | 0,15 | 0,20 | 0,30 | 0,75 | 1 |
| - Services publics : hôpital, centre administratif et zone d'équipements | -- | 0,85 | -- | 0,95 | 1,05 |
| - Centre de repos et hospitalier, zone d'équipement à dominante verte | 0,25 | 0,45 | 0,60 | 0,95 | 1,1 |
| - Centre hôtelier et commercial | 0,65 | 0,70 | 0,80 | 0,9 | 1,1 |
| - Terrain de sports, terrain de jeux | 0,20 | 0,30 | 0,35 | 0,9 | 1,1 |
| - Aérodrome et terrain militaire | 0,15 | 0,30 | 0,45 | 1 | 1 |
| - Cimetière urbain | 0,30 | 0,40 | 0,50 | 0,75 | 1,25 |
| - Entreprise ferroviaire | 0,08 | 0,10 | 0,15 | 0,9 | 1 |
| - Emprise autoroute | 0,50 | 0,60 | 0,65 | 0,95 | 1 |
| - Emprise route nationale et chemin départemental | 0,30 | 0,40 | 0,60 | 0,8 | 1 |

| Désignations | Nature du sol | | | Facteur d'adaptation en fonction de la pente de la zone | |
|--|---------------|--------------|--------------|---|------------------------|
| | Léger (1) | Moyen (2) | Lourd (3) | Terrain plat < 1 % | Terrain pentu > 7 % |
| - Emprise voies urbaines rapides | -- | 0,80 | 0,90 | 1 | 1 |
| - Emprise autres voies urbaines | -- | 0,90 | -- | 1 | 1 |
| - Emprise échangeurs et carrefours | 0,40 | 0,50 | 0,60 | 1 | 1 |
| - Chaussées et parkings | -- | 0,80 | -- | 0,95 | 1 |
| - Dallage béton | -- | 0,90 | -- | 0,95 | 1,05 |
| - Pavage serré ou joint coulé | -- | 0,75 | -- | 0,9 | 1,1 |
| - Pavage large joint sable | 0,55 | 0,60 | 0,70 | 0,9 | 1,1 |
| - Circulation piétons - voies en macadam - accotement stabilisé | 0,50 | 0,60 | 0,80 | 0,9 | 1,1 |
| - Allège en gravier | 0,30 | 0,35 | 0,45 | 0,9 | 1,1 |
| - Espaces verts - zone de loisir | 0,10 | 0,15 | 0,25 | 0,75 | 1,25 |
| - Espaces libres - zone de dégagement et zone non aedificandi | 0,10 | 0,15 | 0,20 | 0,75 | 1,25 |
| - Zone boisée urbaine, parcs et jardins | 0,05 | 0,10 | 0,15 | 0,50 | 1,25 |
| - Forêts, bois et landes | 0,01 | 0,04 | 0,08 | 0,50 | 1,2 |
| - Terrains de culture - céréales | 0,06 | 0,08 | 0,10 | 0,75 | 1,25 |
| - Prés et paturages | 0,05 | 0,07 | 0,08 | 0,66 | 1,25 |
| - Carrières ou mines | 0,20 | -- | 0,50 | 0,9 | 1,25 |
| - Terrains nus (sans végétation ni culture) | 0,04 | 0,15 | 0,30 | 0,5 | 1,5 |

(1) Sols sableux, graveleux et très perméables

(2) Terrains ordinaires courants

(3) Sols argileux, rocheux, peu perméables

ANNEXE N°9
CALCUL DE TEMPS DE CONCENTRATION

Formule empirique de KRIPICH

$$t_c = \frac{1}{52} * \frac{L^{1.15}}{H^{0.38}} * \frac{1}{60}$$

Axe n°1

| PK SITUATION | L[m] | H[m] | t _c [H] | i(tc) [mm/h] |
|----------------|------|-------|--------------------|--------------|
| 0+000 au 0+352 | 352 | 0.73 | 0.306 | 91.32 |
| 0+362 au 0+512 | 160 | 0.261 | 0.183 | 102.17 |
| 0+512 au 0+792 | 280 | 0.474 | 0.217 | 99.84 |
| 0+792 au 1+032 | 240 | 0.64 | 0.207 | 99.84 |
| 1+032 au 1+272 | 240 | 0.64 | 0.207 | 99.84 |
| 1+272 au 1+452 | 180 | 0.08 | 0.33 | 89.61 |
| 1+452 au 1+572 | 180 | 0.06 | 0.23 | 97.79 |
| 1+572 au 1+672 | 100 | 0.05 | 0.20 | 100.97 |
| 1+672 au 1+872 | 200 | 5.50 | 0.07 | 113.85 |

Axe n°2

| PK SITUATION | L[m] | H[m] | t _c [H] | i(tc) [mm/h] |
|----------------|------|-------|--------------------|--------------|
| 0+000 au 0.285 | 285 | 2.901 | 0.142 | 106.27 |
| 0+285 au 0+425 | 140 | 0.472 | 0.125 | 108.08 |
| 0+425 au 0+705 | 280 | 1.103 | 0.201 | 100.41 |
| 0+705 au 0+835 | 180 | 1.208 | 0.117 | 108.97 |
| 0+835 au 1+225 | 340 | 1.806 | 0.209 | 99.72 |

Axe n°4

| PK SITUATION | L[m] | H[m] | t _c [H] | i(tc) [mm/h] |
|----------------|------|-------|--------------------|--------------|
| 0+000 au 0+080 | 80 | 1.165 | 0.047 | 117.20 |
| 0+080 au 0+160 | 80 | 1.982 | 0.038 | 118.28 |
| 0+160 au 0+315 | 155 | 3.246 | 0.067 | 114.63 |

Axe n°3

| PK SITUATION | L[m] | H[m] | t _c [H] | i(tc) [mm/h] |
|----------------|------|-------|--------------------|--------------|
| 0+000 au 0+255 | 255 | 1.352 | 0.167 | 103.71 |
| 0+255 au 0+737 | 140 | 0.391 | 0.134 | 107.08 |

ANNEXE 10
CALCUL DES DEBITS D'EAUX PLUVIALES

Axe n°1 AMBOHIBAO-ANDRANORO

| PK SITUATION | COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT | i(tc) [mm/h] | A [Ha] | Q=0.002778CiA [m³/s] |
|----------------|------------------------------|-----------------|-----------|-------------------------|
| 0+000 au 0+352 | 0.3 | 91.32 | 2.75 | 0.209 |
| 0+352 au 0+512 | 0.3 | 102.17 | 1.55 | 0.132 |
| 0+512 au 0+792 | 0.3 | 99.84 | 3.01 | 0.234 |
| 0+792 au 1+032 | 0.6 | 99.84 | 1.15 | 0.191 |
| 1+032 au 1+272 | 0.3 | 99.84 | 1.75 | 0.146 |
| 1+172 au 1+452 | 0.6 | 89.61 | 1.20 | 0.179 |
| 1+452 au 1+572 | 0.6 | 97.79 | 1.15 | 0.187 |
| 1+572 au 1+672 | 0.4 | 100.57 | 0.12 | 0.013 |
| 1+672 au 1+872 | 0.8 | 113.85 | 0.8 | 0.202 |

Axe n°2 LA REFUGE – MORONDAVA

| PK SITUATION | COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT | I(tc) [mm/h] | A [Ha] | Q=0.002778CiA [m³/s] |
|----------------|------------------------------|-----------------|-----------|-------------------------|
| 0+000 au 0+285 | 0.5 | 106.27 | 0.45 | 0.066 |
| 0+285 au 0+425 | 0.5 | 108.08 | 1.51 | 0.227 |
| 0+425 au 0+705 | 0.3 | 100.41 | 2.98 | 0.165 |
| 0+705 au 0+835 | 0.5 | 108.97 | 1.08 | 0.262 |
| 0.835 au 1+225 | 0.8 | 99.72 | 1.13 | 0.250 |

Axe n°4 R20 –HOPITAL

| PK SITUATION | COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT | i(tc) [mm/h] | A [Ha] | Q=0.002778CiA [m³/s] |
|----------------|------------------------------|-----------------|-----------|-------------------------|
| 0+000 AU 0+080 | 0.4 | 117.2 | 1.05 | 0.137 |
| 0+080 AU 0+160 | 0.5 | 118.28 | 1.13 | 0.186 |
| 0+160 au 0+315 | 0.5 | 114.63 | 1.79 | 0.285 |

Axe n°3

| PK SITUATION | COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT | i(tc) [mm/h] | A [Ha] | Q=0.002778CiA [m³/s] |
|----------------|------------------------------|-----------------|-----------|-------------------------|
| 0+000 au 0+255 | 0.3 | 103.71 | 1.89 | 0.163 |
| 0+255 au 0+435 | 0.3 | 101.47 | 2.02 | 0.170 |
| 0+435 au 0+655 | 0.5 | 107.08 | 1.47 | 0.219 |
| 0.655 au 0+737 | 0.3 | 107.08 | 1.91 | 0.135 |

ANNEXE N°11
CALCUL DE DEBIT DES EAUX USEES

Axe n°1

| K SITUATI ON (1) | BESOINS MOYEN S [Hab/j] (2) | DENSITE MOYENNE D'OCCUPA TION [Hab/log] (3) | DENSIT E [Log/ha] (4) | SURFAC E [Ha] (5) | qm= (5)(2)(3) (4)/86400 [l/s] (6) | $p = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{q_m}}$ (7) | $Q_p = (6) \times (7)$ |
|---------------------------|--------------------------------------|--|--------------------------------|----------------------------|--|---|------------------------|
| 0+000 au 0+352 | 250 | 5 | 80 | 2.75 | 3.182 | 2.29 | 1.27 |
| 0+352 au 0+512 | 250 | 4 | 80 | 1.55 | 1.79 | 3.37 | 6.03 |
| 0+512 au 0+792 | 250 | 5 | 80 | 2.01 | 3.484 | 8.22 | 7.73 |
| 0+792 au 1+032 | 250 | 5 | 80 | 1.15 | 1.33 | 3.67 | 4.88 |
| 1+032 au 1+272 | 250 | 5 | 80 | 1.75 | 2.03 | 3.26 | 6.60 |
| 1+172 au 1+452 | 250 | 5 | 80 | 1.20 | 1.39 | 3.62 | 5.03 |
| 1+452 au 1+571 | 250 | 5 | 80 | 1.15 | 1.33 | 3.67 | 4.88 |
| 1+572 au 1+672 | 250 | 5 | 80 | 1.12 | 0.48 | 5.09 | 2.47 |

| | | | | | | | |
|-------------------|-----|---|----|-----|------|------|------|
| 1.672 au 1+872 | 250 | 5 | 30 | 0.8 | 0.35 | 5.74 | 1.99 |
|-------------------|-----|---|----|-----|------|------|------|

Axe n°2

| PK SITUATION (1) | BESOINS MOYEN [Hab/j] (2) | DENSITE MOYENNE D'OCCUP ATION [Hab/log] (3) | DENSIT E [Log/ha] (4) | SURFAC E [Ha] (5) | qm= (5)(2)(3) (4)/86400 [l/s] (6) | $p = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{q_m}}$ (7) | $Q_p=(6)x(7)$ (8) |
|------------------------|------------------------------------|--|--------------------------------|----------------------------|---|---|----------------------|
| 0+000 au 0+285 | 250 | 5 | 45 | 0.45 | 0.29 | 6.12 | 1.79 |
| 0+285 au 0+425 | 250 | 5 | 45 | 1.51 | 0.98 | 4.02 | 3.95 |
| 0+425 au 0+705 | 250 | 5 | 45 | 2.98 | 1.94 | 2.29 | 4.44 |
| 0+705 au 0+835 | 250 | 5 | 45 | 1.08 | 0.70 | 4.48 | 3.15 |
| 0+835 au 1.225 | 250 | 5 | 30 | 1.93 | 0.49 | 9.07 | 2.48 |

Axe n°3

| PK SITUATION (1) | BESOINS MOYEN [Hab/j] (2) | DENSITE MOYENNE D'OCCUP ATION [Hab/log] (3) | DENSIT E [Log/ha] (4) | SURFAC E [Ha] (5) | qm= (5)(2)(3) (4)/86400 [l/s] (6) | $p = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{q_m}}$ (7) | $Q_p=(6)x(7)$ (8) |
|------------------------|------------------------------------|--|--------------------------------|----------------------------|---|---|----------------------|
| 0+000 au 0+255 | 250 | 5 | 80 | 1.29 | 2.1875 | 2.64 | 5.7 |
| 0+255 au 0+435 | 250 | 5 | 80 | 2.02 | 2.338 | 2.57 | 6.01 |
| 0+435 au 0+635 | 250 | 5 | 80 | 1.42 | 1.70 | 3.42 | 5.81 |
| 0+635 au 0+737 | 250 | 5 | 80 | 1.51 | 1.75 | 3.39 | 5.92 |

Axe n°4

| TUATIO N (1) | BESOINS MOYEN [Hab/j] (2) | DENSITE MOYENNE D'OCCUP ATION [Hab/log] (3) | DENSIT E [Log/ha] (4) | SURFAC E [Ha] (5) | qm= (5)(2)(3) (4)/86400 [l/s] (6) | $p = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{q_m}}$ (7) | $Q_p=(6)x(7)$ (8) |
|--------------------|------------------------------------|--|--------------------------------|----------------------------|---|---|----------------------|
|--------------------|------------------------------------|--|--------------------------------|----------------------------|---|---|----------------------|

| | | | | | | | |
|-------------------|-----|-----|----|------|-------|------|------|
| | | (3) | | | | | |
| 0+000 au 0+080 | 250 | 5 | 80 | 1.05 | 1.215 | 3.56 | 4.32 |
| 0+080 au 0+160 | 250 | 5 | 80 | 1.13 | 1.32 | 3.69 | 4.82 |
| 0+160 au 0+315 | 250 | 5 | 80 | 1.79 | 2.07 | 3.24 | 6.71 |

Rapport-Gratuit.com

ANNEXE 12
VERIFICATION DE DIMENSIONNEMENT DE CANALISATIONS

Axe n°1

| PK SITUATION | Type de canalisation | V _{min} | V _{max} | Q _o | Q _{max} | | I % |
|----------------|----------------------|------------------|------------------|----------------|------------------|------|-------|
| | | [m/s] | [m/s] | [l/s] | [l/s] | | |
| 0+000 au 0+512 | 50*75 | 6.5 | 0.99 | 354 | 374 | 0.05 | 0.206 |
| 0+512 au 0+792 | 50*60 | 6.5 | 0.87 | 246 | 259 | 0.05 | 0.169 |
| 0+792 au 1+272 | 50*70 | 6.5 | 1.12 | 380 | 391 | 0.02 | 0.266 |
| 1+272 au 1+452 | 50*80 | 6.5 | 0.47 | 184 | 188 | 0.02 | 0.045 |
| 1+452 au 1+672 | 50*90 | 6.5 | - | 206 | 2.5 | 0.04 | 0.045 |
| 1+672 au 1+872 | 30*30 | 6.5 | 2.39 | 204 | 215 | 0.05 | 2+749 |

Axe n°2

| PK SITUATION | Type de canalisation | V _{min} | V _{max} | Q _o | Q _{max} | | I % |
|----------------|----------------------|------------------|------------------|----------------|------------------|-------|-------|
| | | [m/s] | [m/s] | [l/s] | [l/s] | | |
| 0+000 au 0+425 | 40*57.5 | 6.5 | 1.3 | 299 | 303 | 0.01 | 0.473 |
| 0+425 au 0+705 | 40*52.5 | 6.5 | 0.81 | 169 | 170 | 0.005 | 0.194 |
| 0+705 au 0+835 | 40*45 | 6.5 | 1.46 | 265 | 265 | 0 | 0.871 |
| 0.835 au 1+255 | 40*55 | 6.5 | 1.23 | 255 | 269 | 0.05 | 0.433 |

Axe n°3

| PK SITUATION | Type de canalisation | V _{min} | V _{max} | Q _o | Q _{max} | | I (%) |
|----------------|----------------------|------------------|------------------|----------------|------------------|------|-------|
| | | [m/s] | [m/s] | [l/s] | [l/s] | | |
| 0+000 au 0+435 | 50*60 | 6.5 | 1.12 | 339 | 335 | 0.01 | 0.28 |
| 0+435 au 0+737 | 40*62.5 | 6.5 | 1.52 | 366 | 378 | 0.03 | 0.632 |

Axe n°4

| PK SITUATION | Type de canalisation | V _{min} | V _{max} | Q _o | Q _{max} | | I (%) |
|----------------|----------------------|------------------|------------------|----------------|------------------|-------|-------|
| | | [m/s] | [m/s] | [l/s] | [l/s] | | |
| 0+000 au 0+080 | 30*30 | 6.5 | 1.74 | 141 | 156 | 0.106 | 1.46 |
| 0+080 au 0+315 | 40*45 | 6.5 | 2.67 | 472 | 481 | 0.02 | 2.225 |

ANNEXE N°13

CALCUL DE DALOT TYPE

Les variables adimensionnelles étant

$$H^* = \frac{H}{D} \text{ et } Q^* = \frac{Q}{BD\sqrt{2gD}}$$

et nous avons également les relations de la forme

$$H^{*-1} = F(Q^*) \text{ si } H^{*-1} \leq 1.25$$

$$H^{*-1} = G(Q^*) \text{ si } H^{*-1} > 1.25$$

Ces relations expérimentales sont représentées sur les courbes de la figure ci-après (figure1)

ANNEXE N°13
CALCUL DE DALOT TYPE

Les variables adimensionnelles étant

$$H^* = \frac{H}{D} \text{ et } Q^* = \frac{Q}{BD\sqrt{2gD}}$$

et nous avons également les relations de la forme

$$H^* = F(Q^*) \text{ si } H^* \leq 1,25$$

$$H^* = G(Q^*) \text{ si } H^* > 1,25$$

Ces relations expérimentales sont représentées sur les courbes de la figure ci-après

HYDRAULIQUE ROUTIÈRE

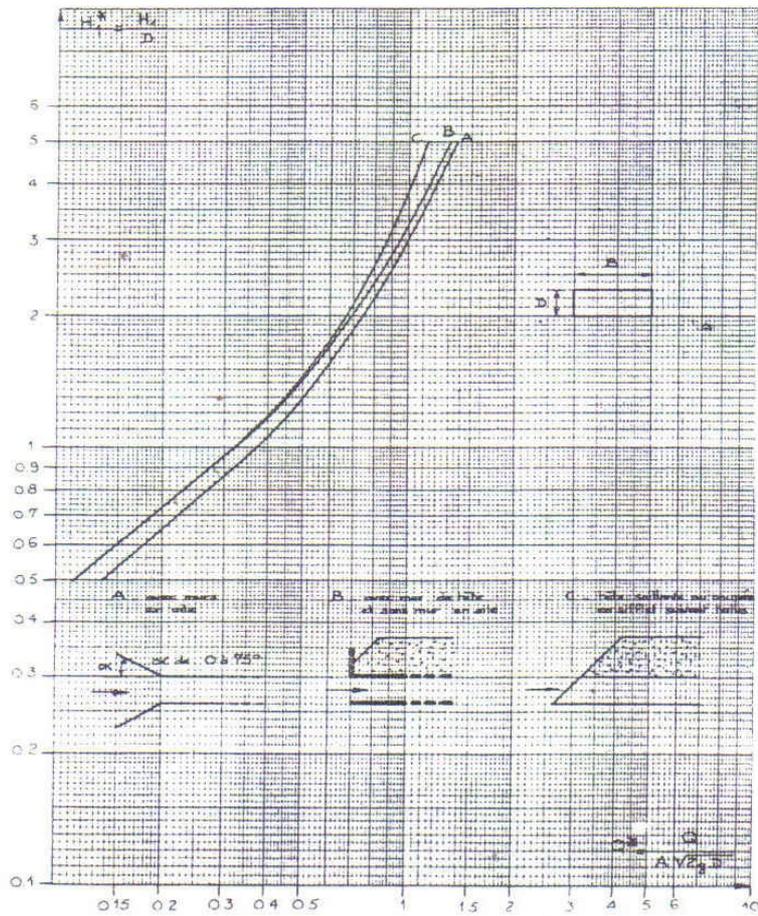


Fig. 77. Sorte libre. Dalots rectangulaires

Les calculs d'un dalot se font à deux niveaux différents d'approximations successives, connaissant Q, on se donne une première valeur admissible pour un dalot, compte tenu des caractéristiques géométriques du projet au droit de l'ouvrage. On se fixe alors la valeur B du dalot telle que la vitesse moyenne $V = \frac{Q}{BD}$ ne dépasse pas la vitesse maximale de 3m/s

Les valeurs B, D et Q étant connu, on calcule : $Q^* = \frac{Q}{BD\sqrt{2gD}}$

La figure 1 donne : $H^* - 1 = \frac{H_1}{D}$ dont on vérifiera la compatibilité avec le projet

Dans le cas échéant, on recommencera avec une autre valeur de la largeur B, supérieur à la première valeur essayée

CALCUL DALOT TYPE

Soit à évaluer un 450l/s ou 0.450 m³/s Nous essayons un dalot de hauteur H=60cm et de largeur B=50cm.

La profondeur d'eau en amont de l'ouvrage pour le débit Q=0.450 m³/s ce calcul par l'intermédiaire de : $Q^* = \frac{Q}{BD\sqrt{2gD}} = \frac{0,450}{0,6 \times 0,5 \sqrt{2 \times 9,8 \times 0,6}} = 0,43$

La courbe de la figure n°1 donnant alors :
H*=1.40m H1=0.7 : profondeur parfaitement acceptable

Pour nous assurer si la vitesse de l'eau dans les dalots reste dans la limite admissible, il faut d'abord calculer la pente critique de la façon suivante : $I_c^* = \frac{I_c}{g/k^2/B^{1/3}} = 0,011$.

Voir le tableau de la courbe figure n°82 (calcul de la pente critique en fonction du débit) dans le livre HIDRAULIUE ROUTIERE page n°258

d'où $I_c = I_c^* g / t^2 B^{1/3} = 2\%$

avec k=67 pour le béton

Il vient alors pour le calcul de vitesse donnée par

$$Q^* = \frac{Q}{kI^{1/2}B^{8/3}} = \frac{0.450}{67 * 0.02^{1/2} * 0.6^{8/3}} = 0.185 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$V^* = \frac{V}{kI^{1/2}B^{2/3}} = 0.39 \text{ m} / \text{s}$$

Voir le tableau de la courbe dans le livre HIDRAULIQUE ROUTIERE

d'où $V = 0.38 * 67 * 0.02^{1/2} * 0.6^{2/3} = 2.62 \text{ m} / \text{s} < 3 \text{ m} / \text{s}$

Vitesse acceptable pour les dalots étudiés qui peuvent être adoptés pour l'évaluation du débit donné.

ANNEXE N°14

CALCUL D'UNE BUSE TYPE

Variables adimensionnelles

$$H_1^* = \frac{H_1}{D} \text{ et } Q^* = \frac{Q}{\sqrt{2gD^5}}$$

Les courbes expérimentales $Q^* = F(H_1^*)$ et $Q^* = G(H_1^*)$ ont donné dans la figure ci-après (Figure n°5)

ANNEXE N°14

CALCUL D'UN BUSE TYPE

Variables adimensionnelles

$$H_1^* = \frac{H_1}{D} \text{ et } Q^* = \frac{Q}{\sqrt{2gD^3}}$$

Les courbes expérimentales $Q^* = F(H_1^*)$ et $Q^* = G(H_1^*)$ sont donnée dans la figure ci-après

Figure n°5

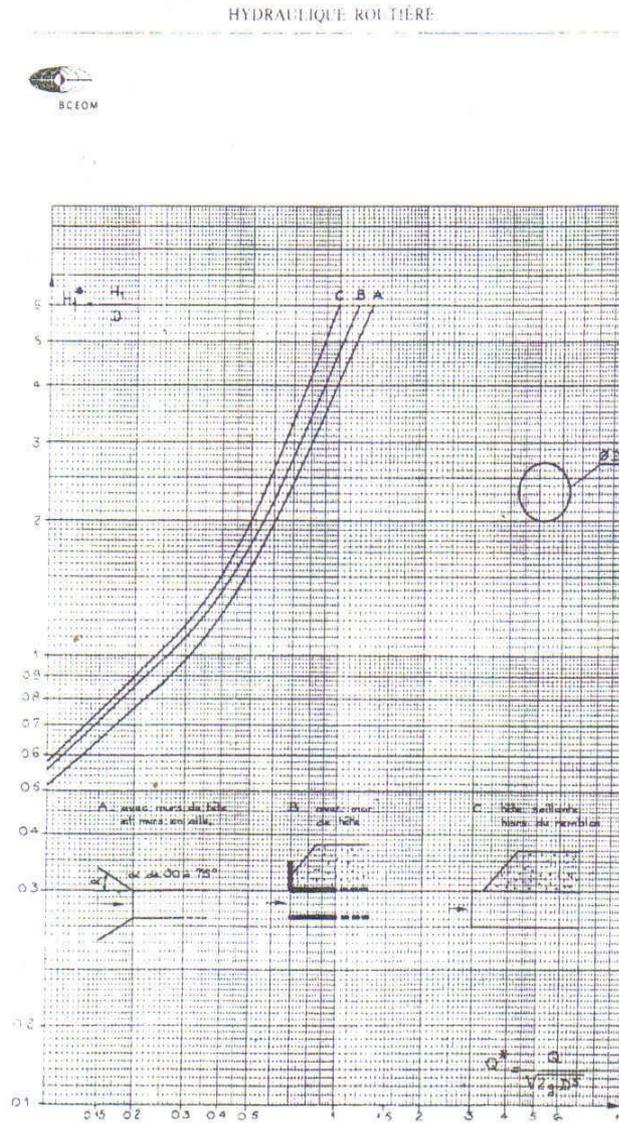


Fig. 71. Sortie libre : buses métalliques circulaires ($D \leq 2 \text{ m}$).

Le calcul d'une busse se fait de la façon suivante connaissant le débit à évacuer et fixant une

Le calcul d'une buse se fait de la façon suivante connaissant le débit à évacuer et fixant une première valeur du diamètre D, on calcule

$$Q^* = \frac{Q}{\sqrt{2gD^5}}$$

d'où on tire $H_1^* = \frac{H_1}{D}$ de la courbe correspondante. On obtient ainsi la valeur dont on jugera la compatibilité avec le projet

On calculera alors la pente critique correspondante pour la vitesse de l'eau dans la buse pour vérifier si elle est inférieure à 3m/s Si V est supérieure à 3 m/s, on prend une valeur du diamètre supérieure à la valeur D essayée

CALCUL DES BUSES TYPES

Débit à évacuer : 0.450 m³/s
K=67 (béton)

Vitesse maximale admissible V max=3m/s

Nous essayons avec une buse de 0.6m de diamètre

$$Q^* = \frac{Q}{\sqrt{2gD^2}} = \frac{0.450}{\sqrt{2 * 9.8 * 0.6^2}} = 0.169$$

$$I_c^* = \frac{I_c}{g / k^2 R^{1/3}} = 0.009 \text{ à l'aide du tableau}$$

$$\Rightarrow I = I_c^* g / k^2 R^{1/3} = 2\%$$

Il vient alors pour le calcul de la vitesse donné par

$$Q^* = \frac{Q}{kI^{1/2} D^{8/3}} = \frac{0.45}{67 * 0.02^{1/2} * 0.6^{8/3}} = 0.185$$

La courbe de figure n°6 donne

$$V^* = \frac{V}{kI^{0.5} R^{2/3}} = 0.39$$

D'où $V = 0.39kI^{0.5} R^{2/3} = 2.62$ (3m/s) vitesse acceptable pour les buses étudiées.

ANNEXE N°15

a - CALCUL DES QUANTITES DE MATERIAUX POUR 1 ml DE DALOT ET D'UN CANIVEAU

Ouverture : 50 cm
Hauteur : 60 cm.

a - 1 - ARMATURES :

On utilisera les règlements CCBA 68 (calcul classique en béton armé 1968) suivant les contraintes admissibles.

La dalle repose sur deux côtés (sur les piédroits).

- Les armatures principales A_p . Pour les trouver, la dalle est considérée comme une poutre de longueur égale à la longueur libre (1,30 m) et reposant sur deux appuis. On a une structure travaillant en flexion simple. La position défavorable pour la charge concentrée se trouve au milieu de la poutre;

- Les armatures de répartition A_r . Sa section est en général égale au quart de celle des armatures principales.

Poids volumique du béton : $2,5 \text{ T/m}^3$

G (Charge permanente) : $2,5 \times 0,15 \times 1,3 \times 1 = 0,4875 \text{ T/ml}$

P (charge d'exploitation 5T).

CCBA 68 : Sollicitation (S) = charge permanente (G) + 1,2 charge d'exploitation (P)

$$= 0,4875 + 1,2 \times 10 = 12,4875 \text{ Tonnes}$$

$$\text{Moment de flexion (M)} = \frac{0,4875 \times 1,3^2}{8} + 1,2 \times \frac{5 \times 1,3}{4} = 2,053 \text{ [T}_m\text{]}$$

Section de la dalle :

b : base = 1,3m; h_t : hauteur totale = 15cm

h : hauteur utile = 11,5cm; e : enrobage = 3,5cm.

$$A_p = \frac{M}{z \sigma_a}$$

$$z : \text{ bras de levier} = \frac{7}{8} h$$

σ_a : contrainte de traction dans les armatures.

Pour le calcul $\sigma_a = \bar{\sigma}_a$: contrainte admissible en traction pour les aciers.

$$\bar{\sigma}_a = \frac{2}{3} \sigma_{en}$$

: unité d'élasticité nominale pour les aciers.

Utilisons les armatures à haute adhérence FeE40

$$\sigma_{en} = 4000 \text{ kgf/cm}^2 \Rightarrow \bar{\sigma}_{en} = 2667 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\text{d'où } A_p = \frac{20,53}{\frac{7}{8} \times 11,5 \times 2667} = 7,65 \text{ cm}^2$$

Prenons $A_p=10T10$ correspondant à $7,8 \text{ cm}^2$

$$D'ou A_r = \frac{7,8}{4} = 1,96 \text{ cm}^2$$

Prenons $A_r=8T6$ correspondant à $2,01 \text{ cm}^2$

Vérification des contraintes dans la structure :

Il faut que la contrainte effective dans les aciers soit inférieure à la contrainte admissible $\bar{\sigma}_a=2667 \text{ kgf/cm}^2$ et que la contrainte de compression maximale dans le béton comprimé soit inférieure à la contrainte admissible $\bar{\sigma}'_b=137 \text{ kgf/cm}^2$ (béton peu contrôle dosé à 350 kg/m^3)

Pour trouver ces contraintes, utilisons les relations suivantes utilisées dans les règles CCBA 68

$$D = \frac{15}{b} \times A_p; E = \frac{30}{b} \times A_p \times h;$$

$$Y_1 = -D + \sqrt{D^2 + E} \quad (\text{Distance de l'axe neutre à la fibre la plus comprimée})$$

$$I = \frac{b y_1^3}{3} + 15 A_p (h - y_1)^2 \quad (\text{Moment d'inertie par rapport à l'axe neutre de la section homogène});$$

$$k = \frac{M}{I};$$

$$\sigma_a = 15k (h - y_1); \sigma'_b = k y_1;$$

Application numérique:

$$D = \frac{15}{130} \times 7,8 = 0,88;$$

$$E = \frac{30}{130} \times 7,8 \times 11,5 = 10,22;$$

$$Y_1 = -0,88 + \sqrt{0,88^2 + 10,22} = 2,436;$$

$$I = \frac{130 \times 2,436^3}{3} + 15 \times 7,8 (11,5 - 2,436)^2 = 10495,78 \text{ cm}^4;$$

$$k = \frac{205300}{10495,78} = 19,56;$$

$$\sigma_a = 15 \times 19,56 (11,5 - 2,436) = 2659,41 \text{ kgf/cm}^2;$$

$$\sigma'_b = 19,56 \times 2,436 = 47,65 \text{ kgf/cm}^2;$$

$$\sigma'_a = 2659,41 \text{ kgf/cm}^2 < 2667 \text{ kgf/cm}^2, \text{ VERIFIE}$$

$$\sigma'_b = 47,65 \text{ kgf/cm}^2 < 137 \text{ kgf/cm}^2, \text{ VERIFIE}$$

Vérification des contraintes vis-à-vis de la formation

Des fissurations sont susceptibles de se produire dans le béton aux endroits où sa limite d'élasticité en traction a été dépassée. Il faut vérifier que la contrainte admissible en traction des armatures σ_a est inférieure à la sup $\{\sigma_1, \sigma_2\}$ avec

$$\sigma_1 = k_1 \frac{D}{\phi} \frac{w_f}{1 + 10w_f}; \sigma_2 = 2,4 \sqrt{\frac{D}{\phi}} k_1 \sigma_0$$

$k_1=1,5 \cdot 10^6 \text{ bars.mm}$ (dans le cas où la fissuration serait peu nuisible).

D : Coefficient de fissuration = 1,6 (armature à haute adhérence).

Φ : diamètre de la plus grosse des barres tendues en mm

$$w_f = \frac{\text{Section des armatures principales}}{\text{Aire de la surface du béton tendu}}$$

σ_b : contrainte admissible du béton tendu en bars

$\sigma_b = 5,8$ bars pour le béton peu contrôlé dosé à 350 kg/m^3

$$\Rightarrow \sigma_2 = 2,4 \sqrt{\left(\frac{1,6}{10} \cdot 1,5 \cdot 10^6 \cdot 5,6\right)} = 2831 \text{ bars}$$

$\sigma_2 = 2831 \text{ kgf/cm}^2$ VERIFIE

| N° | Φ H.A | Répartition | Longueur | Nombre | Schéma |
|----|---------------|-------------|----------|--------|--------|
| 1 | 10 | e=16cm | 1,10m | 8 | 96,5 |
| 2 | 6 | e=10cm | 1,33m | 10 | 123 |

a - 2 - BÉTON DOSÉ À 350 kg/m^3 :

$$V_{\text{béton}} = 0,15 \times 1,3 \times 1 = 0,195 \text{ m}^3$$

a - 3 - PIÉDROITS EN MAÇONNERIE DE MOELLON :

$$V = 2(0,4 \times 0,6 \times 1) = 0,48 \text{ m}^3$$

a - 4 - SEMELLE :

***Béton dosé à 250 kg/m^3** (pour pose de moellon et jouant un rôle de béton de propreté)

$$V = (0,08 \times 1,3 \times 1) = 0,104 \text{ m}^3$$

***Maçonnerie de moellon :**

$$V = (0,20 \times 1,3 \times 1) = 0,26 \text{ m}^3$$

***Chape dosé à 400 kg/m^3 :**

$$V = 0,02 \times 1,3 \times 1 = 0,026 \text{ m}^3$$

ANNEXE N°16

SOUS DETAILS DES PRIX

I - TERRASSEMENT :

1 - ARASAGE DÉBROUSSAILLAGE

| COMPOSANTES DU PRIX | UNITES | QUANTITE | PRIX UNITAIRE | TOTAL |
|---|--------|----------|---------------|----------------------------|
| PERSONNEL | | | | |
| Chef de chantier | H/J | 1 | 15000 | 15000 |
| Chef d'équipe | H/J | 4 | 12000 | 48000 |
| Main d'œuvre spécialisée | H/J | 8 | 10000 | 80000 |
| Main d'œuvre ordinaire | H/J | 76 | 8000 | 608000 |
| Autres | H/J | - | | |
| Total partiel | | | | 751000 |
| OUTILLAGE | | | | |
| Outillage | ft | | | |
| Total partiel | | | | 1.320.000 |
| R : rendement | | | | 559,974 m ² /j. |
| T : Total déboursé sec | | | | 2.071.000 |
| K : Coefficient de majoration des déboursés | | | | 1,25 |
| Prix à l'unité $T \times \frac{K}{R}$ | | | | 4623 fmg |

1 - 2 - DEBLAI ORDINAIRE :

| COMPOSANTES DU PRIX | UNITES | QUANTITE | PRIX UNITAIRE | TOTAL |
|---|--------|----------|---------------|-------------------------|
| PERSONNEL | | | | |
| Chef de chantier | H/J | 1 | 15000 | 15000 |
| Chef d'équipe | H/J | 1 | 12000 | 12000 |
| Opérateur engin | H/J | 4 | 20000 | 80000 |
| Spécialiste | H/J | 1 | 20000 | 20000 |
| Manœuvre | H/J | 5 | 8000 | 40000 |
| Total partiel | | | | 167000 |
| MATERIEL | | | | |
| Camion Benne 15 T | U | 2 | 158.866 | 317.730 |
| Bulldozer D ₆ | U | 1 | 207.550 | 207.550 |
| Chargeur | U | 1 | 178.788 | 178.788 |
| Total partiel | | | | 704.068 |
| R : rendement | | | | 52,8 m ³ /j. |
| T : Total déboursé sec | | | | 871.068 |
| K : Coefficient de majoration des déboursés | | | | 1,25 |
| Prix à l'unité $T \times \frac{K}{R}$ | | | | 16.500 fmg |

1 - 3 - REMBLAI PROVENANT DU DEBLAI :

| COMPOSANTES DU PRIX | UNITES | QUANTITE | PRIX UNITAIRE | TOTAL |
|---|--------|----------|---------------|--------------------------|
| PERSONNEL | | | | |
| Chef de chantier | H/J | 1 | 15000 | 15000 |
| Chef d'équipe | H/J | 1 | 12000 | 12000 |
| Opérateur engin | H/J | 5 | 20000 | 100.000 |
| Spécialiste | H/J | 1 | 20000 | 20000 |
| Manœuvre | H/J | 7 | 8000 | 56.000 |
| Total partiel | | | | 203.000 |
| MATERIEL | | | | |
| Bulldozer D ₆ | U | 1 | 207.550 | 207.550 |
| Niveleuse | U | 1 | 227.050 | 227.050 |
| Rouleau vibrant 9T | U | 1 | 119.981 | 119.981 |
| Rouleau pneus 30 T | U | 1 | 182.506 | 182.506 |
| Citerne eau | U | 1 | 104.501 | 104.501 |
| Total partiel | | | | 841.588 |
| R : rendement | | | | 80,35 m ³ /j. |
| T : Total déboursé sec | | | | 1.044.588 |
| K : Coefficient de majoration des déboursés | | | | 1,25 |
| Prix à l'unité Tx $\frac{K}{R}$ | | | | 13.000 fmg |

1 - 4 - REMBLAI D'EMPRUNT :

| COMPOSANTES DU PRIX | UNITES | QUANTITE | PRIX UNITAIRE | TOTAL |
|---|--------|----------|---------------|--------------------------|
| PERSONNEL | | | | |
| Chef de chantier | H/J | 1 | 15000 | 15000 |
| Chef d'équipe | H/J | 2 | 12000 | 24.000 |
| Opérateur engin | H/J | 7 | 20000 | 140.000 |
| Spécialiste | H/J | 1 | 20000 | 20000 |
| Manœuvre | H/J | 14 | 8000 | 112.000 |
| Total partiel | | | | 311.000 |
| MATERIEL | | | | |
| Bulldozer D ₆ | U | 1 | 207.550 | 207.550 |
| Chargeur | U | 1 | 178.768 | 178.768 |
| Camion benne | U | 1 | 158.866 | 158.866 |
| Niveleuse | U | 1 | 227.050 | 227.050 |
| Rouleau vibrant 9T | U | 1 | 119.981 | 119.981 |
| Rouleau pneus 30 T | U | 1 | 182.506 | 182.506 |
| Citerne eau | U | 1 | 104.801 | 104.801 |
| Total partiel | | | | 1.179.522 |
| R : rendement | | | | 84,31 m ³ /j. |
| T : Total déboursé sec | | | | 1.490.512 |
| K : Coefficient de majoration des déboursés | | | | 1,25 |
| Prix à l'unité Tx $\frac{K}{R}$ | | | | 22.100 fmg |

2 - ASSAINISSEMENT :

| COMPOSANTES DU PRIX | UNITES | QUANTITE | PRIX UNITAIRE | TOTAL |
|---|--------|----------|---------------|-----------------------|
| PERSONNEL | | | | |
| Chef de chantier | H/J | 1 | 15000 | 15000 |
| Chef d'équipe | H/J | 1 | 12000 | 12000 |
| Main d'œuvre spécialisée | H/J | 2 | 10000 | 20000 |
| Main d'œuvre ordinaire | H/J | 18 | 8000 | 144.000 |
| Total partiel | | | | 191.000 |
| OUTILLAGE | | | | |
| Outillage | ftt | | | |
| Total partiel | | | | 403.972 |
| R : rendement | | | | 45 m ² /j. |
| T : Total déboursé sec | | | | 743.715 |
| K : Coefficient de majoration des déboursés | | | | 1,25 |
| Prix à l'unité $Tx \frac{K}{R}$ | | | | 16527 fmg |

II - 2 - CURAGE DES BUSES OU DES DALOTS :

| COMPOSANTES DU PRIX | UNITES | QUANTITE | PRIX UNITAIRE | TOTAL |
|---|--------|----------|---------------|------------|
| PERSONNEL | | | | |
| Chef de chantier | H/J | 1 | 15000 | 15000 |
| Chef d'équipe | H/J | 1 | 12000 | 12000 |
| Main d'œuvre spécialisée | H/J | 2 | 10000 | 20000 |
| Main d'œuvre ordinaire | H/J | 16 | 8000 | 128.000 |
| Total partiel | | | | 165.000 |
| OUTILLAGE | | | | |
| Outillage | ftt | | | |
| Total partiel | | | | 161.400 |
| R : rendement | | | | 12ml/j |
| T : Total déboursé sec | | | | 326.400 |
| K : Coefficient de majoration des déboursés | | | | 1,25 |
| Prix à l'unité $Tx \frac{K}{R}$ | | | | 34.000 fmg |

II - 3 - DALOTS :

a - Dalle en béton dosé à 350 kg :

| COMPOSANTES DU PRIX | UNITES | QUANTITE | PRIX UNITAIRE | TOTAL |
|--------------------------|---|----------|---------------|----------------------|
| PERSONNEL | | | | |
| Chef de chantier | H/J | 1 | 15000 | 15000 |
| Chef d'équipe | H/J | 1 | 12000 | 24000 |
| Main d'œuvre spécialisée | H/J | 9 | 10000 | 90000 |
| Main d'œuvre ordinaire | H/J | 38 | 8000 | 340.000 |
| Total partiel | | | | 433.000 |
| OUTILLAGE | | | | |
| Outillage | ftt | | | |
| Total partiel | | | | 1.744.000 |
| MATERIAUX | | | | |
| Ciment | Sac | 98 | 37.500 | 3.675.000 |
| Sable | m ³ | 5,6 | 35.000 | 196.000 |
| Gravillon | m ³ | 11,2 | 75.000 | 840.000 |
| Eau | m ³ | 2,8 | 25.000 | 70.000 |
| Bris (Coffrage) | m ² | 5,81 | 36.672 | 213.064 |
| Pointe | kg | 5 | 4.000 | 20.000 |
| Total partiel | | | | 5.014.064 |
| R : rendement | | | | 14 m ³ /j |
| | T : Total déboursé sec | | | 7.191.064 |
| | K : Coefficient de majoration des déboursés | | | 1,25 |
| | Prix à l'unité $T \times \frac{K}{R}$ | | | 642.059 fmg |

b - PIÉDROITS EN MAÇONNERIE DE MOELLON :

| COMPOSANTES DU PRIX | UNITES | QUANTITE | PRIX UNITAIRE | TOTAL |
|---|----------------|----------|---------------|------------------------|
| PERSONNEL | | | | |
| Chef de chantier | H/J | 1 | 15000 | 15.000 |
| Chef d'équipe | H/J | 1 | 12000 | 12.000 |
| Main d'œuvre spécialisée | H/J | 9 | 10000 | 90.000 |
| Main d'œuvre ordinaire | H/J | 14 | 8000 | 112.000 |
| Total partiel | | | | 239.000 |
| OUTILLAGE | | | | |
| Outillage | ftt | | | |
| Total partiel | | | | 1.744.000 |
| MATERIAUX | | | | |
| Moellon | U | 1370 | 975 | 1.333.730 |
| Ciment | Sac | 24 | 37.500 | 900.000 |
| Sable | m ³ | 3,7 | 35.000 | 129.500 |
| Eau | m ³ | 2,8 | 25.000 | 70.000 |
| Total partiel | | | | 2.366.950 |
| OUTILLAGE | | | | |
| Outillage | ftt | | | |
| Total partiel | | | | 163.000 |
| R : rendement | | | | 13,7 m ³ /j |
| T : Total déboursé sec | | | | 2.756.930 |
| K : Coefficient de majoration des déboursés | | | | 1,25 |
| Prix à l'unité $T \times \frac{K}{R}$ | | | | 251.544 fmg |

c - Semelle (*Béton dosé à 250 kg/m³):

| COMPOSANTES DU PRIX | UNITES | QUANTITE | PRIX UNITAIRE | TOTAL |
|---|----------------|----------|---------------|-----------------------|
| PERSONNEL | | | | |
| Chef de chantier | H/J | 1 | 15000 | 15000 |
| Chef d'équipe | H/J | 2 | 12000 | 24.000 |
| Main d'œuvre spécialisée | H/J | 9 | 10000 | 90000 |
| Main d'œuvre ordinaire | H/J | 38 | 8000 | 340.000 |
| Total partiel | | | | 433.000 |
| OUTILLAGE | | | | |
| Outillage | ftt | | | |
| Total partiel | | | | 1.245.300 |
| MATERIAUX | | | | |
| Ciment | Sac | 85 | 37.500 | 3.185.700 |
| Sable | m ³ | 6,8 | 35.000 | 238.000 |
| Eau | m ³ | 3,4 | 2.500 | 8.500 |
| Total partiel | | | | 4.452.200 |
| R : rendement | | | | 17 m ³ /j. |
| T : Total déboursé sec | | | | 6.130.500 |
| K : Coefficient de majoration de déboursé | | | | 1,25 |
| Prix à l'unité $T \times \frac{K}{R}$ | | | | 450.772 fmg |

d - *CHAPE DOSÉE À 400 kg/m³ :

| COMPOSANTES DU PRIX | UNITES | QUANTITE | PRIX UNITAIRE | TOTAL |
|---|----------------|----------|---------------|-----------------------|
| PERSONNEL | | | | |
| Chef de chantier | H/J | 1 | 15000 | 15000 |
| Chef d'équipe | H/J | 1 | 12000 | 12.000 |
| Main d'œuvre spécialisée | H/J | 6 | 10000 | 60000 |
| Main d'œuvre ordinaire | H/J | 9 | 8000 | 72.000 |
| Total partiel | | | | 199.000 |
| OUTILLAGE | | | | |
| Outillage | ftt | | | |
| Total partiel | | | | 215.000 |
| MATERIAUX | | | | |
| Ciment | Sac | 8,5 | 37.500 | 318.750 |
| Sable | m ³ | 1,05 | 35.000 | 36.500 |
| Eau | m ³ | 0,4 | 2.500 | 525 |
| Total partiel | | | | 356.025 |
| R : rendement | | | | 42 m ² /j. |
| T : Total déboursé sec | | | | 730.025 |
| K : Coefficient de majoration de déboursé | | | | 1,25 |
| Prix à l'unité $T \times \frac{K}{R}$ | | | | 21.726 fmg |

e - ACIER POUR BÉTON ARMÉ FeE40 :

| COMPOSANTES DU PRIX | UNITES | QUANTITE | PRIX UNITAIRE | TOTAL |
|---|--------|----------|---------------|------------------|
| PERSONNEL | | | | |
| Chef de chantier | H/J | 1 | 15000 | 15000 |
| Chef d'équipe | H/J | 1 | 12000 | 12.000 |
| Main d'œuvre spécialisée | H/J | 6 | 10000 | 60000 |
| Main d'œuvre ordinaire | H/J | 9 | 8000 | 72.000 |
| Total partiel | | | | 199.000 |
| OUTILLAGE | | | | |
| Outillage | ftt | | | |
| Total partiel | | | | 106.000 |
| MATERIAUX | | | | |
| Fil recuit | kg | 1,5 | 8.000 | 12.000 |
| Fer | barre | 75 | 19.500 | 1.462.500 |
| Total partiel | | | | 1.474.500 |
| R : rendement | | | | 75 barres/j. |
| T : Total déboursé sec | | | | 1.739.500 |
| K : Coefficient de majoration de déboursé | | | | 1,25 |
| Prix à l'unité $T \times \frac{K}{R}$ | | | | 28.992 fmg/barre |

III - CHAUSSEE :

III - 1 - SCARIFICATION

| COMPOSANTES DU PRIX | UNITES | QUANTITE | PRIX UNITAIRE | TOTAL |
|---|--------|----------|---------------|--------------------------|
| PERSONNEL | | | | |
| Chef de chantier | H/J | 1 | 15000 | 15000 |
| Chef d'équipe | H/J | 1 | 12000 | 12.000 |
| Opérateur engin | H/J | 6 | 20000 | 120.000 |
| Spécialiste | H/J | 1 | 20000 | 20000 |
| Manœuvre ordinaire | H/J | 8 | 8000 | 64.000 |
| Total partiel | | | | 231.000 |
| MATERIEL | | | | |
| Bulldozer D ₆ | U | 2 | 207.550 | 415.100 |
| Niveleuse | U | 1 | 227.050 | 227.050 |
| Rouleau vibrant 9T | U | 1 | 119.981 | 119.981 |
| Rouleau pneus 30 T | U | 1 | 182.506 | 182.506 |
| Citerne eau | U | 1 | 104.501 | 104.501 |
| Total partiel | | | | 1.049.138 |
| R : rendement | | | | 191,06 m ² /j |
| T : Total déboursé sec | | | | 1.280.138 |
| K : Coefficient de majoration des déboursés | | | | 1,25 |
| Prix à l'unité | | | | 6.700 fmg |

III - 2 - EPAULEMENT :

| COMPOSANTES DU PRIX | UNITES | QUANTITE | PRIX UNITAIRE | TOTAL |
|---|--------|----------|---------------|-------------------------|
| PERSONNEL | | | | |
| Chef de chantier | H/J | 1 | 15000 | 15000 |
| Chef d'équipe | H/J | 2 | 12000 | 12.000 |
| Opérateur engin | H/J | 5 | 20000 | 100.000 |
| Spécialiste | H/J | 1 | 20000 | 20000 |
| Manœuvre ordinaire | H/J | 9 | 8000 | 72.000 |
| Total partiel | | | | 219.000 |
| MATERIEL | | | | |
| Bulldozer D ₆ | U | 1 | 207.550 | 207.550 |
| Niveleuse | U | 1 | 227.050 | 227.050 |
| Rouleau vibrant 9T | U | 1 | 119.981 | 119.981 |
| Rouleau pneus 30 T | U | 1 | 182.506 | 182.506 |
| Citerne eau | U | 1 | 104.501 | 104.501 |
| Total partiel | | | | 634.036 |
| R : rendement | | | | 42,65 m ³ /j |
| T : Total déboursé sec | | | | 853.038 |
| K : Coefficient de majoration des déboursés | | | | 1,25 |
| Prix à l'unité | | | | 25.000 fmg |

III - 3 - COUCHE DE FONDATION :

| COMPOSANTES DU PRIX | UNITES | QUANTITE | PRIX UNITAIRE | TOTAL |
|---------------------|---|----------|---------------|---------------------------|
| PERSONNEL | | | | |
| Chef de chantier | H/J | 1 | 15000 | 15000 |
| Chef d'équipe | H/J | 1 | 12000 | 12.000 |
| Opérateur engin | H/J | 7 | 20000 | 140.000 |
| Spécialiste | H/J | 1 | 20000 | 20000 |
| Manœuvre ordinaire | H/J | 10 | 8000 | 80.000 |
| Total partiel | | | | 267.000 |
| MATERIEL | | | | |
| Chargeur 950 | U | 1 | 178.760 | 178.760 |
| Camion benne 13T | U | 2 | 158.866 | 317.732 |
| Niveleuse | U | 1 | 227.050 | 227.050 |
| Rouleau vibrant 9T | U | 1 | 119.981 | 119.981 |
| Rouleau pneus 30 T | U | 1 | 182.506 | 182.506 |
| Citerne eau | U | 1 | 104.501 | 104.501 |
| Total partiel | | | | 1.130.839 |
| MATERIAUX | | | | |
| Sable | m ³ | 60 | 35000 | 2.100.000 |
| Eau | m ³ | 12 | 2500 | 30.000 |
| Total partiel | | | | 2.130.000 |
| R : rendement | | | | 60 m ³ /j |
| | T : Total déboursé sec | | | 3.527.839 |
| | K : Coefficient de majoration des déboursés | | | 1,25 |
| | Prix à l'unité | | | 73.496 fmg/m ³ |

III - 4 - COUCHE DE BASE EN GRAVE CONCASSEE NON-TRAITEE (GCNT 0/31⁵)

| COMPOSANTES DU PRIX | UNITES | QUANTITE | PRIX UNITAIRE | TOTAL |
|----------------------------------|---|----------|---------------|----------------------------|
| PERSONNEL | | | | |
| Chef de chantier | H/J | 1 | 15000 | 15000 |
| Chef d'équipe | H/J | 2 | 12000 | 24.000 |
| Opérateur engin | H/J | 10 | 20000 | 200.000 |
| Spécialiste | H/J | 1 | 20000 | 20000 |
| Main d'œuvre ordinaire | H/J | 15 | 8000 | 120.000 |
| Total partiel | | | | 379.000 |
| MATERIEL | | | | |
| Chargeur | U | 1 | 178.760 | 178.760 |
| Camion benne 15T | U | 3 | 158.866 | 476.598 |
| Niveleuse | U | 2 | 227.050 | 454.100 |
| Rouleau vibrant 9T | U | 1 | 119.984 | 119.984 |
| Rouleau pneus 30 T | U | 1 | 182.506 | 182.506 |
| MATERIAUX | | | | |
| Gravillon GCNT 0/31 ⁵ | m ³ | 39,75 | 75.000 | 2.981.250 |
| Eau | m ³ | 7,8 | 2.500 | 19.500 |
| Total partiel | | | | 3.000.750 |
| R : rendement | | | | 39,75 m ³ /j |
| | T : Total déboursé sec | | | 4.896.499 |
| | K : Coefficient de majoration des déboursés | | | 1,25 |
| | Prix à l'unité | | | 153.958 fmg/m ³ |

III - 5 - COUCHE DE ROULEMENT EN EDC :

| COMPOSANTES DU PRIX | UNITES | QUANTITE | PRIX UNITAIRE | TOTAL |
|---|--------|-------------------|---------------|---------------------------------|
| PERSONNEL | | | | |
| Chef de chantier | H/J | 1 | 15000 | 15.000 |
| Chef d'équipe | H/J | 1 | 12000 | 12.000 |
| Opérateur engin | H/J | 10 | 20000 | 200.000 |
| Spécialiste | H/J | 1 | 20000 | 20000 |
| Main d'œuvre ordinaire | H/J | 18 | 8000 | 144.000 |
| Total partiel | | | | 391.000 |
| MATERIEL | | | | |
| Chargeur | U | 2 | 178.760 | 357.520 |
| Camion benne | U | 4 | 158.866 | 635.464 |
| Balayeuse tractée | U | 1 | 148.130 | 148.130 |
| Epandeuse EDC | U | 1 | 259.572 | 259.572 |
| Rouleau vibrant 9T | U | 1 | 119.984 | 119.984 |
| Rouleau pneus 30 T | U | 1 | 182.506 | 182.506 |
| Total partiel | | | | 1.703.173 |
| MATERIAUX | | | | |
| Eau | | | | |
| Total partiel | | 15 m ³ | 794.166 | 11.912.490 |
| R : rendement | | | | 15 m ³ /j |
| T : Total déboursé sec | | | | 14.006.663 |
| K : Coefficient de majoration des déboursés | | | | 1,25 |
| Prix à l'unité | | | | 1.167.222 fmg/m ³ |

III - 6 - COUCHE D'IMPREGNATION :(Cut-back 0/1)

| COMPOSANTES DU PRIX | UNITES | QUANTITE | PRIX UNITAIRE | TOTAL |
|---|--------|----------|---------------|---------------------------|
| PERSONNEL | | | | |
| Chef de chantier | H/J | 1 | 15000 | 15.000 |
| Chef d'équipe | H/J | 1 | 12000 | 12.000 |
| Opérateur engin | H/J | 4 | 20000 | 80.000 |
| Spécialiste | H/J | 1 | 20000 | 20.000 |
| Main d'œuvre ordinaire | H/J | 9 | 8000 | 72.000 |
| Total partiel | | | | 199.000 |
| MATERIEL | | | | |
| Camion benne | U | 2 | 158.866 | 317.732 |
| Balayeuse tractée | U | 1 | 148.130 | 148.130 |
| Ependeuse bitume | U | 1 | 259.572 | 259.572 |
| Total partiel | | | | 726.234 |
| MATERIAUX | | | | |
| CUT-BACK 0/1 | Tj | 0,537 | 3.300.000 | 1.737.500 |
| Total partiel | | | | |
| R : rendement | | | | 250 m ² /j |
| T : Total déboursé sec | | | | 2.698.984 |
| K : Coefficient de majoration des déboursés | | | | 1,25 |
| Prix à l'unité | | | | 13.494 fmg/m ² |

III - 7 - PAVE :

| COMPOSANTES DU PRIX | UNITES | QUANTITE | PRIX UNITAIRE | TOTAL |
|---|----------------|----------|---------------|---------------------------|
| PERSONNEL | | | | |
| Chef de chantier | H/J | 1 | 15000 | 15.000 |
| Chef d'équipe | H/J | 3 | 12000 | 36.000 |
| Opérateur engin | H/J | 1 | 20000 | 20.000 |
| Spécialiste | H/J | 1 | 20000 | 20.000 |
| Main d'œuvre spécialisée | H/J | 10 | 10.000 | 100.000 |
| Main d'œuvre ordinaire | H/J | 26 | 8000 | 208.000 |
| Total partiel | | | | 399.000 |
| MATERIEL | | | | |
| Camion benne | U | 1 | 158.806 | 158.806 |
| Total partiel | | | | 726.234 |
| OUTILLAGE | | | | |
| Outillage | ftt | 1 | 241.000 | 241.000 |
| Total partiel | | | | |
| MATERIAUX | | | | |
| Sable de carrière | m ² | 30 | 1740 | 92.200 |
| Pavé | m ² | 30 | 13.726 | 411.780 |
| Total partiel | | | | 463.980 |
| R : rendement | | | | 30 m ² /j |
| T : Total déboursé sec | | | | 2.921.592 |
| K : Coefficient de majoration des déboursés | | | | 1,25 |
| Prix à l'unité | | | | 42.092 fmg/m ² |

III - 8 - BORDURE JET D'EAU :

| COMPOSANTES DU PRIX | UNITES | QUANTITE | PRIX UNITAIRE | TOTAL |
|--|--------|----------|---------------|---------------------------|
| PERSONNEL | | | | |
| Chef de chantier | H/J | 1 | 15000 | 15.000 |
| Chef d'équipe | H/J | 1 | 12000 | 36.000 |
| Main d'œuvre spécialisée | H/J | 7 | 10.000 | 70.000 |
| Main d'œuvre ordinaire | H/J | 11 | 8000 | 88.000 |
| Total partiel | | | | 185.000 |
| OUTILLAGE | | | | |
| Outillage | ftt | 1 | | |
| Total partiel | | | | 378.000 |
| MATERIAUX | | | | |
| Moellon (pour bordure; y compris les mortiers) | ml | 15 | 21.000 | 315.000 |
| Total partiel | | | | |
| R : rendement | | | | 15 m/j |
| T : Total déboursé sec | | | | 875.000 |
| K : Coefficient de majoration des déboursés | | | | 1,25 |
| Prix à l'unité | | | | 72.916 fmg/m ² |

III - 9 - RECHARGEMENT DES ACCOTEMENTS :

| COMPOSANTES DU PRIX | UNITES | QUANTITE | PRIX UNITAIRE | TOTAL |
|---|----------------|----------|---------------|--------------------------|
| PERSONNEL | | | | |
| Chef de chantier | H/J | 1 | 15000 | 15.000 |
| Chef d'équipe | H/J | 1 | 12000 | 12.000 |
| Opérateur engin | H/J | 3 | 20000 | 60.000 |
| Main d'œuvre spécialisée | H/J | 12 | 10.000 | 120.000 |
| Main d'œuvre ordinaire | H/J | 22 | 8000 | 176.000 |
| Total partiel | | | | 518.000 |
| MATERIEL | | | | |
| Camion benne | U | 1 | 158.806 | 158.806 |
| Dame chanteuse | U | 3 | 85.700 | 297.100 |
| Total partiel | | | | 415.960 |
| OUTILLAGE | | | | |
| Outillage | ftt | 1 | | 314.000 |
| Total partiel | | | | |
| MATERIAUX | | | | |
| Enduit superficiel | m ² | 457 | 1750 | |
| Total partiel | | | | 799.750 |
| R : rendement | | | | 457 m ² /j |
| T : Total déboursé sec | | | | 2.047.710 |
| K : Coefficient de majoration des déboursés | | | | 1,25 |
| Prix à l'unité | | | | 4.480 fmg/m ² |

ANNEXE N°17

CALCUL DES COTES DES POINTS DU PROFIL EN TRAVERS (AXE N°4)

| STATION | POINTS VISES | LARR | LAV | ΔZ | | COTES |
|-----------------|-----------------|------|------|------|----------|----------|
| | | | | + | - | |
| C ₀ | R ₂₀ | 2013 | | | | 1009,937 |
| | 87' | | 1128 | 887 | | 1008,824 |
| | 87 ^A | | 1304 | 709 | | 1008,646 |
| | 87 ^B | | 1035 | 978 | | 1008,915 |
| C ₁ | 87 | 1870 | | | | 1008,694 |
| | 88" | | 1240 | 630 | | 1009,324 |
| | 88' | | 1359 | 511 | | 1009,205 |
| | 88 ^A | | 1364 | 506 | | 1009,200 |
| C ₂ | 88 ^B | | 1221 | 649 | | 1009,343 |
| | 88 | 1259 | | | | 1009,102 |
| | 89" | | 1957 | 698 | | 1008,404 |
| | 89' | | 2084 | 825 | | 1008,277 |
| 89 ^A | 2099 | | 840 | | 1008,262 | |
| C ₃ | 89 ^B | | 1976 | 717 | | 1008,385 |
| | 89 | 1429 | | | | 1008,294 |
| | 90" | | 2159 | 730 | | 1007,564 |
| | 90' | | 2452 | 1023 | | 1007,271 |
| 90 ^A | 2487 | | 1058 | | 1007,263 | |
| C ₄ | 90 ^B | | 2231 | 802 | | 1007,492 |
| | 90 | 1227 | | | | 1007,120 |
| | 91" | | 1766 | 539 | | 1006,581 |
| | 91' | | 2049 | 822 | | 1006,298 |
| 91 ^A | 2075 | | 848 | | 1006,292 | |
| C ₅ | 91 ^B | | 1725 | 498 | | 1006,622 |
| | 91 | 1363 | | | | 1006,270 |
| | 92" | | 1791 | 428 | | 1005,842 |
| | 92' | | 1963 | 600 | | 1005,670 |
| 92 ^A | 1960 | | 597 | | 1005,673 | |
| C ₆ | 92 ^B | | 1810 | 447 | | 1005,823 |
| | 92 | 1346 | | | | 1005,629 |
| | 93" | | 2046 | 700 | | 1004,929 |
| | 93' | | 2128 | 782 | | 1004,847 |
| 93 ^A | 2125 | | 779 | | 1004,850 | |
| C ₇ | 93 ^B | | 2034 | 688 | | 1004,941 |
| | 93 | 1285 | | | | 1004,853 |
| | 1230 | | 2234 | | | 1003,874 |

ANNEXE N°18

TRAFFIC A L'ANNEE DE MISE EN SERVICE (24 h)

| AXES | PK | TYPES DE VEHICULES | | | | | TOTAL |
|------|-------|------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------|-------|
| | | 2 ESSUIEU X 2T<PTC< 6T | 2 ESSUIEU X 6T<PTC<1 0T | 2 ESSUIEU X PTC>10T | 3 ESSUIEU X PTC>10T | 4 ESSUIEUX PTC>10T | |
| 1 | 0+010 | 22 | 16 | 17 | 4 | 3 | 62 |
| 2 | 0+010 | 11 | 8 | 9 | 3 | 2 | 34 |

| | | | | | | | |
|---|-------|---|---|---|---|---|----|
| 3 | 0+010 | 7 | 5 | 3 | 1 | 1 | 17 |
| 4 | 0+010 | 4 | 3 | 3 | 1 | 0 | 0 |

(Source : Comptages faits sur le lieu du 23-11-98)

Du 02-12-98

| AXES | PK | TYPES DE VEHICULES | | | | | TOTAL |
|------|-------|------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------|-------|
| | | 2 ESSUIEU X 2T<PTC<6 T | 2 ESSUIEU X 6T<PTC<1 0T | 2 ESSUIEU X PTC>10T | 3 ESSUIEU X PTC>10T | 4 ESSUIEUX PTC>10T | |
| 1 | 0+010 | 27 | 15 | 22 | 3 | 2 | 69 |
| 2 | 0+010 | 15 | 6 | 11 | 2 | 1 | 35 |
| 3 | 0+010 | 7 | 7 | 8 | 2 | 1 | 25 |
| 4 | 0+010 | 5 | 2 | 3 | 0 | 0 | 10 |

Du 17-12-98:

| AXES | PK | TYPES DE VEHICULES | | | | | TOTAL |
|------|-------|------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------|
| | | 2 ESSUIEU X 2T<PTC<6 T | 2 ESSUIEU X 6T<PTC<1 0T | 2 ESSUIEU X PTC>10T | 3 ESSUIEU X PTC>10T | 4 ESSUIEU X PTC>10T | |
| 1 | 0+010 | 31 | 17 | 14 | 2 | 3 | 67 |
| 2 | 0+010 | 19 | 11 | 7 | 1 | 2 | 40 |
| 3 | 0+010 | 9 | 4 | 5 | 1 | 1 | 20 |
| 4 | 0+010 | 3 | 2 | 2 | 0 | 0 | 7 |

MOYENNE

| AXES | PK | TYPES DE VEHICULES | | | | | TOTAL |
|------|-------|------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------|
| | | 2 ESSUIEU X 2T<PTC< 6T | 2 ESSUIEU X 6T<PTC<1 0T | 2 ESSUIEU X PTC>10T | 3 ESSUIEU X PTC>10T | 4 ESSUIEU X PTC>10T | |
| 1 | 0+010 | 27 | 16 | 18 | 3 | 2 | 66 |
| 2 | 0+010 | 13 | 9 | 10 | 2 | 2 | 36 |
| 3 | 0+010 | 9 | 5 | 5 | 1 | 1 | 21 |
| 4 | 0+010 | 4 | 2 | 3 | 0 | 0 | 9 |

ANNEXE N°19

VERIFICATION DES CONTRAINTES

CALCUL DES CONTRAINTES DANS L'AXE DE JUMELAGE

Les abaques de JEUFFROY-BACHELEZ donnent directement les valeurs des contraintes dans l'axe de jumelage en fonction des deux paramètres α et β .

On prend comme exemple de calcul l'axe n°4.

$$\alpha = \frac{H_1}{a} = \frac{17}{12,5} = 1,4; \text{ et } \beta = \frac{H}{a} \sqrt[3]{\frac{E}{6E_1}} = \frac{2}{12,5} \sqrt[3]{\frac{25000}{6 \cdot 5000}} = 0,23$$

D'après l'abaque de JEUFFROY-BACHELEZ, on a :

$$\begin{aligned} \frac{E_1}{E_2} = 9 \quad \frac{N_5}{q} \left(\frac{E_1}{E_2} \right)^{\frac{2}{3}} = 0,05 \Rightarrow &= 0,11 \\ &= 1,19 \\ \frac{N_7}{q} = 0,18 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{E_1}{E_2} = 3 \quad \frac{N_5}{q} \left(\frac{E_1}{E_2} \right)^{\frac{2}{3}} = -0,17 \Rightarrow &= 0,38 \\ &= 1,62 \\ \frac{N_7}{q} = 0,245 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Dans notre cas, } \frac{E_1}{E_2} = 5 \quad \sigma_r = 1,11 - \frac{(9-5)(1,11-0,38)}{(9-3)} &= 0,29 \\ \sigma_z = 1,19 + \frac{(9-5)(1,62-1,19)}{(9-3)} &= 1,48 \text{ bars.} \end{aligned}$$

CALCUL DES CONTRAINTES ADMISSIBLES :

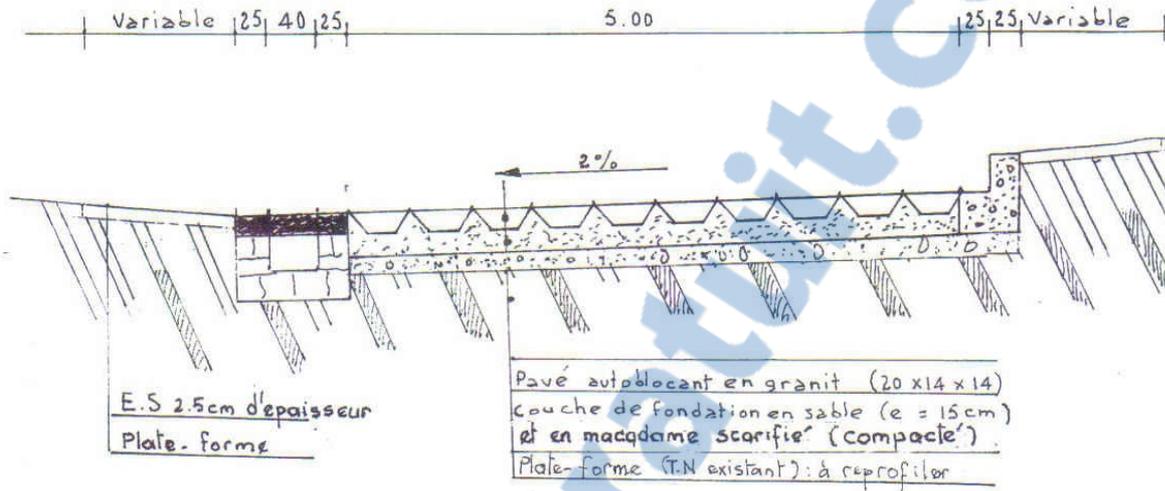
$$T_{7\text{adm}} = \frac{0,3}{1 + 0,7 \log N} = \frac{0,3 \cdot 20}{1 + 0,7 \log 0,12 \cdot 10^5} = 1,48 \text{ bars}$$

On prendra $N_{5\text{ adm}} = 10$ bars.

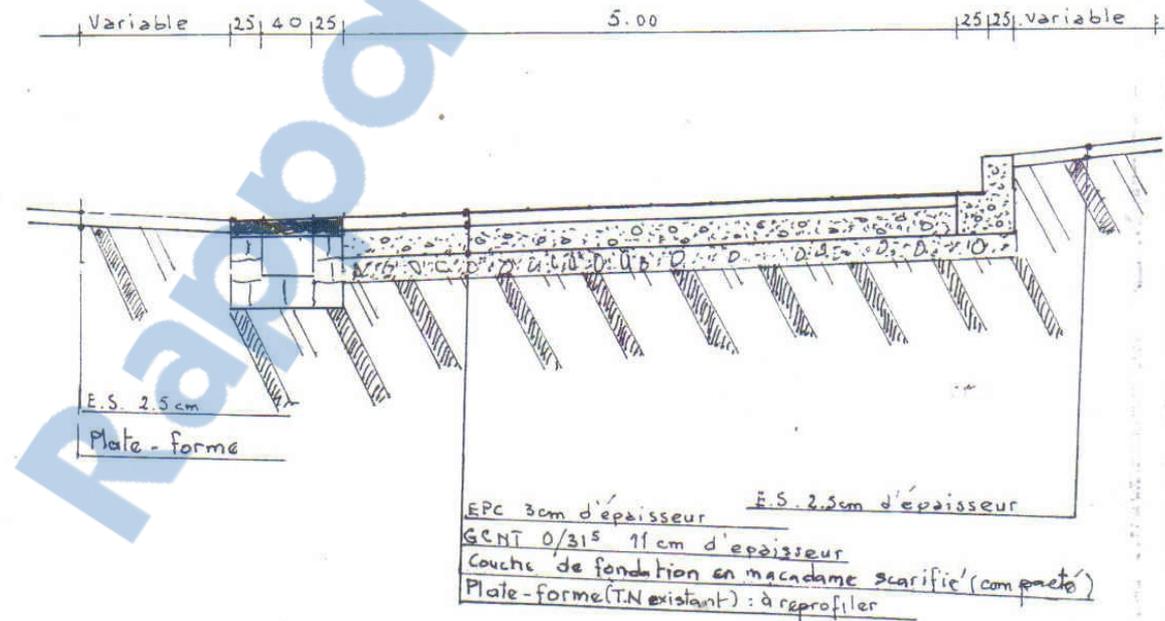
| AXE | H[cm] | H ₁ [cm] | E | E ₁ | E ₂ | α | β | σ_r [Bars] | σ_z [Bars] | σ_{radm} [Bars] | σ_{zadm} [Bars] |
|-----|-------|---------------------|-------|----------------|----------------|----------|---------|-------------------|-------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1 | 3 | 23 | 25000 | 5000 | 1000 | 1,9 | 0,23 | 0,35 | 1,2 | 10 | 1,30 |
| 2 | 3 | 19 | 25000 | 5000 | 1000 | 1,5 | 0,23 | 0,34 | 1,35 | 10 | 1,36 |
| 3 | 3 | 19 | 25000 | 5000 | 1000 | 1,4 | 0,23 | 0,34 | 1,35 | 10 | 1,41 |
| 4 | 3 | 17 | 25000 | 5000 | 1000 | 1,2 | 0,23 | 0,28 | 1,48 | 10 | 1,56 |

ANNEXE N°20

VARIANTE 2

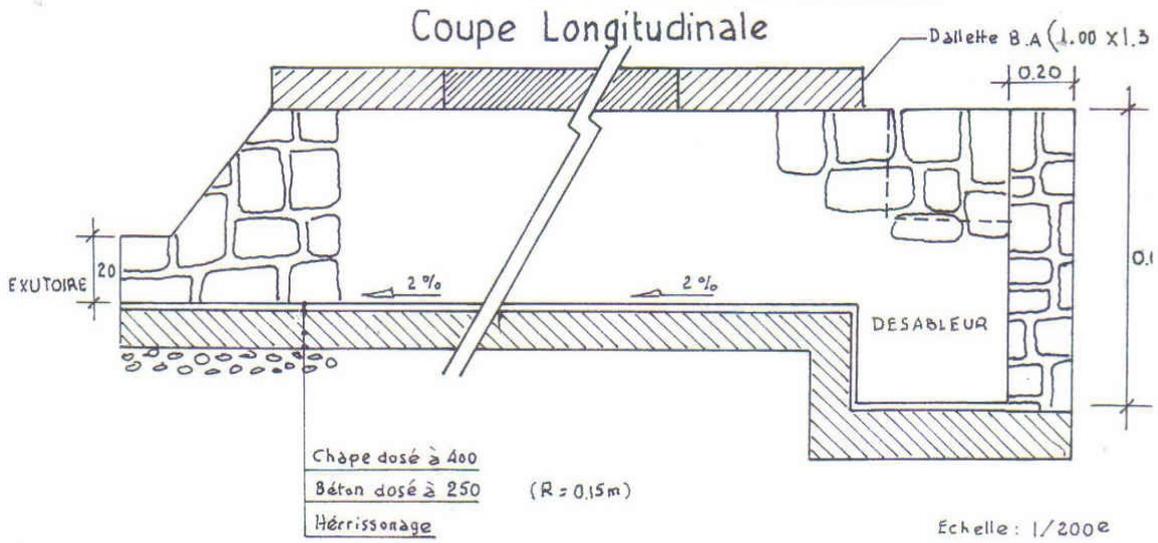


VARIANTE 1

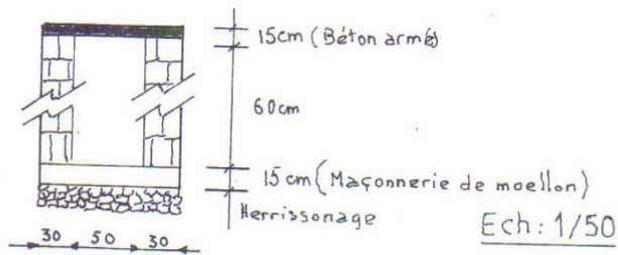


ANNEXE N° 21

OUVRAGE DE FRANCHISSEMENT DALOT TYPE



OUVRAGE DE FRANCHISSEMENT DALOT TYPE



DALLETE de 1.30x1.00 - (ARMATURE)

