

# **SOMMAIRE**

## **Partie I : Monographie de la ville de Mahajanga**

Chapitre I : Généralités sur la commune urbaine de Mahajanga

Chapitre II : Historique du Réseau Routier de la commune de Mahajanga

Chapitre III : L'environnement dans la ville de Mahajanga

## **Partie II : Système d'information géographique**

Chapitre I : Système d'Information Géographique

Chapitre II : Le Logiciel Mapinfo 7.0

## **Partie III : Etudes Techniques**

Chapitre I : Cas général sur le réseau routier de la commune urbaine de Mahajanga

Chapitre II : Cas particulier d'étude de deux tronçons

Chapitre III : Gestion de réhabilitation et d'entretien du réseau routier de Mahajanga :

Chapitre IV : Etudes d'Impacts Environnementaux

## **REMERCIEMENTS**

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau N°01	Tableau de nombre de population .....	6
Tableau N°02	Tableau synoptique sur la situation démographique 2003 .....	8
Tableau N°03	Population par groupe d'âges selon le genre : .....	9
Tableau N°04	Superficies cultivées:.....	12
Tableau N°05	Évolution du Cheptel Bovin:.....	14
Tableau N°06	Evolution de la production: .....	15
Tableau N°07	Evolution récente du Cheptel Porcin.....	15
Tableau N°08	Evolution Cheptel Ovins/Caprins : .....	15
Tableau N°09	Evolution récente du Cheptel Ovins/Caprins :.....	16
Tableau N°10	Evolution du Cheptel avicole 1998 –2001 .....	16
Tableau N°11	nom des lacs par superficie .....	18
Tableau N°12	Nombres de licences des différents moyens de transports de l'année 2000 : .....	20
Tableau N°13	Tonnages des marchandises : .....	22
Tableau N°14	Donnant le nombre de passagers :.....	23
Tableau N°15	Nombre d'abonnés par jour dans chaque marché : .....	25
Tableau N°16	Nom des sociétés par types d'activités:.....	26
Tableau N°17	donnant le taux d'activité, selon le genre et les classes d'âge.....	28
Tableau N°22	Profil des demandeurs d'emploi selon la position antérieure à la vie active et le sexe .....	31
Tableau N°23	Profil des demandeurs d'emploi selon le niveau de formation et le sexe .....	32
Tableau N°24	degré de scolarisation à Mahajanga.....	32
Tableau N°25	les sites touristiques et leurs activités :.....	33
Tableau N°26	Classe d'établissements et leurs capacités d'accueil:.....	34
Tableau N°27	Liste des établissements hôteliers avec capacité d'accueil : .....	34
Tableau N°28	Catégories de routes ou voies suivant leur largeur:.....	72
Tableau N°29	Catégories de routes ou voies suivant le Revêtement: .....	72
Tableau N°30	Caractéristiques du réseau urbain suivant l'existence de trottoir:.....	72
Tableau N°31	Caractéristiques du réseau urbain suivant les équipements: .....	72
Tableau N°32	Etat des voies.....	74
Tableau N°33	Situation des rues communales de la ville de mahajanga .....	74
Tableau N°34	Caractéristiques du tronçon du boulevard Marcoz :.....	91

Tableau N°35	Caractéristiques de la route du Bloc administratif: .....	92
Tableau N°36	Trafic moyen par route dans les deux sens : .....	93
Tableau N°37	Epaisseur équivalente : .....	94
Tableau N°38	Tableau récapitulatif.....	95
Tableau N°39	Recherche de l'épaisseur du modèle tricouche .....	96
Tableau N°40	Epaisseur de chaque couche de la nouvelle structure .....	99
Tableau N°41	Transformation du modèle quadri couches en modèle tri couches .....	99
Tableau N°42	Milieu biophysique.....	129
Tableau N°43	Milieu humain : .....	129
Tableau N°44	Milieu biophysique:.....	130
Tableau N°45	Milieu humain: .....	130
Tableau N°46	Milieu biophysique:.....	131
Tableau N°47	Milieu humain: .....	131

## **LISTE DES FIGURES**

Figure 01:	Fenêtre de MAPINFO Professionnal®. ....	51
Figure 02:	Boîte à outils "Standard" .....	52
Figure 03:	Boîte à outils "Général" .....	53
Figure 04:	Boîte à outils "Dessins" .....	54
Figure 05:	Boîte de dialogue "contrôle des couches" .....	58
Figure 06:	Boîte de dialogue de sélection.....	62
2.	Boîte de dialogue de sélection SQL .....	63
Figure 07:	Boîte de dialogue de mise à jour colonne (1).....	64
3.	Boîte de dialogue de mise à jour colonne (2).....	65
4.	Boîte de dialogue de définition jointure (1) .....	65
5.	Boîte de dialogue de mise à jour colonne (3).....	66
Figure 08:	Boîte de dialogue de définition jointure (2) .....	66
Figure 09:	Boîte de dialogue de géocodage.....	67
Figure 10:	Transformation du modèle quadri couches en modèle tri couches .....	96
Figure 11:	Section transversale d'un caniveau. ....	104

## **LISTE DES CARTES**

Carte N°1 :	Situation géographique de la ville de Mahajanga .....	5
Carte N°2 :	Carte du réseau routier de Mahajanga.....	71
Carte N°3 :	Carte des états de dégradation du réseau routier de Mahajanga.....	124



## Introduction générale

Le transport routier joue un rôle essentiel dans l'économie malgache. Aussi la nécessité de protéger le réseau routier et de le conserver en bon état est d'une importance capitale. Le retard en matière de besoin de remise en état des routes peut avoir des conséquences graves : Escalade des coûts de réparation des routes, des coûts d'exploitation des véhicules, émergence des problèmes de sécurité. Ces dernières années, la ville de Mahajanga située au Nord -Ouest de Madagascar a rencontré de grandes difficultés dans ce domaine car l'ENTRETIEN ROUTIER a été délaissé. C'est depuis cette année 2006 que des efforts ont été entrepris dans la remise en état de l'infrastructure routière urbaine de Mahajanga.

Notre principal objectif est de proposer un outil d'aide à la prise de décision de la commune urbaine dans son immense tâche car seule une parfaite compréhension de l'ENTRETIEN aux niveaux les plus élevés de la prise de décision et de la planification financière peut mener au succès. Une innovation a été apportée, des outils informatiques ont été mis au point, parmi lesquels : le Système d'Information Géographique (SIG) qui prend en compte l'ensemble des préoccupations majeures des décideurs et leur permet d'orienter au mieux leur politique d'ENTRETIEN.

Afin d'atteindre ce but, nous avons subdivisé le présent mémoire de fin

d'études en 3 parties :

- Monographie de la ville de Mahajanga
- Description système SIG et son mode d'utilisation
- Etudes techniques



## **Chapitre I : Généralités sur la commune urbaine de Mahajanga**

### **I-1. Historique de la ville de Mahajanga:**

#### **I-1-1. Origine Sakalava de la ville de Mahajanga :**

Au début du 19<sup>ème</sup> siècle, Ravahiny, Reine des Sakalava ayant comme royaume « Boina » était installée à Marovoay. Elle avait une grande notoriété et avait de très bonnes relations avec Andrianampoinimerina, Roi des Merina. Mahajanga n'était pas encore la capitale du Boina, le réseau fluvial de ce temps était très dense et tous les navigateurs et les marchands devaient d'abord passer par Marovoay et avoir une autorisation de la Reine Ravahiny avant d'accéder à Mahajanga.

La reine Ravahiny était très riche et avait noué des relations avec Zanzibar, l'Afrique de l'Est et l'archipel des Comores. Son royaume jouissait d'une grande prospérité. Mahajanga a alors connu un développement commercial considérable. Des commerçants indo-pakistanaïens, arabes et d'autres étrangers s'y sont implantés. La ville a pris un essor tel qu'elle est devenue la capitale du Boina.

Remarque : ethnologie cosmopolite

#### **I-1-2. Nom de la ville :**

La ville doit son nom au terme Sakalava «Maha Janga» ce qui se traduit par «Rend en bonne santé» En effet, la nature, l'air marin, le climat, le soleil radieux et la mer à Mahajanga jouent un rôle favorable sur la santé des gens. Beaucoup y ont passé des cures notamment la famille royale Sakalava.

Par la suite, les arabes et africains parlant le swahili qui ont débarqué dans cette ville étaient ébahis par

l'abondance des fleurs dans cette ville et l'ont appelé «Mji Aangaïa» Les deux mots «Maha Janga et Mji Aangaïa» ayant la même consonance le nom Mahajanga est retenu pour la ville .

Pendant la période de la colonisation française, les Français ont eu des difficultés à prononcer ce mot et l'a appelé à leur façon « Majunga », mais actuellement le nom malagasy « Mahajanga » est acquis et définitif.



I-1-3. Les différentes subdivisions territoriales de la commune urbaine de Mahajanga :

Du point de vue administratif, Mahajanga comporte 07 arrondissements et de 26 Fokontany qui sont les suivants :

Mahajanga Ville, Antanambao/ Ambalavato, Ambalavola, Mangarivotra, Ambovalanana, Manga, Marovato/ Abattoir, Manjarisoa, Morafeno, Mahabibo kely, Fiofio, Antanimasaja, Tsaramandroso Ambony/ Ambany, Mahavoky Atsimo/ Avaratra, Amborovy, Ambohimandamina, Antanambao/ Sotema, Aranta, Antanimalandy, Mahatsinjo, Ambondrona, Tsararano Ambony, Tsararano Ambany, Anosikely/ Tsararano.

I-1-4. Répartition suivant le degré d'urbanisation :

La ville se découpe en deux parties distinctes :

le site interne ;

le site externe.

Elles sont séparées par une zone inondable très basse, constituée par le Vallon Metzinger et la mangrove d' Antsahabingo :

a) Le Site interne: C'est la partie ouest de l'agglomération, limitée à l'Est par le Vallon de Metzinger. Ce site est essentiellement urbain, et suit un schéma de développement organisé à plan géométrique s'étendant sur Mahajanga-Be et Mangarivotra.

b) Le Site externe: Zones d'extension de l'agglomération vers l'Est et le Nord-Est à partir de la rive gauche, désorganisé par l'absence de plan d'urbanisme et l'importance de flux migratoires, se distingue par l'acuité de leur sous-développement.

On distingue cinq (05) types de quartiers dans ces sites :

▪ **Les quartiers modernes :**

❖ Mahajanga Be, situé au port, occupe la façade occidentale de la ville.

Il présente une architecture et l'urbanisation type de la ville.

❖ Mangarivotra, située au nord de l'Avenue de France et de la Libération, est la zone de grandes villas en bordure de mer, du bloc Administratif,



de la Cité résidentielle du Plateaux des Tombes, de l'Hôpital d' Androva et de la Caserne du Camp des Manguiers.

Mahajanga Be et Mangarivotra constituent les quartiers aisés de la Ville de Mahajanga. Ils sont dotés d'équipements collectifs et du réseau d'assainissement et sont séparés des quartiers populaires par des grandes avenues.

▪ **Les quartiers populaires :**

Ils sont situés à l'est du centre ville, bordant la rive droite du Vallon de Metzinger. Ces quartiers, de 5 mètres d'altitude sont inondés périodiquement en saison de pluie. Il s'agit des quartiers de Mahabibo et Abattoir dominés par des cases en tôle et en végétal. Les habitations sont très précaires et insalubres (des cases en tôle et en végétal). Ces quartiers populaires ont une forte densité de population et sont à proximité des marchés, des écoles et des mosquées.

▪ **Les quartiers spontanés :**

L'habitat spontané s'est implanté sur la rive gauche du vallon Metzinger à la périphérie des quartiers populaires et en zone inondable. Ces quartiers sont caractérisés par la prédominance des migrants, l'absence de lotissements, d'infrastructures et d'équipements collectifs adéquats.

▪ **Les quartiers mixtes :**

Ce secteur s'étend de la partie Nord du quartier de Mahajanga Be au quartier de Mahavoky Avaratra. L'habitat est spontané à plus de 50%, mais on y trouve également des zones résidentielles sur les hauteurs et le long de la Corniche. L'équipement de ces quartiers mixtes semble être la meilleure de la ville, mais on y observe aussi un accroissement de l'habitat spontané proche de ces quartiers.

▪ **Les quartiers ruraux :**

Ils sont situés dans la zone Nord Est de la Ville. Environ 20 000 habitants y sont répartis mais la densité y est encore très faible. L'habitat rural y prédomine. C'est ici que se concentrent les activités rurales de la ville. La plupart des habitants du secteur sont des Immigrants. La qualité des routes témoigne des caractéristiques de chaque quartier.

## **I-2. Situation géographique, géologique et hydrologique:**

### **I-2-1. Géographie:**

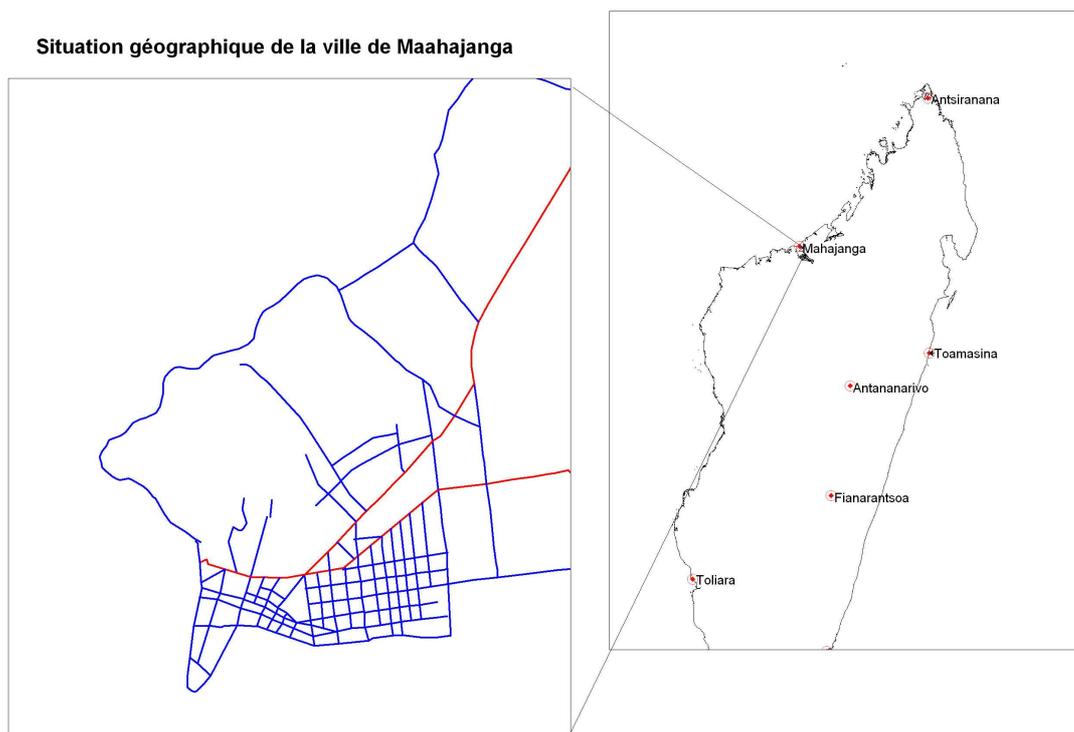
La ville de Mahajanga est située au Nord-Ouest de Madagascar, à 570 km d'Antananarivo.

- latitude Sud 15° 43'
- Longitude Est 46° 20'

Elle se trouve à l'embouchure du fleuve « Betsiboka », en bordure de la baie de Bombetoka, face à l'Afrique au bord du Canal de Mozambique.

Sa superficie est de 53 km<sup>2</sup>

### **Carte N°1 : Situation géographique de la ville de Mahajanga**



### **I-2-2. Géologie:**

Du point de vue géologique, la ville a été construite sur des terrains sédimentaires datant du tertiaire et du quaternaire. Le substratum est constitué essentiellement par des roches meubles : des grès et du sable sauf pour quelques parties hautes rocailleuses.



Les roches dures étant surtout des calcaires et des dolomies.

Le relief est peu accidenté (altitude 15 mètres : Androva, Mangarivotra (Bloc administratif). Une extension de la ville de Mahajanga est située sur des dunes (quartier de Mahavoky) et des zones basses marécageuses ( Tsaramandroso, Tsararano). La nature du sol est sablo-argileuse. La connaissance de la géologie des terrains sous- jacents revêt une importance capitale lors de la construction et / ou la réhabilitation du réseau routier.

### I-2-3. Climat:

Le climat est caractérisé par deux saisons qui ne se différencient que par la pluviométrie et les passages des cyclones :

- Chaude et humide du mois d'octobre au mois d'avril ;
- Chaude et sèche d'avril en octobre.

La température moyenne diurne avoisine les 30°C. C'est uniquement le soir et la nuit qu'il y a un peu de fraîcheur pendant la saison sèche.

En outre, Mahajanga est soumise au régime des alizés du secteur Est à Sud Est pendant la saison des pluies.

### I-3. Situation démographique :

#### I-3-1. Population :

Les données disponibles sont citées sur le tableau ci-dessous :

**Tableau N°01 Tableau de nombre de population**

<b>Année</b>	<b>Population [ hab]</b>	<b>Source</b>	<b>Taux d'accroissement annuel</b>
1993	100.807	RGPH INSTAT	
2003	143.779	DIR POP	3 %
2003	253.316	Préfecture	3 %
2001	215.650	JIRAMA	

*Source : Commune Urbaine de Mahajanga*



La population actuelle tourne autour de 220.000 habitants et 260.000 habitants dans la ville de Mahajanga. L'écart manifeste entre les sources des données ne permet pas de conclure de manière définitive.

Sur la base de la compilation des données par Fokontany entre les différentes sources, la population de la commune urbaine peut être estimée à 234.944 habitants.



**Tableau N°02 Tableau synoptique sur la situation démographique 2003**

<b>FOKONTANY</b>	<b>POPULATION 2003 [ hab]</b>	<b>SUPERFICIE [ha]</b>	<b>DENSITE [hab/ha]</b>
Mahajanga Ville	11.511	215	54
Antanambao /Ambalavato	4.668	9	519
Ambalavola	7.638	20	382
Mangarivotra	11.299	106	107
Ambovoloamana	5.092	14	364
Manga	3.713	11	338
Marovato/Abattoir	11.458	21	546
Manjarisoa	3.925	9	436
Morafeno	4.138	9	460
Mahabibo kely	4.138	8	517
Fiofio	7.214	30	240
Antanimasaja	20.475	171	120
Taramandroso Ambony/Ambany	10.439	28	373
Mahavoky Atsimo/Avaratra	17.346	167	104
Amborovy	6.500	980	7
Ambohimandamina	20.263	198	102
Antanambao/Sotema	9.328	127	73
Aranta	2.684	45	60
Antanimalandy	23.446	474	49
Mahatsinjo	6.259	23	272
Ambondrona	20.051	284	71
Tsararano Ambony	10.291	74	139
Tsararano Ambany	5.090	52	98
Anosikely /Tsararano	5.973	33	181
<b>TOTAL</b>	<b>234.944</b>	<b>3108</b>	<b>76</b>

*Source : Compilation Données : - Commune urbaine, 2003*

*- Préfecture, 2003*

*-Direction Inter-Régionale Population Mahajanga, 2003*



**Tableau N°03 Population par groupe d'âges selon le genre :**

Groupe d'âge	Population [habitants]		
	Masculin	Féminin	Ensemble
00 – 04 ans	17.294	16.898	34.192
05 – 09 ans	14.957	14.820	29.777
10 – 14 ans	13.784	14.358	28.142
15 – 19 ans	12.652	13.688	26.340
20 - 24 ans	11.192	12.306	23.498
25 - 29 ans	9.291	10.661	10.670
30 - 34 ans	8.705	9.493	18.198
35 - 39 ans	8.850	8.332	17.182
40 - 44 ans	7.451	5.954	13.405
45 - 49 ans	3.822	3.498	7.320
50 - 54 ans	2.937	2.871	2.874
55 - 59 ans	1901	1.896	3.797
60 - 64 ans	1.384	1.692	3.076
65 - 70 ans	827	1.106	1.933
70 - 74 ans	515	697	1.212
74 - 79 ans	274	344	618
80 ET +	226	268	494
<b>TOTAL</b>	<b>116.062</b>	<b>118.882</b>	<b>234.944</b>

*Source :* -Ministère Population, Milieu de Résidence urbain, Mahajanga, 2000

-Préfecture du Boina et JIRAMA, Mahajanga, 2003

-Nos propres calculs

C'est une population jeune, dont plus de 50% ont moins de 20 ans. L'âge médian est de 19 ans. Elle est cosmopolite et multiéthnique avec une majorité de Merina et de Betsileo (environ 53%), de Tsimihety (13,9 %), de Betsirebaka ( Antemoro, Antaifasy, Antaisaka, Antemanambondro) 12,5 %, de sakalava (9,6 %) et d'Antadroy (1,3 %). Cette population comporte également des étrangers dont les Comoriens, les Indo-pakistanaïis, les Européens, les Arabes, les Asiatiques.



### I-3-2. Mouvements migratoires :

Dans la région du Boina : les fonctions multiples de la ville de Mahajanga et la mise en valeur récente des potentialités agricoles de la région sont à l'origine des mouvements migratoires intenses et permanents ; plus de 75 % de la population ont résidé à l'extérieur avant de s'installer dans la zone (carte n°9).

Les courants de migration ont été amorcés dès le début du siècle (vers les années 1910 - 1920) par le mouvement de colonisation rizicole des plaines alluviales de Marovoay plus particulièrement avec les grands travaux de drainage et d'assainissement. Ensuite par la valorisation des zones de baibofo pour les cultures industrielles et de rente à Namakia (pour la canne à sucre) et Ambato-Boéni (arachides, tomates, coton ...).

- **à l'intérieur de la région du Boina:**

Il y a peu de mouvement mais on enregistre des émigrations à caractère semi-définitif de jeunes résidents des chefs-lieux des districts vers la ville de Mahajanga. Environ 3 à 5 % des jeunes citadins de Marovoay et Ambato-Boéni sont concernés par cet exode.

- **à l'extérieur de la région du Boina:**

Des départs de jeunes des régions de Maevatanàna sont également enregistrés. Ces jeunes partent pour se salarier temporairement dans les riches espaces agricoles d'Ambato-Boéni. De même ceux riverains de la RN 4 qui émigrent vers Mahajanga en quête de travail temporaire ou définitif dans les unités industrielles, plus spécialement dans les pêcheries et le port pendant la morte saison agricole

Les flux migratoires sont alimentés de façon permanente et de plus en plus amplifiés par des groupes, Tsimihety et Antaisaka. Ces quatre principales ethnies représentent environ 85 % des populations migrantes de la zone.

Les migrations de travail, qui ont été un facteur déterminant sur le plan rizicole continuent jusqu'à maintenant de façon plus ou moins organisée avec le développement des cultures industrielles et de rente.



▪ **à l'intérieur de la ville de Mahajanga :**

Le développement industriel de Mahajanga a entraîné la prolifération de quartiers sous-intégrés (site externe surtout) où logent 69 % des ouvriers (Antanimalandy Antanimasaja, Tsararano, Anosikely, Mahavoky, Ambondrona et Amborovy). Ce fait résulte de l'appel de main d'oeuvre nécessaire au fonctionnement de ces unités. La région étant sous-peuplée et la population autochtone est à vocation pastorale, peu intéressée à des travaux et rythmes de production, 95 % des travailleurs viennent des hautes terres et du Sud-Est. En tant que créatrice d'emplois, le développement industriel devient un facteur de mobilité des populations (immigrations, migrations pendulaires locales) contribuant au cosmopolitisme de la ville.

Plusieurs autres raisons expliquent la densification importante de certains quartiers de la ville (Fiofio, Morafeno, Manga, Tsararano, Mangarivotra etc ...):

- ❖ le regroupement familial, ethnique et professionnel (pousse pousse) ;
- ❖ le pouvoir d'achat des migrants lié au coût élevé des loyers et de l'immobilier en général ;
- ❖ les déménagements provisoires après les saisons cycloniques ;
- ❖ la proximité du centre ville liée aux activités informelles ;

l'existence des infrastructures de base à savoir les voiries, l'eau et l'électricité .



#### I-4. Situation économique:

##### I-4-1. Agriculture :

La grande diversité des ressources agro-pédologiques de la région permet une gamme diversifiée de cultures aussi bien vivrières qu'industrielles ou de rente sur d'immenses plaines alluviales, de couloirs de baiboho et de bas-fonds inondables, couvrant une Surface Agricole Utile de 980 000 hectares dans la région de Boeni et de 590 000 ha dans la Région de Betsiboka, soit 1 570 000 hectares de SAU pour l'ensemble de la Région.

**Tableau N°04 Superficies cultivées:**

Sous-préfectures	Superficies totales (ha)	Superficies cultivées	%
Mahajanga I	5 300	-	
<b>Ensemble Région</b>	<b>6 107 100</b>	<b>116 000</b>	<b>2,6</b>

*Sources : -RGPH*

*-Annuaire Statistique Agricole 2001*

Faute de données disponibles, les superficies cultivées en coton et tabac ne sont pas incluses dans ces chiffres.

##### a) Types de culture :

Cette grande diversité agro-pédo-écologique de la région de Boina permet à chaque sous-préfecture une grande diversification de cultures.

Les cultures vivrières occupent la majorité de la surface cultivée totale, allant jusqu'à plus de 88% :

La principale culture vivrière est le riz. Les potentialités rizicoles et l'importance de cette activité, avec Marovoay particulièrement, font de cette région le deuxième grenier à riz à l'échelle de la région lui offrant des conditions propices pour la mise en valeur des plaines alluviales développées de part et d'autre des rives des fleuves ;

puis viennent par la suite le manioc, le maïs, le haricot, les patates douces, taro ;

les cultures de rente, y figurent avec comme la culture principale est la caféiculture ;

les cultures industrielles : canne à sucre, arachide, cocotier, coton, tabac ;

les fruits et légumes qui englobent les cultures maraîchères et fruitières.



**b) Mode de faire valoir :**

Les activités agricoles sont centrées sur la riziculture. Les modes de faire valoir sont donc essentiellement ceux de la riziculture.

En général, il existe trois modes de faire valoir dans la région :

- La faisance valoir directe ;
- le métayage ;
- le fermage-location.

**c) Commercialisation :**

D'une manière générale, les producteurs ne rencontrent pratiquement pas de problème majeur en ce qui concerne l'écoulement de leurs produits qui peut se faire soit au village, soit au marché hebdomadaire. On rencontre un collecteur, au moins, par village et un collecteur par sous-préfecture :

- ✓ un collecteur local (ou sous-collecteur ou rabatteur), qui réside au village, opère soit sur fonds propre, soit avec des avances accordées par le collecteur principal ou le grossiste. Il fait la collecte pour le collecteur principal ;
- ✓ un collecteur - spéculateur, le plus souvent dans le secteur informel, effectue des achats pour son propre compte durant la campagne. Il stocke ses produits pour pouvoir revendre à la période de soudure au prix du marché ;
- ✓ un collecteur principal ou grossiste qui collecte du paddy ou du riz soit directement auprès des producteurs, soit auprès des rabatteurs
- ✓ Ainsi, les grossistes achètent aux collecteurs, transforment auprès des décortiqueurs et assurent l'acheminement vers les détaillants.

**I-4-2. Elevage:**

L'ensemble de la région du Boina offre des conditions naturelles assez favorables à l'élevage. Elle est composée de plateaux à savanes, de dépressions enfermant de nombreux points d'eau, de plaines côtières à prairies et des zones de baibofo offrant de vastes pâturages.



En matière de gros élevage, les bovins prédominent et ils sont présents dans plus de la moitié des exploitations. Viennent ensuite les porcins dans quelques districts (Maevatanana, Tsaratanana, Port Bergé) mais toujours dans de très faibles proportions (< 10 %).

Pour le petit élevage, le poulet et le canard sont présents dans tous les districts avec un taux de présence allant d'une exploitation sur deux à toutes les exploitations.

Les autres spéculations sont purement substantielles. L'apiculture présente dans quelques sous-préfectures n'excède pas 3 % des exploitations.

**a) Types d'élevage :**

❖ **Elevage bovin :**

En général, on distingue trois systèmes d'élevage dans la Région :

- ✓ Elevage type extensif répandu dans toutes les zones. Les animaux sont en liberté totale ;
- ✓ le gardiennage : les boeufs sont conduits aux pâturages, la journée et le bouvier les font rentrer au parc le soir. Ce système est adopté par certains éleveurs pour lutter contre le vol de boeufs ;
- ✓ système de transhumance pendant la saison pluvieuse : animaux conduits loin du point habituel et mis en libre circulation. Le rassemblement du troupeau se fait périodiquement (hebdomadaire en général).

**Tableau N°05 Évolution du Cheptel Bovin:**

Cheptel Bovin [têtes]	1996	1997	1998	1999	Nombre éleveur 1999 *
Mahajanga I et II	66 000	74 000	56 000	58 000	6 125
<b>Ensemble Région</b>	<b>681 035</b>	<b>705 453</b>	<b>704 621</b>	<b>613 401</b>	<b>55 069</b>

*Sources: -Rapport annuel 1999 de la DIREL Mahajanga*

*-Enquête Agricole de Base 1998 / 1999 - SSA-MinAgri*



❖ **Elevage Porcin :**

L'élevage porcin est relativement peu important dans la région. L'évolution de la production est la suivante :

**Tableau N°06 Evolution de la production:**

hCheptel porcin [têtes]	1996	1997	1998	1999
Mahajanga I et II	6 050	5 200	1 012	980
<b>Ensemble Région</b>	<b>34 971</b>	<b>48 322</b>	<b>49 900</b>	<b>20 577</b>

*Source :Rapport Annuel de l'année 1999  
- DIREL Mahajanga*

**Tableau N°07 Evolution récente du Cheptel Porcin**

Cheptel porcin [têtes]	2000	2001
CIREL de Mahajanga	12 121	8 776
<b>Total région</b>	<b>27 700</b>	<b>35 376</b>

*Source: Annuaire Statistiques Agricole 2001*

Si pendant les trois dernières années, le cheptel a connu une évolution positive assez lente, en 1999, la peste porcine africaine aurait fait beaucoup de ravage, plus de 58 % du district de Maevatanàna qui est la principale zone de production possédant plus de 44 % du cheptel. Dans les districts de Mitsinjo et Soalala, où la population à majorité Sakalava est liée à un tabou (fady) systématique pour tout ce qui touche le porc, l'élevage porcin est relativement peu important.

❖ **Elevage Ovin – Caprin :**

L'élevage des petits ruminants n'est pas très développé dans la région.

**Tableau N°08 Evolution Cheptel Ovins/Caprins :**

Année / [têtes]	1996	1997	1998	1999
Mahajanga I et II	500	1 300	1 900	2 150
<b>Ensemble Région</b>	<b>5 105</b>	<b>6 073</b>	<b>18 361</b>	<b>6 470</b>

*Source:Rapport Annuel de l'année 1999 - DIREL Mahajanga*



**Tableau N°09 Evolution récente du Cheptel Ovins/Caprins :**

Année / [têtes]		2000	2001
CIREL de Mahajanga	Ovin	325	330
	Caprin	40	50
<b>Total région</b>		<b>2 493</b>	<b>2 610</b>

*Source : Annaires Statistiques Agricole 2001*

Animaux réputés dévastateurs, l'élevage des Ovins et Caprins n'intéresse que peu de gens (864 Exploitants dans la région). Une distinction cependant des régions à prédominance musulmane (Mahajanga I et II, Ambato-Boéni).

❖ **Elevage avicole:**

L'élevage de volaille reste encore au niveau familial suivant une pratique traditionnelle.

**Tableau N°10 Evolution du Cheptel avicole 1998 –2001**

Volaille [têtes]	1998	1999	2000	2001
CIREL de Mahajanga	1 629 000	593 440	655 000	657 000
<b>Total région</b>	<b>2 170 611</b>	<b>818 940</b>	<b>918 000</b>	<b>922 000</b>

*Source : Annuaire Statistique Agricole 2001*

Une forte diminution du cheptel est enregistrée entre 1998 et 1999. Celle-ci est probablement causée par un passage d'une épizootie dangereuse dans cette région pendant cette période qui a fait disparaître les 60% de l'effectif total. Ce chiffre renseigne sur l'insuffisance de dispositifs et infrastructures sanitaires dans la région en question et dans le monde rural en général.

**b) Les problèmes du secteur élevage :**

L'état dérisoire et la capacité insuffisante de l'abattoir ;



- ✓ vols de boeufs (troupeau, boeuf de trait), porcs, volaille entraînant un abandon très sensible de l'élevage ;
- ✓ récalcitrance des éleveurs aux vaccinations ;
- ✓ difficulté d'approvisionnement en vaccins ;
- ✓ coût exorbitant des produits vétérinaires par la privatisation de la profession ;
- ✓ déforestation pour l'apiculture par les feux de pâturage et de forêts ;
- ✓ diminution de la surface pâturable ;
- ✓ abattage des vaches ;
- ✓ exportation animale sur pied ;
- ✓ difficulté d'approvisionnement en animaux de race.

#### I-4-3. La pêche et l'aquaculture :

##### a) Les atouts de la ville:

Les 1500 km de côtes de la province sont favorables aux activités de la pêche. Mahajanga occupe une place privilégiée car la plupart des exportations des fruits de mer et des produits halieutiques doivent passer par le service de conditionnement et des Douanes de la ville

Mahajanga dispose de deux atouts majeurs au niveau de la pêche :

- les forêts de mangroves de 242 km<sup>2</sup> entre Betsiboka et Mahajamba et qui constituent des lieux de ponte et de croissance de nombreuses espèces ;
- les lacs et lagunes cités dans le tableau ci-dessous :



**Tableau N°11** nom des lacs par superficie

NOMS DES LACS	SUPERFICIE
Ampadrabe	2 ha
Androhibe	5 ha
Maroakora	4 ha
Belinta	1 ha
Andranolava	5 ha
Maliolio	3 ha
Matsaborilava	2 ha
Anjanaborona	6 ha
Bekobay	3 ha

*Source : Commune Urbaine de Mahajanga*

Sur le plan fiscal, les sièges sociaux des principales sociétés d'aquaculture (AQUALMA, AQUAMAS, SOMAQUA, etc) sont basés à Mahajanga. Par ailleurs, l'amélioration de la pratique de cette activité est assurée par plusieurs projets :

- le Programme National de Recherche Crevetière (PRNC) ;
- le Centre de Développement de la Culture de Crevette (CDCC) ;
- la Coopération japonaise à travers l'OFCE ;
- le contrôle de la pêche par satellite ;
- l'existence de la filière aquaculture à l'Université de Majunga ;

En termes d'emplois, on peut estimer aux environs de 500 les pêcheurs actifs regroupés au Groupement des Pêcheurs et Collecteurs du Boina, exerçant la pêche traditionnelle. En outre, la pêche industrielle génère quelques 2.000 emplois pour la ville de Mahajanga et de ses environs.

**b) La commercialisation des produits :**

Pour les pêches industrielles, les activités Commerciales se tournent en priorité vers l'exportation. Les projets sont alors calibrés et ceux qui n'ont pas atteint les norme requises



sont vendus sur le marché local et sur le marché Tananarivien par l'intermédiaire des petites sociétés comme la SOGEDIPROMA, la SOMAPECHE, la SOPEBO.

Les pêcheries artisanales par contre vendent leurs produits sur les marchés locaux et régionaux. Les produits sont vendus frais ou surgelés tandis que les produits de la pêche traditionnelle sont vendus



*c) Problèmes de la pêche et de l'aquaculture :*

- L'exploitation excessive des mangroves pour le bois de chauffe et la menuiserie ;
- remblaiement de certaines zones sensibles où il y a des mangroves ;
- les pollutions des eaux par les déchets industriels ;
- l'exploitation sauvage et illicite de certaines espèces : trépangs, tortues ; etc
- le non respect des réglementations en vigueur comme :
  - mailles trop petites ;
  - la pêche pendant la période de fermeture.

I-4-4. Transports:

*a) Transports terrestres :*

Le transport urbain jouit de la diversité des types et moyens de transport : autobus, taxi-ville, pousse-pousse et taxi-brousse. Le tableau suivant permet de savoir le nombre de moyens de transport dans la commune :

**Tableau N°12 Nombres de licences des différents moyens de transports de l'année 2000 :**

<b>Année 2000</b>	<b>Nombre de licences</b>
Taxis	700
Pousse- pousse	2.000
Vélos	Environ 2.500
Mini-bus	200

*Source : statistique de mahajanga*

❖ **Les problèmes du transport urbain :**

- L'absence d'abri bus pour le climat de Mahajanga ;
- l'encombrement de la gare routière qui abrite :
  - 17 coopératives nationales ;
  - 10 coopératives nationales ;
- absence de bloc sanitaire ;



- surexploitation des trois axes (Bonnet, Tsaramandroso, Mahabibo) entraînant des embouteillages.

**b) Transports aériens :**

Ils relient la ville de Mahajanga à la capitale et aux autres districts de Madagascar. Ils assurent également des liaisons internationales sur Mayotte et Comores. Une extension de l'aéroport actuel est à prévoir afin d'accompagner le développement économique envisagé actuellement.

❖ Les problèmes du transport aérien sont :

- la délimitation physique de la zone aéroportuaire incluant les servitudes aéronautiques ;
- la capacité insuffisante de la piste pour recevoir les gros porteurs ;
- l'exiguïté du Parking avion ;
- l'exiguïté du Parking véhicule.

**c) Transports maritimes :**

Ils assurent également des liaisons nationales et internationales (Mayotte, Comores). Ce mode de transport ne cesse d'évoluer avec une croissance annuelle de l'ordre de 15 % du trafic.

Dans ce sens, la réalisation d'un projet de Marina est tout à fait justifiée.



❖ **Port de Mahajanga :**

Le port constitue le poumon non seulement de la ville, mais depuis la mise en place du système de taxation fondé sur la base de volume et non sur le poids en 2001.

En effet, le port fait vivre non seulement plus de 1.000 familles avec ses 1250 employés permanents ou temporaires, mais autour de lui gravitent plusieurs secteurs d'activité :

- la Chambre de commerce et de l'agriculture : gestionnaire des magasins ;
- les compagnies de manutention (COMAMA, SMOI, SEMS) ;
- l'Hôtellerie et la Restauration ;
- l'Administration ;

- Tonnages des marchandises cités dans le tableau ci-dessous :

**Tableau N°13 Tonnages des marchandises :**

Année	1999	2000	2001	2002	2003
<b>Embarqués (T)</b>	192.293	225.742	355.954	257.115	268.772
<b>Débarqués (T)</b>	71.179	84.495	104.369	124.477	100.886
<b>Touchées (T)</b>	1.898	1.945	2.270	2.394	2.729

*Source : statistique de mahajanga*

Malgré la crise de 2002, le nombre de bateaux accostant le port de Mahajanga enregistre une croissance annuelle de l'ordre de 15 %. Au niveau des marchandises, il a eu une baisse significative en 2002, mais la tendance actuelle est à la hausse.



**Tableau N°14 Donnant le nombre de passagers :**

Année	1999	2000	2001	2002	2003
<b>Embarqués</b>					
<b>National</b>	458	518	7.531	11.342	16.428
<b>International</b>		1.257	1.842	1.333	2.062
<b>Débarqués</b>					
<b>National</b>	641	248	5.331	8.503	13.922
<b>International</b>		1.597	2.012	1.239	2.412

*Source : statistique de mahajanga*

Une croissance annuelle du nombre des passagers de l'ordre de 20 % est à prévoir, on doit mettre en place d'une MARINA.

▪ **Problèmes du port:**

Le port est confronté à de nombreux problèmes pour son développement :

- l'envasement et ensablement du: 20 à 30 cm par ans de sédimentation du canal de mouillage, le chenal d'accès au port est à 500 à 800 m du Port pour les gros bateaux suivant la marée. Il faut savoir que le dernier dragage a été effectué il y a 30 à 40 ans ;
- l'éloignement de la zone de mouillage des bateaux à grands tirants d'eau (10 m), d'où les transbordements par des petits caboteurs ;
- l'insuffisance des magasins de stockage et des aires pour les conteneurs ;
- l'insuffisance des matériels de levée et de chalands.

I-4-5. Les communications :

a) Le téléphone :

Auparavant, le secteur était monopolisé par TELMA et La Poste. Ce secteur fait l'objet d'une forte concurrence actuellement entre ORANGE, CELTEL et TELMA. Ce secteur est en



pleine expansion d'année en année malgré les coûts de communication assez élevés par rapport au pouvoir d'achat de la majorité de la population.

Dans le domaine de la télécommunication, Mahajanga bénéficie également du développement de l'internet par la présence des cyber-cafés et des centres de formation.

**b) L'audiovisuel :**

Les Stations radio, contribuent à améliorer l'image de l'audiovisuel, avec 05 stations dont 03 stations de télévisions, l'une étant une station publique (Cavem ; RTVB ; M3TV/ M3FM ; RTA ;MBS).

**I-4-6. Le Commerce :**

Le commerce constitue l'une des principales activités de la ville de Mahajanga. Comme l'artisanat, ce secteur est dominé par le secteur informel (plus de 50 %).

**a) Le secteur informel :**

L'activité commerciale qui ne cesse de s'accroître appartient pour une large partie au secteur informel et une grande partie des ménages tire ses revenus de ce secteur notamment les couches les plus défavorisées. Le commerce informel est également un des principaux vecteurs de diffusion des produits étrangers d'autant plus que la ville abrite le port principal de Madagascar. Il est estimé à 55 % du secteur commercial et plus de la moitié de ce secteur informel est non localisée. Les démarches administratives et leurs rendements sont les principaux obstacles pour leur passage à la structure formelle.

La formalisation de l'activité sera un projet de longue haleine. Il est prioritaire pour la municipalité de favoriser son développement par l'aménagement de marchés de quartiers. Ces équipements marchands représentent également une source de revenus pour la commune et un premier pas vers le formel pour les vendeurs.

**b) Le secteur formel :**

Les grands magasins et grosses boutiques formels appartiennent à des Indo-pakistanaïsi qui dominent le commerce de PPN, l'habillement, appareils électroménagers, quincailleries et pièces autos. Les épiceries et les boutiques de quartiers sont par contre exploités par des nationaux.



Les trois grands marchés de la ville Bazar Be, Tsaramandroso, Mahabibo et des quatre autres marchés dans la périphérie, les kiosques, les stands, les petits commerces ambulants contribuent au dynamisme économique de la ville. Néanmoins, ils traduisent également l'absence d'organisation et de structure dans ce domaine.

**Tableau N°15 Nombre d'abonnés par jour dans chaque marché :**

MARCHES	Nombre d'abonnés	Journaliers
Bazar Be	103	-
Bazar Mahabibo	393	625
Bazar Tsaramandroso	298	600
Bazar Antanimasaja	350	-
Bazar Analakely	362	488
Bazar Tsararano	-	100
Bazar Tanambao SOTEMA	190	150
<b>TOTAL</b>	<b>1.696</b>	<b>1.963</b>

Source : Commune Urbaine de Mahajanga

Dans ce sens, une étude du BCEOM a été réalisée en Juin 2003 « Elaboration du Schéma Directeur des Marchés de la ville de Mahajanga ».

Il ressort de ce document que les principaux marchés ne proposent pas une capacité aménagée suffisante, tout particulièrement en centre ville. Ils sont tous sujets à des débordements (étals en bois, vente au sol) qui empiètent sur le domaine public, avec ponctuellement des incidences négatives sur la circulation (Analakely, Mahabibo, Tsaramandroso).

Ces occupations du domaine public tiennent également d'une logique commerciale des petits détaillants qui bénéficient d'une meilleure proximité et d'une visibilité plus forte en s'installant sur les trottoirs ou les rues aux abords des marchés.

#### I-4-7. L'industrie:

La ville de Mahajanga a connu un véritable boom industriel dans les années 80. Dans les années 90, la plupart des unités ont rencontré des problèmes de financement et d'approvisionnement en matières premières pour faire face à la concurrence nationale et internationale.



La ville regroupe plusieurs unités industrielles réparties dans différents types d'activités dont les principaux sont cités dans le tableau suivant :

**Tableau N°16 Nom des sociétés par types d'activités:**

<b>Sociétés</b>	<b>Activités</b>
<b>KALFAN</b>	Collecte et traitement des rafia
<b>COTONA</b>	Confection et filature de coton
<b>TRANS EXPORT SM</b>	Séchage des fruits et légumes
<b>SOMAJEX</b>	Traitement des cornes de Zébus (Bouton et objets)
<b>SOMAPECHE</b>	Traitement des crevettes de mer et Aquaculture
<b>REFRIGEPECHE</b>	Traitement des crevettes de mer
<b>SOGEDIPROMA</b>	Traitement des produits halieutiques
<b>SOMAQUA</b>	Traitement et élevage de crevettes et camaron
<b>MUST</b>	Traitement et conservation des noix de cajou (35 Tnoix/semaine)
<b>HASYMA</b>	Traitement de coton (6000T de coton/an)
<b>SIRAMA</b>	Production de sucre et d'alcool
<b>SEIM</b>	Fabrication d'huile (3000 T/an) et de savon (500 T/an)
<b>SIB</b>	Fabrication d'huile et de savon
<b>FITIM</b>	Filature et de Tissage de Paka
<b>SARELACOS</b>	Collecte et traitement de rafia
<b>SOPAGRI</b>	Collecte, séchage et exportation des haricots
<b>PARAKY SAMBATRA</b>	Traitement de tabac et trans
<b>SOCTAM</b>	Récolte et production de tabac
<b>SITAM</b>	Stabilisation des prix de tabac
<b>EXOFRUIMAD</b>	Jus de fruits
<b>VITOGAZ</b>	Production de gaz écologique
<b>SANCA</b>	Production de cimenterie
<b>PROBO</b>	Transformation des produits locaux

*Source : Commune Urbaine de Mahajanga*



**a) Les atouts du secteur industriel :**

Le secteur industriel bénéficie à Mahajanga d'importants atouts et de facteurs favorables :

- La présence dans le Faritany de nombreuses variétés de matières premières :
  - agricoles : fruits (mangues, ananas, citrons, etc), coton, rafia , etc ;
  - minérales : Chromite, ferro- nickel, mica, etc ;
- une main d'œuvre abondante ;
- l'existence du port qui facilite les importations et les exportations ;
- une population locale relativement importante (234.944) ;
- la coopération internationale.

**b) Les problèmes du secteur industriel sont :**

- La non application du Décret de 1968 sur la délimitation de la Zone Industrielle, situé sur l'axe SOTEMA RN 4. Après le cyclone KAMISY en 1984, une urbanisation sur les périphériques de la zone par des occupations illicites a été constatée ;
- mise en conformité sur le plan environnemental par le Décret MECIE de certaines industries, en particulier :
  - ❖ LA SIB : une savonnerie, qui se situe au milieu de maisons d'habitation ;
  - ❖ MEST : production d'anacarde, qui rejette ses déchets solides anarchiquement ;
  - ❖ Savonnerie FITIAVANA : situé en zone inondable sur la route d'Amborovihy ;
- l'insuffisance de la capacité de production énergétique : JIRAMA ;
- la vétusté des installations industrielles importantes : SEIM – JIRAMA ;
- le coût de l'énergie est très élevé (3 fois plus cher que Tananarive).

Actuellement, le secteur connaît un nouvel essor avec l'installation de nouveaux investisseurs et l'arrivée prochaine de zones franches opérant dans le textile.

**I-4-8. Artisanat :**

Le secteur artisanal regroupe 5 filières dans la ville de Mahajanga :

- le textile : broderie, tressage, couture ;
- le bois et ses dérivées : menuiserie, marqueterie, sculpture, charpenterie ;



- les métaux : forgerons, zinguerie, garagistes, mécanique, etc ;
- la peinture ;
- la vannerie.

#### I-4-9. L'emploi dans la ville de Mahajanga :

Les statistiques sur l'emploi actuellement disponibles sont réduites à celles de l'emploi urbain, produites par le Projet MADIO II et l'Institut National de la Statistique. Cette partie s'inspire en grande partie des publications L'emploi, le chômage, et les conditions d'activité des ménages dans les sept grandes villes de Madagascar (second trimestre 2000), ainsi que de Dynamique du marché du travail dans les sept grandes villes de Madagascar entre 2000 & 2001 (juin 2002).

##### a) Structure et dynamique de l'emploi :

**Tableau N°17 donnant le taux d'activité, selon le genre et les classes d'âge**

Lieu	Taux d'activité	Genre		Classe d'âge		
		Homme	Femme	10-29 ans	30-49 ans	50 ans et plus
<i>Mahajanga</i>	56,2	67,5	46,0	35,9	81,9	65,1
<i>Madagascar</i>	58,9	65,7	52,7	42,6	86,3	58,9

*Source : Enquête Emploi urbain 2000, Projet madio.*

Le taux d'activité le plus faible se trouve dans les jeunes de 10-29 ans. Ce taux s'explique par leur nombre important et l'inadéquation entre leur formation et le marché du travail.

##### b) Tableau n° 18 : Répartition de l'emploi par secteur institutionnel

Lieu	Administration publique	Entreprise publique	Entreprise privée formelle	Secteur informel	Entreprise associative
<i>Mahajanga</i>	9,8	3,6	25,6	59,3	1,7
<i>Madagascar</i>	9,0	3,4	29,9	56,1	1,6

*Source : Enquête Emploi urbain 2000, Projet madio.*



Le secteur informel domine largement le marché du travail dans la ville de Mahajanga. Ce secteur est orienté principalement vers le commerce et l'artisanat. Des mesures sont mises en œuvre actuellement dans la formalisation de ces secteurs d'activités :

- au niveau du commerce : mise en place des équipements de marché ;
- au niveau de l'artisanat : création des groupements associatifs pour la centralisation des artisans.

**c) Tableau n° 19 : Répartition de l'emploi par branches d'activités**

Lieu	Secteur primaire	Industrie	Commerce	Services aux ménages	Autres services
<b>Mahajanga</b>	12,2	26,6	27,3	11,3	22,6
<b>Madagascar</b>	5,2	30,0	24,6	18,2	22,0

*Source : Enquête Emploi urbain 2000, Projet madio.*

L'industrie et le commerce dominent les activités économiques de la ville de Mahajanga.

**d) Tableau n°20 : Horaire hebdomadaire par secteur institutionnel**

Lieu	Administration Publique	Entreprises Publiques	Entreprises Privées formelles	Entreprises privées informelles	Entreprises Associatives
<b>Majunga</b>	38,5	46,8	47,5	39,3	24,8
<b>Madagascar</b>	40,1	44,5	47,9	42,7	45,5

*Source : Enquête Emploi urbain 2000, Projet madio.*



*e) Tableau n°21 : Niveau de revenus par secteur institutionnel et CSP (Revenus mensuels moyens en AR 200)*

<b>CSP</b>	<b>Mahajanga</b>	<b>Madagascar</b>
<b>Secteur Public</b>		
- Cadres	818	823
- Employés, Ouvriers	402	418
- Manœuvres et autres	256	247
<b>Secteur privé formel</b>		
- Cadres	2086	1039
- Employés, Ouvriers	295	289
- Manœuvres et autres	185	127
<b>Secteur Informel</b>		
- Patrons, cadres	910	721
- Travailleurs à leur compte	222	243
- Employés, ouvriers	337	209
- Manœuvres et autres	105	58
<b>Moyenne</b>	<b>351</b>	<b>302</b>

*Source : Enquête Emploi urbain 2000, Projet madio.*

*f) Le chômage :*

▪ **Le taux de chômage**

Le taux de chômage au sens du BIT est relativement faible à Mahajanga, quoiqu'il ait tendance à monter : 3.5% en 2000 contre 5.1% en 2001, ce qui correspond à une hausse de près de 46%. Le projet MADIO II, à travers ses publications citées supra, attribue la raison de cette hausse à « (...) l'arrivée massive d'un volant de main d'œuvre sur le marché du travail en réponse au signal d'embauche donné par le secteur privé formel ». Encore une fois, le manque de qualification de la main d'œuvre locale (ou pour être précis l'insuffisance de main d'œuvre qualifiée) peut être pointé du doigt ici. Les chiffres avancés sont suffisamment



éloquents à ce sujet, car entre 2000 et 2001, on a assisté à un doublement du pourcentage de chômeurs de longue durée, soit 76.4% en 2001.

Cependant, comme c'est bien souvent le cas dans les pays en voie de développement, le taux de sous-emploi est l'indicateur qui permet le mieux de mesurer le niveau de l'activité. Ce taux est de 46.8% en 2001 contre 49.0% en 2000, et accuse ainsi une baisse de 2.2%. Bien que largement inférieur à l'ensemble national (53.2% en 2001), ce taux de sous emploi reste préoccupant. En effet, un pareil indicateur est utilisé pour mesurer l'efficacité avec laquelle les ressources que sont les travailleurs sont utilisées dans la ville. Le chiffre précédent voudrait dire qu'un pourcentage important d'actifs est mal utilisé, soit que ces actifs travaillent moins de 35 heures par semaine tout en voulant faire plus, soit qu'ils gagnent moins que le salaire minimum en vigueur.

*g) Profil des demandeurs d'emplois*

**Tableau N°22 Profil des demandeurs d'emploi selon la position antérieure à la vie active et le sexe**

<b>Position antérieure</b>	<b>Hommes</b>	<b>Femmes</b>	<b>Ensemble</b>
<b>Ayant déjà travaillé</b>	14,6 %	5,1 %	19,7 %
<b>En quête du premier emploi</b>	52,5 %	27,7 %	<b>80,2 %</b>
<b>TOTAL</b>	<b>67,1 %</b>	32,8 %	100 %

*Source : Direction Inter-Régionale de l'Emploi, Mahajanga, 2003,  
Echantillon de 314 demandeurs d'emploi*



**Tableau N°23 Profil des demandeurs d'emploi selon le niveau de formation et le sexe**

Niveau de formation	Hommes (%)	Femmes (%)	Ensemble (%)
1. Illétre	2,5	-	2,5
2. Sait lire	0,3	-	0,3
3. Sait lire et écrire	0,6	-	0,6
4. Education de base	8,5	0,9	9,4
5. Education secondaire 1 <sup>er</sup> cycle	15,28	6,7	22,03
6. Education secondaire 2 <sup>e</sup> cycle	36,3	23,8	60,1
	2,8	1,27	4,07
	0,6	-	-
TOTAL (%)	67,1	32,8	100

*Source : Direction Inter-Régionale de l'Emploi, Mahajanga, 2003, Echantillon de 314 demandeurs d'emploi*

I-4-10. L'enseignement :

a) Degré de scolarisation à Mahajanga :

Au niveau de la scolarisation, la ville se situe à un bon niveau, à savoir un taux de scolarisation du primaire de 70%.

**Tableau N°24 degré de scolarisation à Mahajanga**

Niveau scolaire Année 2005/2006	Nombre d'établissement		Nombre d'élèves
Niveau I	Public	13	11157
	Privé	82	17364
Niveau II	Public	5	4430
	Privé	35	8470
Niveau III	Public	1	1272
	Privé	10	2178

*Source : CISCO de Mahajanga – Année 2006*



**b) Taux de réussite : Année 2006**

- CEPE : 86,04 %
- BEPC : 54,06 %

**c) Sur le plan de la formation professionnelle :**

Il existe à Mahajanga un lycée technique, un lycée agricole le Centre Don Bosco

**d) Enseignement Supérieur**

Il n'est pas suffisamment développé, et ne compte qu'environ un millier d'étudiants. Une seule université de l'Etat pour toute la province de Mahajanga avec uniquement trois filières :

- médecine ;
- dentaire ;
- sciences naturelles incluant une formation professionnalisante en aquaculture.

Quelques établissements privés également mais de niveau Bac+2 préparant le BTS comme le Centre Saint Gabriel.

**I-4-11. Tourisme :**

**a) Les sites touristiques dans la région :**

Le littoral de la ville de Mahajanga et ses environs offre un large choix de décor à l'implantation d'une série de stations balnéaires et de réserves naturelles :

**Tableau N°25 les sites touristiques et leurs activités :**

LIEU	ENDROIT	ACTIVITES
MAHAJANGA ET SES ENVIRONS	BORD DE MER AMBOROVHY et Antsanitia GRAND PAVOIS VILLAGE TOURISTIQUE RESERVE ANKARAFANTSY	PROMENADE ACTIVITES BALNEAIRES A AMENAGER A AMENAGER NATURE ET DECOUVERTE

*Source : Commune urbaine de Mahajanga*



**b) La situation actuelle du tourisme :**

La ville de Mahajanga est le leader actuel du tourisme national à Madagascar. Elle possède une capacité d'accueil d'environ 1.200 lits, répartis sur 31 hôtels. En termes d'emplois, ce secteur génère environ un millier d'emplois permanents et saisonniers.

**Tableau N°26 Classe d'établissements et leurs capacités d'accueil:**

Description	Nombre
Etablissement Hébergement	22
Etablissement Restauration	13
<b>Capacité d'accueil</b>	1.200
Nombre de couverts	2.251
Entreprises de voyage*	7

*Source : Commune urbaine de Mahajanga*

\*Les entreprises de voyage regroupent les agences de voyage, les tours opérateurs

Les taux de remplissage des établissements d'hébergement sont assez élevés en général :

- basse saison : 40 % ;
- haute saison : 80% environ pour l'ensemble des établissements.

Les grandes catégories de touristes peuvent être classées globalement comme suit :

- les touristes d'affaires ;
- les touristes de masse qui arrivent par voie terrestre ou par voie aérienne pendant les périodes de vacances ;
- les touristes « haut de gamme » estimés à 5 % ;
- les touristes écologiques qui s'intéressent particulièrement à la faune et à la flore.

**Tableau N°27 Liste des établissements hôteliers avec capacité d'accueil :**

(cf. annexes)

**c) Les projets touristiques en cours :**

- Projet d'extension sur la zone de BELOBAKA ( 10 km x 500 m) ;



- Association des Opérateurs Touristiques du Littoral de Belobaka ;
- Départ Circuit Rouge vers Antsanitia – Ampazony – Morira ;
- Décret en cours d'approbation :
  - Voies d'accès en cours de construction ( route en terre) ;
  - Vision Eco-tourisme à long terme :
    - Projet intégré Population ;
    - Bungalows ;
    - Repeuplement Myriers (espèces endémiques).
- Terrain Provincial de Maroala vers Zahamotel (environ 4km de plage) ;
- Attente délibération Conseil Provincial (Ordonnance depuis 1972) ;
- ZAHAMOTEL : Décret de déclassement provincial en attente.

**d) Les problèmes du secteur touristiques :**

- Les problèmes fonciers liés aux terrains provinciaux en attente du déclassement et de la délibération du Conseil Provincial ;
- remblaiement de la route d'Amborovihy (zones sensibles : mangroves) ;
- problèmes de pas géométrique (côté Amborovihy) :
  - Clôture opaque ;
  - Servitude pour chaque occupation.
- manque d'aménagement et d'entretien des sites ;
  - Bord de mer ;
  - Village touristique ;
  - Grand pavois ;
- manque de professionnalisme de certains opérateurs touristiques ;
- construction en dur sur Réserves Foncières Touristiques ;
- occupation sauvage du front de mer (Village de Pêcheurs).



## **Chapitre II : Historique du Réseau Routier de la commune de Mahajanga**

Comme il a été spécifié dans le Livre Blanc de l'Entretien Routier, MTP-Octobre 1994 , « La politique générale d'un pays a des répercussions sur la gestion du patrimoine ». L'évolution du réseau routier de la commune urbaine de Mahajanga n'a pas échappé à cette règle.

### **II-1. Durant la royauté Sakalava :**

Les moyens de transport ne sont que des charrettes et des « filanjana », Mahajanga était en passe de se transformer en ville , le réseau routier dans une phase de pistes rurales , les besoins et les ressources sont en adéquation..

### **II-2. Durant la colonisation française :**

Les colons et les étrangers s'implantèrent à Mahajanga. Cette ville leur servait alors de base militaire en vue de la conquête des Hauts Plateaux . Ils ont entamé de grands travaux : Construction du port pour faciliter le débarquement des bateaux , construction des routes pour une grande fluidité de la circulation , construction des grandes maisons coloniales pour leur confort et début du grand chantier de la route nationale 4 devant relier Mahajanga à Antananarivo

**N.B :** L'ingénieur Eiffel qui a construit « La tour Eiffel de Paris était l'un de ceux qui ont construit la ville de Mahajanga. La Maison Eiffel sise à Mahajanga –Be est son œuvre et va devenir un musée militaire

Il est toutefois à noter qu' ils avaient abusé des travaux forcés des malgaches qu' ils avaient dénommés « des indigènes ».

### **II-3. Durant la Première République :**

Comme le Président Tsiranana Philibert , premier Président de la République de Madagasikara est natif d'Anahidrano de la province de Mahajanga , il s'ingénia à donner une image de marque à la ville de Mahajanga . Tout le réseau routier est revêtu, même les routes des quartiers populaires. Le réseau routier de Mahajanga bénéficiait également un entretien routier continu. Tous les travaux se faisant en régie Directe. En ce temps là les quartiers spontanés et les quartiers mixtes n' existaient pas encore.



#### **II-4. Durant la deuxième république :**

Le réseau routier de Mahajanga a subi le même sort que celui des autres régions de l'île. L'effort sur les travaux d'entretien n'est plus soutenu et par la suite totalement délaissée.

A cette époque commençait aussi l'importation des camions de gros tonnages et des camions hors normes qui seraient à l'origine des dégradations accélérées et avancées de toutes les routes».

Cette détérioration des routes s'est poursuivie dans le temps

#### **II-5) Depuis 2005 jusqu' à ce jour (Août 2006) :**

Après le passage à Mahajanga de monsieur Chirac Président de la république française en 2005, il y a eu un début de réhabilitation du réseau routier de la commune urbaine de Mahajanga. De même il y a eu un accord pour la rénovation des marchés et les chantiers sont actuellement en cours.

Plusieurs autres raisons expliquent la densification importante de certains quartiers de la ville (Fiofio, Morafeno, Manga, Tsararano, Mangarivotra etc ...):

- le regroupement familial, ethnique et professionnel (pousse pousse) ;
- le pouvoir d'achat des migrants lié au coût élevé des loyers et de l'immobilier en général ;
- les déménagements provisoires après les saisons cycloniques ;
- la proximité du centre ville liée aux activités informelles ;
- l'existence des infrastructures de base à savoir les voiries, l'eau et l'électricité.



## **Chapitre III : L'environnement dans la ville de Mahajanga**

### **III-1. Gestion des déchets solides :**

#### **III-1-1. Ordures ménagères :**

Dans la ville de Mahajanga, le service technique de la commune dispose de peu de moyen pour effectuer l'enlèvement des déchets. Aussi le ramassage est-il confié à des privés (STRAMCO, petits indépendants, enfants, rémunérés au prélèvement à la semaine ou au mois) et par les services de la commune. STRAMCO assure la collecte journalière des ordures ménagères déposées dans les dix neuf (19) points de dépôts principaux situés dans les grands axes ou artères principales. Cette entreprise met à la disposition de la commune les moyens ci-après pour assurer sa prestation : 16

bacs métalliques et deux camions à raison de 12 voyages par jour par camion. Avec le peu de moyen dont il dispose, le service de la commune ne fait qu'un appoint pour des lieux précis (marchés) ou certaines natures de déchets (déchets végétaux). Le volume quotidien de déchets collectés

quotidiennement tourne autour de 150 m<sup>3</sup>.

Dans certains quartiers, les véhicules passent dans les rues avec les manœuvres et lancent un signal sonore qui avertit la population qui verse les déchets directement dans la remorque. Ce procédé est appelé par les services techniques la collecte au « porte à porte » (ce qui n'est pas réellement le cas). Dans d'autres quartiers les tracteurs ramassent les ordures à des points bien précis équipés de bacs en béton ou témoignant de tas en vrac localisés : bien des points de déversement sont dépourvus de tout lieu aménagé et

les ordures y sont déposées en tas, les particules légères étant dispersées par le vent (les sacs polyéthylènes notamment).

La collecte ainsi faite ne permet pas à toute la population d'être desservie car certains quartiers ne bénéficient pas de ramassage (comme Tsararano Ambany). Trop éloignés, ils sont délaissés. Certaines entreprises

privées font appel à des transporteurs pour évacuer leurs déchets. Ces derniers ne respectent pas souvent les mesures d'hygiène. Les déchets sont déposés le long du chemin menant vers la décharge.



Un autre problème auquel est confronté le service technique de la commune est la mise à feu des ordures à l'intérieur des bacs par des pyromanes avec des risques d'incendie qui en résultent.

*a) Décharge :*

La ville de Mahajanga dispose d'une décharge communale située à Mangatokana près du cimetière. Il s'agit d'un fossé réalisé avec un minimum d'aménagement (pas de clôture).

A cause de l'absence du tri, les déchets non organiques (fer, verre, pile...) sont laissés en tas jusqu'au moment où des gens les récupèrent pour une éventuelle réutilisation. Les particules légères (sachets et bouteilles plastiques, cartons, emballages) sont dispersées par le vent. La fermentation des déchets organiques dégagent une mauvaise odeur et attirent les insectes (mouches) et les animaux (chiens).

Selon une étude faite par l'ONE en 2002 la quantité d'ordures ménagères produits est de l'ordre de 0,7 litre/ capitan/jour, soit 127kg/ habitant/an (ce qui donne 350 grammes pour une densité moyenne de 0,5).

*b) Traitement :*

Un projet de recyclage de déchets pour la fabrication de compost à partir des déchets à Mangatokana est au stade de démarrage et mis en œuvre par l' association Tananamadio en partenariat avec différentes institutions internationales et nationales.

*c) Excréta :*

Une faible proportion des habitations dispose d'équipements sanitaires adéquats (fosse septique). 80% des habitations utilisent des fosses perdues. La commune ne dispose pas de camion de vidange et est par ailleurs confrontée à un problème de lieu pour l'enfouissement ou l'évacuation des excréta. Les états d'insalubrité de certains quartiers de la ville constituent un facteur de prolifération des maladies (choléra, peste..)

Face à cette insuffisance de moyens à la disposition du service de la commune pour lui permettre d' assurer le vidange des latrines d'une part et l'exiguïté de leur parcelle, les particuliers vident leur fosse en creusant un trou dans les ruelles en saison de pluies. Les populations des zones basses vivant dans les habitations de construction précaire se retrouvent dans l'eau avec tous les rejets déversés dans les canaux d'évacuation.



### III-1-2. Pollution industrielle :

#### a) Déchets industriels :

Les déchets industriels banals constitués par les emballages (assimilés aux des déchets ménagers), et aux carcasses métalliques (véhicules, pièces mécaniques, ...) sont soit stockés dans les enceintes même des entreprises, soit déposés directement en pleine nature et contribuent largement à la dégradation du paysage.

La société MUST est confrontée à un problème d'élimination des coques de noix d'acajou. Ces déchets non valorisé dans le processus de traitement des fruits de l'anacarde détiennent un fort pouvoir acidifiant et demandent une durée de compostage plus longue.

Plus d'une dizaine de société exploitent les produits de la pêche à Mahajanga. Même pour les sociétés qui sont basés en dehors de la ville, leurs produits transitent toujours par la ville. Les têtes de crevette, les carapaces de crabe, les poissons d'accompagnement qui ne trouvent pas preneur pour l'alimentation du bétail sont rejetés en mer. Vu ces quantités de déchets rejetés en mer, l'administration responsable des ressources halieutiques attire l'attention des opérateurs sur la nécessité d'évaluer la capacité de la mer à jouer le rôle de poubelle c'est-à-dire à recevoir ces déchets sans dégrader le milieu tout en assurant la production.

La JIRAMA et les stations services ne disposent pas de méthode de gestion appropriée pour les huiles de vidange.

Ces déchets sont rejetés quelque part dans la nature, suivent les eaux de ruissellement et passent par la suite dans les canalisations du réseau d'assainissement de la commune pour finir à la mer.

Certaines industries (huileries et savonneries) rejettent directement des eaux usées fortement polluantes vers des canalisations qui débouchent vers la mer. Les épaves abandonnées derrière le marché de gros de Marolaka constitue un autre type de déchets affectant l'aspect paysager du littoral au niveau du port.

#### b) Déchets hospitaliers :

L'Hôpital de Mahajanga dispose d'un incinérateur à fuel en discontinu que l'on met en marche tous les soirs pour assurer l'élimination des déchets spéciaux (compresses, seringues, pansements, emballages plastiques et verres, parfois les restes d'organes...). Les scories ne sont pas collectées et sont enfouies à proximité, ce qui peut présenter un danger de toxicité.



Les autres déchets sont rassemblés dans un bac et sont enlevés avec les ordures ménagères de la ville.

Les rejets liquides de l'hôpital sont déversés dans les canaux d'évacuation de la commune pour se rejeter en mer.

En somme, la gestion des rejets industriels n'est pas maîtrisée. Le service de la voirie effectue des descentes sur site pour constater les problèmes faisant l'objet de plaintes des populations environnantes.

### **III-2. Evacuation des eaux usées :**

Dans le centre ville les eaux de ruissellement (pluviales) et les eaux usées domestiques sont évacuées à partir du réseau d'assainissement de type unitaire de la commune (collecteurs primaires et secondaires pour se déverser en mer). Selon les informations recueillies auprès du service technique de la commune, 60% des habitations de la commune urbaine sont connectées au réseau d'assainissement communal.

Dans certaines zones d'extension, les gens construisent des puisards pour l'évacuation de leurs eaux usées domestiques.

Les eaux de ruissellement et les eaux usées domestiques de la ville ne transitent pas par un bassin tampon et sont déversés directement dans le milieu récepteur qui est la mer sans avoir subi aucun traitement.

### **III-3. Gestion des ressources en eau :**

La ville de Mahajanga est alimentée par la nappe phréatique prélevée à partir de stations de pompes situées dans 5 localités différentes : Amboaloboka, Ambondrona, Andranotakatra, Mahavelona et Ampombonavy. Le KFW a financé l'extension de la station de pompage d'Andranotakatra et la réhabilitation du réseau d'adduction d'eau avec l'installation de 150 bornes fontaines payantes dans les zones basses (Tsararano, etc).

#### **III-3-1. Station d'Amboaboaka :**

Elle est située en plein ville sur un terrain plat, faiblement boisé (quelques pieds de cocotiers et d'eucalyptus). De ce fait, le site est susceptible d'être polluée car l'aire de protection (rayon de 200m) n'est pas respectée. Par ailleurs, le périmètre est squattérisé par une soixantaine de familles environ malgré l'existence d'un arrêté ministériel affectant le terrain à la JIRAMA. La



topographie du terrain favorise l'infiltration des eaux stagnantes sources de bactéries et d'agents pathogènes.

### III-3-2. b) Station de pompage d'Ambondrona :

Elle se trouve sur un terrain plat, faiblement boisée également. A la différence du site d'Amboaboaka, celui-ci se trouve dans la zone d'extension de la ville et le périmètre de protection est relativement respecté. Aussi le problème de pollution de la source ne se présente pas.

### III-3-3. Station de pompage d'Andranotakatra :

Située sur la RN4 se trouve sur un terrain plat en forme de cuvette et presque nu. Seuls quelques pieds de satrana (*Pandanus sp*) très éparses poussent sur le périmètre. La topographie du terrain et la couverture végétale du périmètre favorisent dans une moindre mesure l'infiltration des eaux pluviales.

### III-3-4. Stations de pompage de Mahavelona, d'Ampombonavony :

Elles sont localisées sur la RN 4 se trouvent sur un terrain plat et presque nu. Seuls quelques pieds de satrana (*Pandanus sp*) très éparses poussent sur le périmètre du site ne favorisant pas l'infiltration des eaux pluviales. La topographie et la couverture végétale du périmètre de ces sites ne favorisent pas l'infiltration des eaux pluviales.

Les ressources en eau ne sont plus suffisantes et la ville est actuellement confrontée à un problème de baisse de la pression de service. Les mesures prises par JIRAMA pour la protection de ces sites sont limités aux actions de reboisement annuel et l'affectation d'un agent par site pour assurer la surveillance de ces sites . Les aires de protection ne sont pas bien délimités, et la régularisation des dossiers d'acquisition de titre foncier étant en cours.

### III-4. Insuffisance des espaces verts et des aires de récréation :

Les espaces verts englobant parcs et jardins publics assurent un rôle considérable de purification de l'air grâce à la fonction chlorophyllienne et permettent de donner un cadre de vie agréable au quartier.

La ville est relativement boisée : chaque famille a quelques pieds dans sa cours ou son jardin. L'on trouve également des arbres le long des voies principales. Il faut noter que parmi les espèces d'arbres plantées l'on distingue le neem. Cet arbre est appelée « plante mille maladies



» par la population locale grâce à ses vertus thérapeutiques pour soigner différents maux. Par ailleurs, c'est une plante insecticide et dont l'utilisation est autorisée en agriculture biologique.

Une grande partie des plants de cocotiers et des jeunes plants plantés le long du bord de la mer ont été décimé par les cyclones Elita et Gafilo.

De plus, la plupart des arbres sont vieux et les jardins publics de la ville ne sont pas suffisamment entretenus. La municipalité de Mahajanga gère quatre jardins publics : Damour, Ralaimongo, Santatra et celui situé devant le cathédrale. Ces jardins sont moyennement entretenus. Par ailleurs, les aires de récréation sont insuffisantes malgré l'existence des infrastructures sportives (terrain de foot, gymnase, stade) notamment dans les zones d'habitation en périphérie du centre ville.

### **III-5. Pollution de l'air :**

La pollution de l'air rencontrée en zone urbaine est causée par les véhicules et les fumées et/ou odeur dégagées par certaines unités industrielles. Mais la qualité de l'air est encore bonne à Mahajanga.



### **Conclusion partielle :**

La ville de Mahajanga est une ville qui dispose de potentialités énormes en ressources humaines car sa population est jeune (53% de la population a moins de 19 ans). Elle est en passe de devenir très prospère grâce à ses ressources naturelles (Ville portuaire, ressources halieutiques, environnement salubre). Un de ses atouts majeurs est le développement du tourisme national.

Un des leviers de son développement est l'amélioration et l'entretien du réseau routier

*« donne accès à la ville, au domicile. Elle est nécessaire à*

*la vie quotidienne, à la vie sociale et à la vie*

*économique ».*



## **Chapitre I : Système d'Information Géographique**

### **I-1. Généralités sur le Système d'Information géographique:**

Les premiers systèmes d'information géographique apparurent au début des années 60 chez les différents instituts de recherche. Mais en 1965, Roger Tomlinson, entreprit la réalisation du plus important SIG de l'époque à cause d'un grand problème de l'inventaire de son pays. De nos jours, ce système envahit diverses entreprises et devient un outil aussi utile que nécessaire auprès de certains intervenants.

### **I-2. Information géographique et information graphique :**

Il est important de distinguer l'information géographique de l'information graphique. L'information géographique numérique dépasse le cadre d'un dessin. Elle est issue de modèles de description fondés sur les propriétés réelles et non sur des propriétés graphiques. Parmi ces propriétés réelles, la plus spécifique à l'information géographique est la LOCALISATION.

Par exemple, on décrira les communes en associant au territoire de chaque commune (information de localisation) des propriétés telles que le nom et la population. Par opposition, l'information graphique est associée à un dessin particulier dont les attributs de dessin (couleur, style de trait, épaisseur de trait, ...) permettent de différencier les objets.

De l'information géographique, on peut dériver de l'information graphique pour rédiger une carte.

### **I-3. Définitions:**

Le système d'information géographique est un système qui permet de gérer et de traiter les relations spatiales entre objets, ce qui entraîne des fonctions d'analyse spatiale et de synthèse pour l'aide à la décision.

Le système d'information géographique peut être désigné comme un système de cartographie géographique qui enregistre, assemble et analyse des données géographiques assisté par ordinateur.

Le système d'information géographique permet de créer pour une zone donnée des images à deux ou trois dimensions qui sont utilisés comme modèle dans les études géographiques. Ils



sont envisagés pour traiter des quantités importantes de données et ils permettent aux utilisateurs de faciliter leur prise de décision à un problème donné dans un temps très court.

#### **I-4. Domaine d'application des SIG:**

Les domaines d'application des SIG sont très vastes comme par exemple :

- gestion urbaine : gestion des réseaux d'infrastructure comme ( réseaux routiers, réseaux d'assainissement, réseaux de distribution électrique, etc), simulation d'implantation de nouveaux équipements, plan d'urbanisme, etc ;
- gestion des ressources ;
- gestion des parcours de livraison ;
- aménagement du territoire : schémas directeurs d'aménagement, études d'impacts, etc ;
- applications scientifiques ;
- protection de l'environnement comme par exemple suivi des évolutions d'un phénomène de déforestation, etc.

#### **I-5. Les fonctions des SIG:**

Les fonctions des SIG peuvent être résumés comme suit :

- enregistrement et stockage de l'information ;
- représentation de l'information ;
- interrogation et analyse de l'information obtenue qui comprend l'analyse spatiale ( croisement des données provenant de plusieurs couches d'informations en vue de produire de nouvelles données) et l'analyse thématique ( symbolisation des données en vue de la cartographie) ;
- et enfin aide à la prise de décision.

#### **I-6. Mode de représentation des informations géographiques dans un SIG :**

Il existe deux modes de représentation de l'information géographique numérique :

- le mode maillé (ou raster) : l'information géographique est représentée par une structure matricielle suivant une logique de balayage ligne par ligne (ex : image scannée,etc). Cette mode ne sert souvent que pour la visualisation, l'interprétation et l'édition des IG ;



- le mode vecteur : les objets géographiques sont représentés moyennant trois primitives fondamentales : le primitive ponctuel, le primitive linéaire et le primitive surfacique. Ainsi, un tronçon de bord de route est représenté par une primitive linéaire. C'est cette mode de représentation qu'on utilise souvent dans les SIG si on veut réaliser des analyses spatiales et temporelles.

### **I-7. Les composantes des SIG:**

Ils sont constitués par :

- les composantes matérielles telles que :
  - l'ordinateur et ses périphériques (clavier, souris, table à numériser en mode vecteur) ;
  - la machine photographique (mode vecteur) ;
  - le scanner et la caméra vidéo (mode maillé) ;
  - unités de disques d'archivage ;
  - les matériels informatiques (carte réseau, carte graphique, etc), les matériels de sauvegarde (disque dur, cd rom, disquette, etc), les matériels de sortie (écran graphique, imprimante, la table traçante, etc).
- les composantes logicielles telles que :
  - les logiciels de SIG en mode vecteur : Mapinfo, Arcview, Arc/info, Atlas Gls, Géoconcept ;
  - les logiciels de SIG en mode raster : Idrisi, Mips, Erds, Pci.

### **I-8. Récapitulation :**

Le système d'information géographique n'a pas cessé de se développer dès leur découverte jusqu'à nos jours. Ils s'appliquent sur plusieurs domaines telles que l'environnement, la gestion du réseau urbain, la cartographie, les analyses de l'occupation du sol, les analyses topographiques, géologiques, démographiques, etc. Diverses centres ministérielles malgaches utilisent ce système d'information géographique comme le ministère de géologie et des mines, le Foiben'ny taotsarintanin'i Madagasikara (FTM). Ce nouvel outil est en vogue et très employés dans différents organismes internationaux.



## **Chapitre II : Le Logiciel Mapinfo 7.0**

### **II-1. Généralités :**

MAPINFO® est un logiciel de SIG développé par MAPINFO Corporation. Il travaille en environnement Windows (allant de 3.1 à Win 98 ou Windows NT). Il a été conçu au début pour des applications de Géomarketing mais ses fonctionnalités permettent de l'utiliser comme un SIG bureautique[2]. Il vous permet d'afficher et de manipuler tout type de données géographiques ou alphanumériques. Cependant, MAPINFO® entre dans la gamme des logiciels de SIG bureautique (comme ArcView d'ESRI, ...). En effet, contrairement aux logiciels de SIG utilisés surtout par les producteurs de données géographiques (dont Arc/info d'ESRI, Géoconcept d'Alsoft, ...), les SIG bureautique ne servent pas pour la production des données (saisie, création de topologie, ...) qui nécessite souvent des outils topologiques performants, mais surtout pour l'analyse, la visualisation et l'édition de ces dernières.

Les fonctionnalités de base de MAPINFO® se résument comme suit :

#### ❖ analyse des données :

- superposition de plusieurs couches de données et alors visualisation rapide des interactions entre les différentes couches de données;
- générer des analyses thématiques : il s'agit de faire une représentation thématique de vos données;
- réaliser des requêtes SQL sur des objets géographiques avec toutes les opérations possibles et admises par le langage SQL;
- création de zones tampons (ou buffer) pour les dernières versions de MAPINFO®;
- ...

#### ❖ Gestion des données :

- Création d'objets : par numérisation à l'écran ou digitalisation à partir d'une table à digitaliser.
- Modification d'objets : il est possible de modifier la géométrie des objets déjà dessinés ainsi que de changer la valeur d'un de ses attributs;
- ....



❖ Présentation des données :

- Réaliser la mise en page d'un document cartographique ;
- Impression de cartes;
- Editer des rapports;
- Avec la dernière version 7.0, on a la possibilité de générer une vue dynamique en 3D des données.

MAPINFO® permet d'accéder à différents types de données issues d'autres logiciels de SIG ou de DAO ou de CAO et en retour peut exporter des données aux formats d'échanges d'autres logiciels.

**II-2. Notions de tables :**

Dans MAPINFO Professionnal® 7.0, comme dans tous les autres logiciels de SIG, les données sont structurées en couches. Une couche contient des informations homogènes rassemblant un même type d'objets (ex: couche correspondant au réseau routier, couche correspondant à l'occupation du sol, ...). Dans une couche de données, les 3 primitives de base peuvent co-exister.

L'appellation des couches varient d'un logiciel à l'autre mais le concept reste le même. Ainsi, on parle de Table dans Mapinfo, de Couverture dans Arc/info, de "Shape" dans ArcView, Carte dans Géoconcept, ....

Une table Mapinfo est composée de deux niveaux d'informations :

- ❖ le niveau d'information géométrique : qui décrit la géométrie des objets géographiques contenus dans la table. Les primitives géométriques de base sont : le point, la ligne et le polygone. Un objet linéaire est composé de plusieurs nœuds intermédiaires qui décrivent sa forme géométrique. Un polygone est une surface fermée. Le contour du polygone est formé de plusieurs nœuds intermédiaires qui permettent de décrire sa forme géométrique. Les coordonnées planimétriques (X,Y) de la position instantanée du curseur peuvent être affichées dans la barre d'état.
- ❖ le niveau d'information sémantique : à chaque objet décrit par sa géométrie (ci-dessus) d'une table, on peut rattacher des informations sémantiques décrivant ses propriétés (ex : le nombre d'étages d'une maison, le nom d'un tronçon de rue, ...). On les appelle :



informations attributaires ou attribut d'une table. Ces informations sont structurées dans la table à la manière d'un SGBD. Un identifiant unique permet de faire correspondre un objet géométrique à sa table attributaire. Une table peut comporter plusieurs attributs. A Chaque attribut est défini un type de données (ex : type entier, type caractère, type chaîne de caractères, type booléen, type date, ...).

Ex : pour l'objet tronçon de route, nous pouvons définir les attributs ci-après avec leurs types respectifs :

- Identifiant : Entier;
- Longueur : réel;
- Nom : caractère(50);
- Sens\_circulation : énuméré (double sens, sens unique);
- Etat : énuméré (bon, mauvais, moyen);
- Revêtement : énuméré ( bitumé, pavé, en terre).

Les attributs ou champs avec leurs types de données respectifs définissent la structure d'une table. Ils sont créés lors de la création de la table. Son remplissage peut se faire au fur et à mesure.

### **II-3. Les fichiers de MAPINFO Professionnal® :**

Une table MAPINFO Professionnal® 7.0 est composée de 5 fichiers DOS :

- les fichiers d'extension .MAP;
- les fichiers d'extension .TAB;
- les fichiers d'extension .ID;
- les fichiers d'extension .DAT;
- les fichiers d'extension .IND.

\*.dat : C'est un fichier qui contient les données attributaires de la table. Sa taille est donc proportionnelle au nombre d'enregistrements dans la table et à la taille, en octet, d'un enregistrement.

\*.map : C'est un fichier binaire qui contient notamment l'information géométrique de la table.

\*.id : C'est le fichier qui va faire correspondre les parties alphanumérique et géométriques des « objets ».

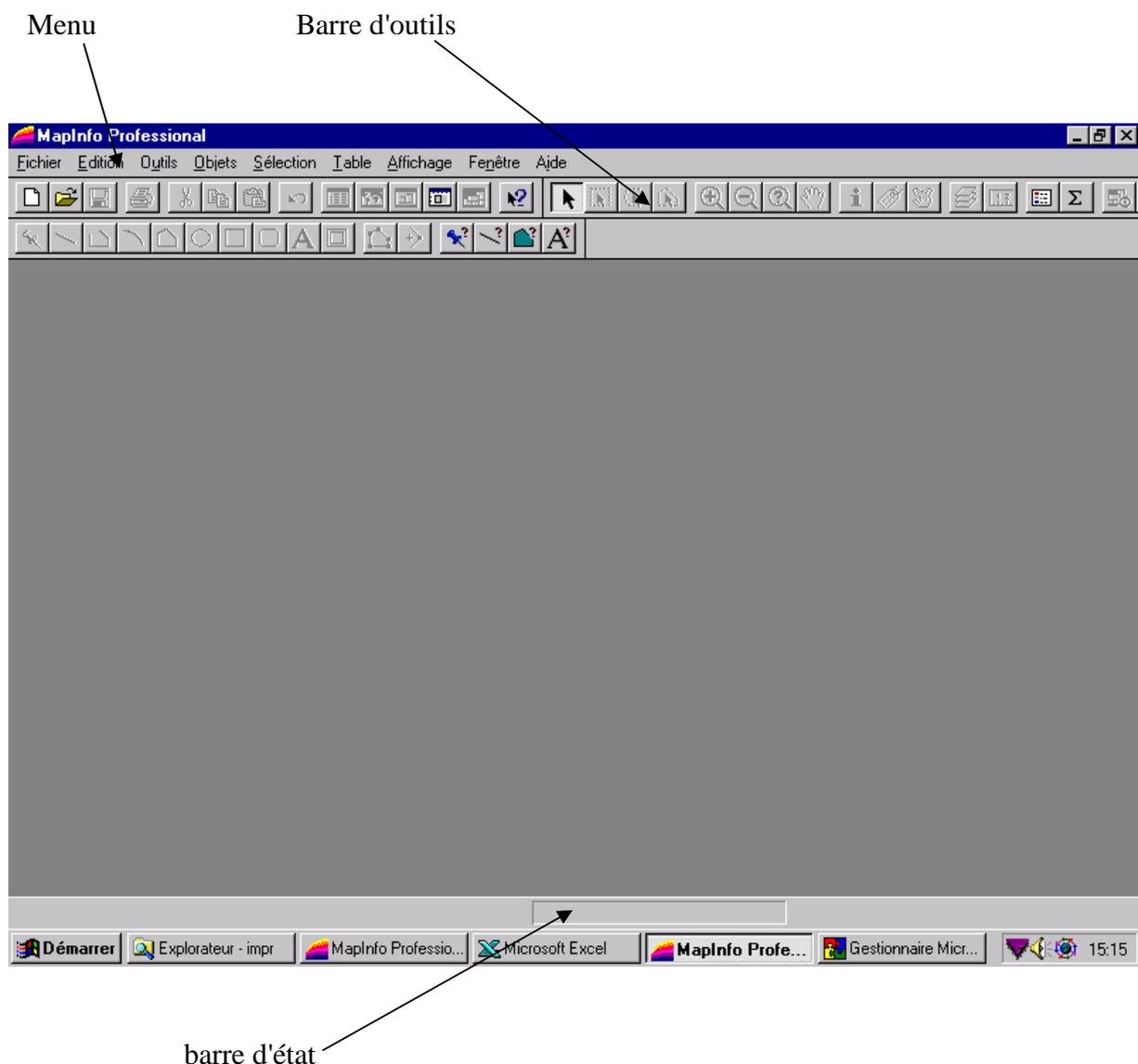
\*.ind : C'est un fichier d'index sur une colonne. Il peut y avoir plusieurs colonnes d'une table indexée.



#### II-4. Fenêtres de MAPINFO Professionnal®:

La figure ci-après montre une vue du menu général de MAPINFO Professionnal®. Les composants de la fenêtre de MAPINFO Professionnal® 7.0 sont formés des éléments habituels d'une interface Windows tels que :

- les menus avec ses multiples sous-menus;
- les barres d'outils composés de plusieurs icônes;
- la barre d'état;
- les barres de défilement (horizontal et vertical);



**Figure 01: Fenêtre de MAPINFO Professionnal®.**

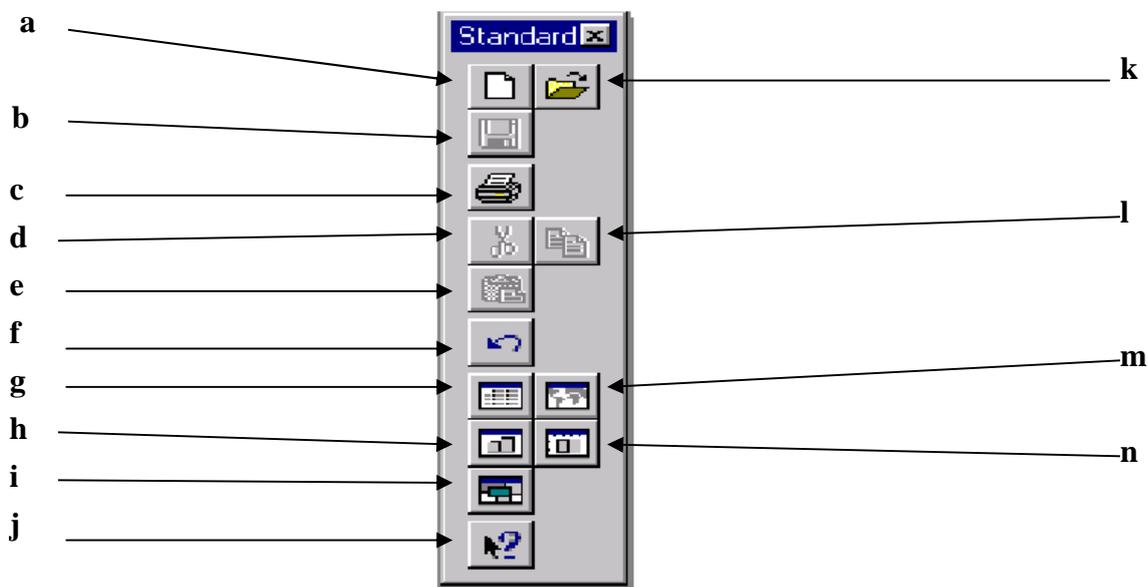


Dans MAPINFO Professionnal® 7.0, nous disposons de différents types de fenêtre [2] :

- ❖ la fenêtre "carte", qui représente les couches cartographiques dont les symbolisations sont paramétrables (à voir plus loin);
- ❖ la fenêtre "Données", qui affiche les données de la table attributaire sous forme de tableau (les colonnes sont formés des champs ou attributs, les lignes sont formés des enregistrements);
- ❖ la fenêtre "graphique", qui permet d'afficher un graphique (ex: histogramme, ...) des données d'un tableau;
- ❖ la fenêtre "Mise en page", permet de réaliser la mise an page de la carte pour l'impression.

### II-5. Les outils de MAPINFO Professionnal®:

#### II-5-1. La boîte à outils "Standard" :



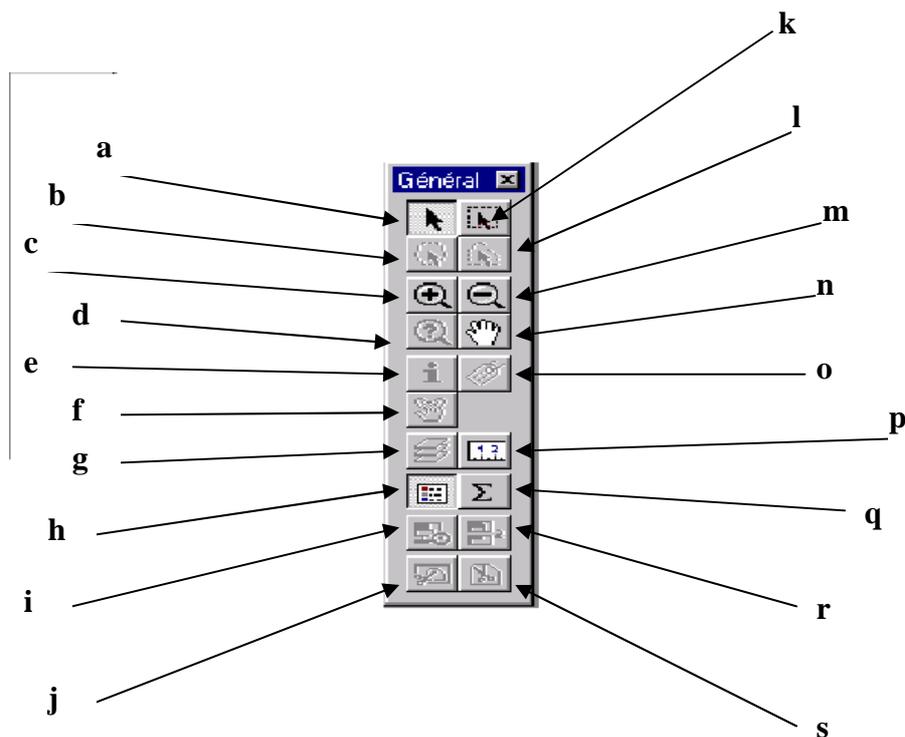
**Figure 02: Boîte à outils "Standard"**

- (a) : Nouvelle table
- (b) : Enregistre table
- (c) : Imprime fenêtre
- (d) : Couper
- (e) : Coller



- (f) : Annuler
- (g) : Nouvelle fenêtre données
- (h) : Nouvelle fenêtre graphique
- (i) : Sectorisation
- (j) : Aide
- (k) : Ouvrir table
- (l) : Copier
- (m) : Nouvelle fenêtre carte
- (n) : Nouvelle fenêtre mise en page

II-5-2. La boîte à outils "Général" :

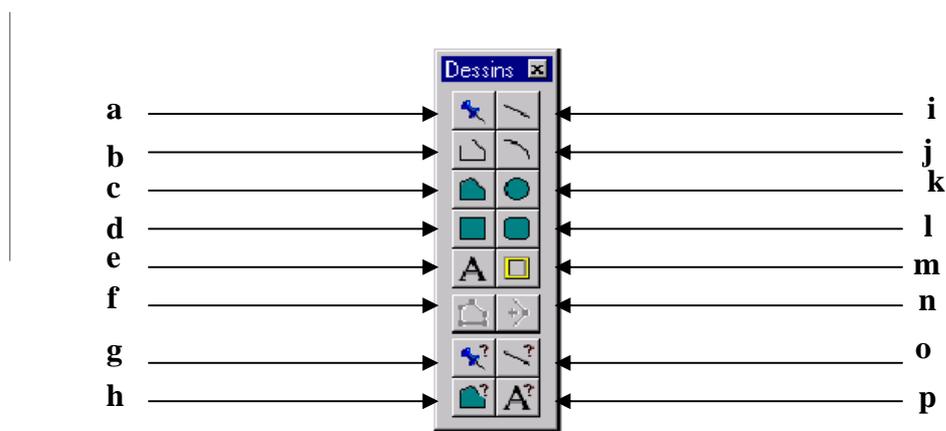


**Figure 03: Boîte à outils "Général"**

- (a) : Sélection
- (b) : Sélection par proximité d'un point
- (c) : Zoom avant
- (d) : Zoom paramétré
- (e) : Information sur un objet

- (f) : Duplique la fenêtre
- (g) : Contrôle des couches
- (h) : Affiche légende
- (i) : Définir secteur cible
- (j) : Active/désactive le pochoir
- (k) : Sélection centroïde dans un rectangle
- (l) : Sélection centroïde dans un polygone
- (m) : zoom arrière
- (n) : Déplacement
- (o) : Etiquette manuelle
- (p) : Outil de mesure
- (q) : Statistique
- (r) : Affecter sélection
- (s) : Définir le pochoir

### II-5-3. La boîte à outils "Dessins" :



**Figure 04: Boîte à outils "Dessins"**

- (a) : Crée un point
- (b) : Crée un polyligne
- (c) : Crée un polygone
- (d) : Crée un rectangle
- (e) : Crée un texte
- (f) : Modifie un objet
- (g) : Style de points



- (h) : Style de polygone
- (i) : Crée une ligne
- (j) : Crée un arc de cercle
- (k) : Crée une ellipse
- (l) : Crée un rectangle arrondi
- (m) : Crée un cadre
- (n) : Ajoute un point
- (o) : Style de ligne
- (p) : Style de texte

### **II-6. Clé de lecture :**

Dans tout ce qui suit, pour accéder à un sous-menu quelconque, nous adoptons le clé de lecture suivante :

Menu/sous-menu/sous-menu/...

Exemple : ainsi, nous désignons comme suit le chemin pour accéder au sous-menu "Modifier structure" (modification de la structure d'une table) :

Table/Gestion Tables/Modifier structure

### **II-7. Opérations sur les tables :**

#### **II-7-1. Création d'une table :**

Pour créer une nouvelle table,

- sélectionner le sous-menu : Fichier/nouvelle table;
- cliquer sur "créer";
- saisir le nom du premier champ ou attribut de la table dans le champ de saisi correspondant;
- choisir le type de données correspondant (Caractère, Entier, Entier court, Flottant, Virgule fixe, Date, Logique);
- spécifier la largeur de chaque champ pour les types caractères et virgule fixe;
- cliquer sur "créer" enfin, et entrer le nom de la table ainsi que son emplacement (répertoire).



#### II-7-2. Ouverture d'une table :

Pour ouvrir une table existante (table Mapinfo, Image Raster, Fichier Excel, ...) :

- sélectionner le sous-menu : Fichier/ouvrir table;
- choisir le type des fichiers (Mapinfo, dBASE, Access, Raster Image, ...) à ouvrir;
- choisir le type de visualisation (par défaut : "automatique", pour afficher plusieurs tables simultanément dans une même fenêtre carte, choisir "Fenêtre carte courante");
- cliquer sur "ouvrir".

#### II-7-3. Visualisation de la totalité d'une table :

Pour visualiser la totalité d'une carte :

- sélectionner le sous-menu : Carte/Afficher toute la couche;
- choisir parmi les couches déjà ouvertes celle dont vous voulez visualiser en totalité, ou choisir "Toutes les couches" pour visualiser toutes les couches ouvertes dans la fenêtre carte courante;
- Cliquer sur "OK".

#### II-7-4. Enregistrement d'une table :

- sélectionner le sous-menu : Fichier/Enregistrer Table;
- s'il existe plusieurs tables modifiées, choisir celles dont vous voulez enregistrer les modifications;
- cliquer sur "Enregistrer".

Il est possible d'enregistrer une table sous un autre nom (faire une copie de la table). Pour cela :

- sélectionner le sous-menu : Fichier/Enregistrer Table Sous;

#### II-7-5. Enregistrement d'un document Mapinfo :

Il est souvent indispensable de sauvegarder l'environnement de travail courant (liste des tables ouvertes, les styles de dessins, ...) dans un document Mapinfo (ou Workspace). L'avantage est qu'on n'aura pas à ouvrir un à un toutes les tables concernées ainsi que de redéfinir tous les styles de dessins de chaque couche pour la prochaine session de travail.

Pour enregistrer un document Mapinfo (ou Workspace) correspondant à la session courante :



- sélectionner le sous-menu : Fichier/Enregistrer Document Sous;
- Entrer le nom du fichier document (extension .WOR);  
Pour ouvrir un document Mapinfo existant :
- sélectionner le sous-menu : Fichier/Ouvrir Document;

#### II-7-6. Modification de la structure d'une table :

Pour modifier la structure d'une table, on peut :

- sélectionner le sous-menu : Table/Gestion tables/modifier structure;
- soit ajouter de nouveaux champs ou supprimer un champ existant ou modifier le type de données d'un champ existant, ....
- cliquer sur "OK".

#### II-8. Gestion des données :

##### II-8-1. Sélection d'un objet d'une table :

Pour sélectionner un objet d'une table, il faut positionner le souris sur cet objet et cliquer. Pour un objet ponctuel, il faut cliquer au niveau du point; pour un objet linéaire, il faut cliquer exactement sur la ligne; et pour les polygones, il faut cliquer sur un point quelconque à l'intérieur de ce dernier. Les objets sélectionnés sont hachurés en rouge.

##### II-8-2. Visualisation/modification de la valeur des attributs d'un objet :

Pour la visualisation ou la modification de la valeur des attributs d'un objet, il faut suivre les étapes ci-après :

- cliquer sur l'icône "information sur un objet" de la boîte à outils "Général";
- cliquer sur l'objet;
- une boîte de dialogue apparaîtra qui affiche la valeur de chaque attribut pour l'objet sélectionné ;
- pour modifier la valeur d'un attribut, saisir la nouvelle valeur dans le champ de saisi correspondant;
- taper sur "Echap" pour terminer.



### II-8-3. Contrôle de l'affichage des couches d'une fenêtre carte :

Il est possible, comme indiqué précédemment, d'afficher simultanément dans une même fenêtre carte plusieurs tables.

Pour afficher la boîte de dialogue pour le contrôle des couches, il faut sélectionner le sous-menu : Carte/contrôle des couches;

Voici quelques opérations courantes lors du contrôle des couches :

❖ **Ordre d'affichage des couches :**

l'ordre d'affichage des différentes couches suivent l'ordre affiché dans la boîte de dialogue (voir Figure 4). Pour mettre une couche en premier niveau de lecture, il faut sélectionner le nom de la couche et le glisser dans la position la plus haute.

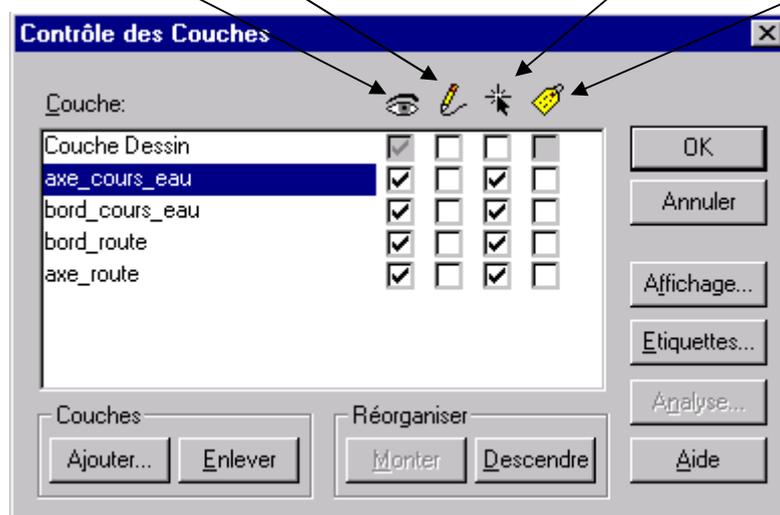
- rendre une couche modifiable (on peut intervenir sur les objets qu'elle contienne pour les modifier) :
  - cliquer sur la case à cocher correspondante (colonne "Couche sélectionnable" voir figure 4);

Couche modifiable

Couche sélectionnable

Couche visible

Etiquettes automatiques



**Figure 05: Boîte de dialogue "contrôle des couches"**

- rendre visible ou masquer une table :
  - cliquer sur la case à cocher correspondante (colonne "Couche visible");



- rendre une couche sélectionnable ou non sélectionnable (une couche est sélectionnable si on peut sélectionner les éléments qui la composent) :
  - cliquer sur la case à cocher correspondante (colonne "Couche sélectionnable");
- changer le style de dessin des objets d'une table :
  - sélectionner la table;
  - cliquer sur affichage;
  - choisir les styles d'affichage voulus : trame de fond, couleur du fond, couleur du contour, couleur du tracé, épaisseur du tracé, style des lignes (trait continu, pointillé, ...), symbole ponctuel à utiliser, etc ...
- Étiqueter une couche : il s'agit d'afficher dans la fenêtre carte pour tous les objets de la couche, la valeur correspondante d'un des attributs de la table.  
Ex : pour la couche "Tronçon de route", nous pouvons choisir le champ "nom de rue" pour étiqueter les objets de la classe.

Pour étiqueter une table dans Mapinfo, il faut suivre les étapes ci-après:

- sélectionner la table;
- choisir le champ qui va servir à l'étiquetage;
- définir les styles d'affichage (taille des polices, couleur, ...);
- définir la disposition de l'étiquette par rapport à l'objet (en position supérieure gauche, en position supérieure droite, en position inférieure gauche, en position inférieure droite, en position alignée à gauche, en position alignée à droite, ...);
- cliquer sur OK.

N.B: une seule carte est modifiable à un instant. Pour rendre modifiable une autre, il faut rendre non modifiable la couche modifiable courante.

#### II-8-4. Modification des objets d'une table :

Avant de pouvoir modifier une table, il faut s'assurer qu'elle est modifiable dans : Carte/Contrôle des couches, ou choisir le nom de la table parmi la liste contenue dans la barre d'état "Modifiable".

##### a) Ajout d'un nouvel objet :

- ❖ Ajout d'un objet ponctuel :

Il s'agit de suivre les étapes ci-après :



- dans la boîte à outils "Dessin", cliquer sur l'icône "créé un point";
- cliquer à l'endroit où on veut implanter l'objet ponctuel.

❖ Ajout d'un objet linéaire :

Il s'agit de suivre les étapes ci-après :

- dans la boîte à outils "Dessin", cliquer sur l'icône "créé une polyligne";
- cliquer à chaque fois que vous voulez créer un nœud;
- double-cliquer ou appuyer sur la touche "Echap" pour arrêter la saisie.

❖ Ajout d'un objet polygone :

Il s'agit de suivre les étapes ci-après :

- Dans la boîte à outils "Dessin", cliquer sur l'icône "créé un polygone";
- cliquer à chaque fois que vous voulez créer un nœud;
- double-cliquer ou appuyer sur la touche "Echap" pour arrêter la saisie.

N.B. : Il est possible lors de la saisie de s'accrocher aux nœuds d'un autre objet de la couche (faire du "Snap"). Pour cela, il faut taper sur la touche "F" avant de commencer la saisie, et il apparaîtra sur la barre d'état le sigle "FUS" (ou "Fuse" en anglais). Cette opération permet d'assurer la continuité des objets et le bon raccordement des objets entre eux.

❖ Saisie des informations attributaires :

Une fois la géométrie des objets est saisie, on peut ensuite saisir ses données attributaires. Pour cela, il faut :

- cliquer sur l'icône "information sur un objet" dans la boîte à outils "Général";
- saisir les informations relatives à chaque champ de saisie de la boîte de dialogue;
- taper sur "Echap" pour terminer.

*b) Suppression d'un objet :*

Pour la suppression d'un objet, il faut s'assurer que la couche correspondante est modifiable. Ensuite il faut suivre les étapes ci-après :

- sélectionner l'objet à supprimer;
- taper sur "Suppr" pour le supprimer.



### 1. Modification d'un objet existant :

Pour la modification d'un objet existant, il faut s'assurer que la couche correspondante est modifiable.

Il existe deux types de modification d'un objet existant :

#### ❖ Modification de la géométrie :

- sélectionner l'objet concerné;
- cliquer sur l'icône "modifie un objet" dans la boîte à outils "Dessins";
- pour ajouter un nouveau nœud, cliquer sur l'icône "ajoute un point" dans la boîte à outils "Dessins";
- pour supprimer un nœud, cliquer sur le nœud concerné et taper "Suppr".

#### ❖ Modification de la valeur d'un des attributs d'un objet :

(voir § ).

### 2. Opération sur les objets d'une table :

#### ❖ Définir cible :

Permet de définir une cible à partir d'une sélection pour exécuter une commande d'édition (Assembler, Supprimer intérieur, supprimer extérieur, Découper, Ajouter nœuds).

#### ❖ Assemblage de deux objets en un :

- s'assurer que les objets à assembler sont de la même couche et de même nature géométrique (tous linéaires ou tous polygones);
- s'assurer que la couche correspondante soit modifiable;
- sélectionner les deux objets à assembler : taper simultanément sur la touche "Shift" et cliquer sur les deux objets;
- sélectionner le sous-menu : Objet/Assembler;
- cliquer sur "OK".

### c) Réaliser des requêtes sous Mapinfo :

Il existe plusieurs possibilités de requête sous Mapinfo.

#### Sélectionner tous les objets d'une table :

Pour cela, il faut :

- sélectionner le sous-menu : Sélection/Tout sélectionner dans ...;



Désélectionner les objets sélectionnés :

Pour cela, il faut :

- sélectionner le sous-menu : Sélection/Tout désélectionner;

Sélection simple :

Il s'agit de réaliser une sélection simple sur la base de la valeur d'un ou de plusieurs attributs de la table.

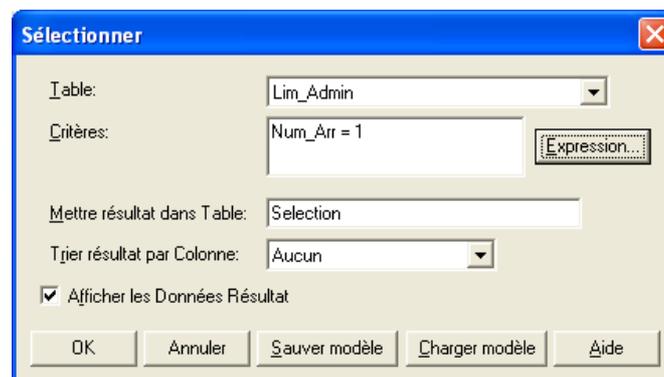
Ex : Rechercher où se trouve le tronçon de rue qui porte le nom de "Rue Edouard VII".

Pour réaliser une sélection simple,

- sélectionner le sous-menu : Sélection/Sélection;
- choisir la table objet de la requête;
- cliquer sur "Expression" pour construire le critère de sélection;
- choisir dans "colonnes" le nom du champ (ou attribut) qui va servir à filtrer la sélection;
- choisir dans "opérateurs" l'opérateur à utiliser (=, <=, >=, ...);
- taper ensuite la valeur de l'attribut qui sert pour la sélection (ex : "Rue Edouard VII").

Ex d'expression : NOM = "Rue Edouard VII".

- taper le nom de la nouvelle table qui va contenir le résultat de la sélection;
  - taper "OK".



**Figure 06: Boîte de dialogue de sélection**

**Remarque très importante :** les chaînes de caractère sont toujours à mettre entre "....." (Ex : "Rue Edouard VII") tandis que les chiffres (entier ou flottant) sont à écrire telles qu'elles sont (ex : 156).

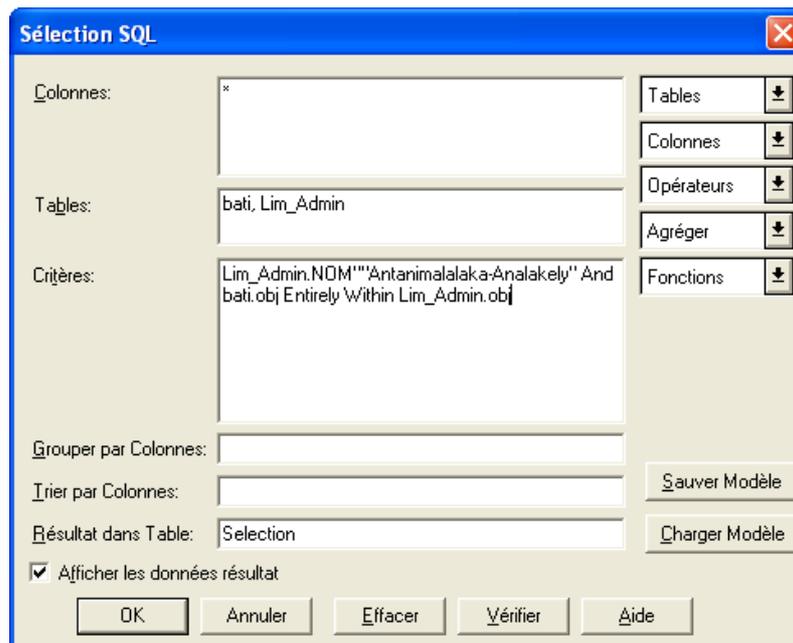
Le résultat d'une sélection peut être stockée dans une nouvelle table Mapinfo.



Requête SQL :

Il s'agit de réaliser une requête sur la base de la syntaxe SQL. Ceci permet de réaliser des requêtes plus avancées telle que les requêtes d'analyse spatiale. Le résultat de la sélection peut être stockée dans une nouvelle table Mapinfo.

Exemple : Quels sont tous les bâtiments qui se trouvent dans le fokontany de «Antanimalalaka-Analakely » ?



## 2. Boîte de dialogue de sélection SQL

Les tables sur lesquelles portent la sélection sont spécifiées dans la rubrique « Tables ». Les critères de la sélection sont spécifiés dans la rubrique « Critères ». Il est possible de choisir les tables, les colonnes (attributs), les opérateurs, les fonctions à utiliser dans la formulation de la requête en choisissant dans la liste déroulante à droite.

Les requêtes d'analyse spatiale font intervenir des opérateurs spatiaux qui s'appliquent sur l'attribut particulier <nom\_table>.obj qui pointe sur la composante géométrique de l'objet géographique de la table.

Opérateur Contains : A.obj contains B.obj est vrai si l'objet A (généralement un polygone) contient le centroïde de l'objet B.

Opérateur Contains entiere : A.obj contains entiere B.obj est vrai si l'objet A (généralement un polygone) contient l'ensemble de l'objet B.



Opérateur Within : A.obj within B.obj est vrai si le centroïde de l'objet A se trouve à l'intérieur de l'objet B (polygone)

Opérateur Entirely Within : A.obj entirely within B.obj est vrai si le polygone de B contient dans sa totalité l'objet A.

Opérateur Intersects : A.obj intersects B.obj est vrai si les rectangles minimum englobants des eux objets A et B s'intersectent.

Mettre à jour la colonne d'une table :

Il s'agit de mettre à jour la colonne d'une table ou d'une sélection sur une table en prenant la nouvelle valeur par une nouvelle expression, ou en réalisant une jointure avec une autre table.

Pour cela, il faut suivre les étapes ci-après :

- sélectionner le sous-menu : Table/Mettre à jour Colonne;
- choisir la table concernée;
- choisir la colonne à modifier;
- taper la nouvelle valeur de la colonne pour tous les objets de la table;
- taper "OK".



**Figure 07: Boîte de dialogue de mise à jour colonne (1)**

Cette opération permettra de modifier en une seule fois la valeur d'un attribut d'une table pour tous ses objets sélectionnés.



**Jointure de table :**

La jointure de table permet de rapatrier des colonnes issues d'une table externe à Mapinfo (feuille Microsoft Excel, table d'une base de données, ...) et ce moyennant un attribut commun entre les deux tables (ex : code de fokontany).

Pour réaliser la jointure de table, il faut suivre les étapes ci-après:

- Sélectionner le sous-menu table/mettre à jour colonne ;



**3. Boîte de dialogue de mise à jour colonne (2)**

- Choisir la table (Mapinfo) sur laquelle on veut rapatrier l'attribut externe ;
- Choisir la table externe ensuite cliquer sur le bouton « jointure » ;



**4. Boîte de dialogue de définition jointure (1)**

- Choisir dans la liste déroulante les attributs communs sur qui vont servir à la jointure ;
- Choisir la colonne à mettre à jour dans la table Mapinfo (choisir ou ajouter une colonne temporaire si la colonne n'a pas été préalablement créée) ;
- Choisir «Valeur» comme mode de calcul (vous pouvez spécifier d'autre mode de calcul comme la somme, la moyenne des valeurs, etc ...) ;
- Choisir la colonne de la table externe à rapatrier ;
- Cliquer sur OK.

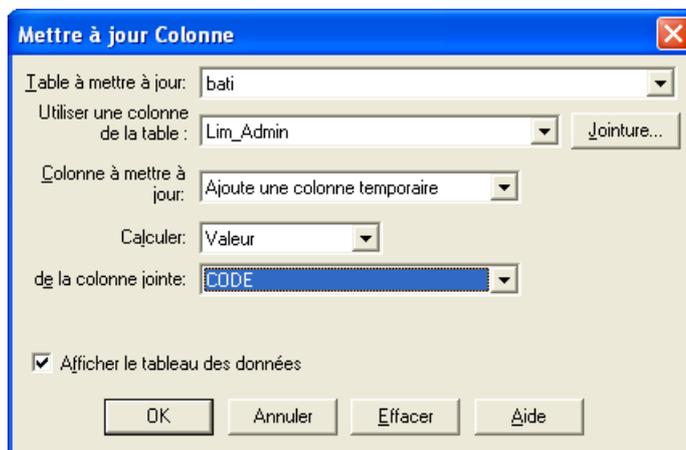


Jointure spatiale :

La jointure spatiale permet de rapatrier une colonne d'une table Mapinfo vers une autre table Mapinfo (exemple : affecter le code du fokontany sur lequel il se trouve à tous les bâtiments).

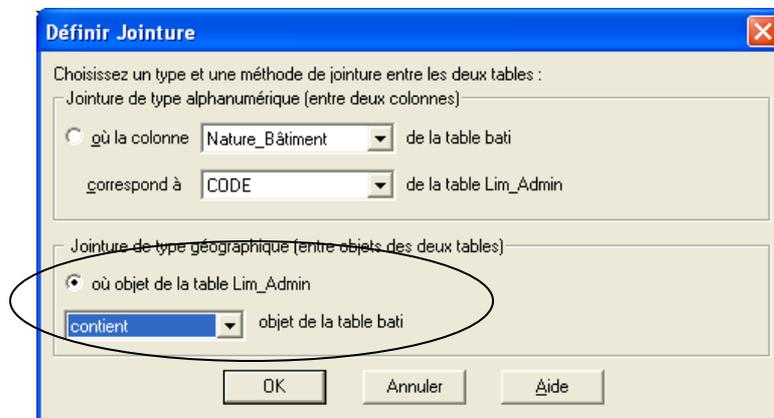
Pour réaliser la jointure spatiale, il faut suivre les étapes ci-après :

- Sélectionner le sous-menu table/mettre à jour colonne ;



**5. Boîte de dialogue de mise à jour colonne (3)**

- Choisir la table Mapinfo (destination) sur laquelle on veut rapatrier l'attribut de l'autre (source) ;
- Choisir la table Mapinfo (Source) ensuite cliquer sur le bouton « jointure » ;



**Figure 08: Boîte de dialogue de définition jointure (2)**

- Choisir la colonne à mettre à jour dans la table Mapinfo Destination (choisir ajouter une colonne temporaire si la colonne n'a pas été préalablement créée) ;
- Choisir «Valeur» comme mode de calcul (vous pouvez spécifier d'autre mode de calcul comme la somme, la moyenne des valeurs, etc ...) ;
- Choisir la colonne de la table source à rapatrier ;
- Cliquer sur OK.

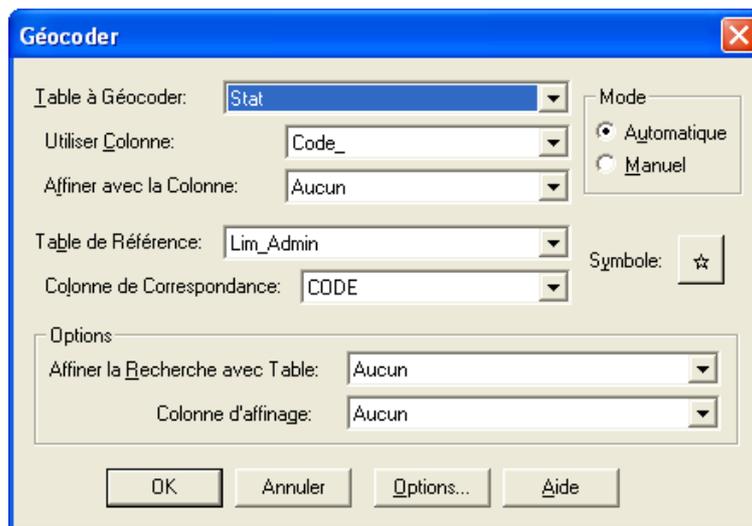


Géocodage :

L'opération de géocodage consiste à créer des géométries pour les enregistrements de la table externe (fichier Excel ou base de données). Il faut que la table de référence (Table Mapinfo) et la table externe comporte un attribut commun. La table externe est appelée table d'adresse.

Pour réaliser le géocodage :

- Sélectionner le sous-menu table/mettre à jour colonne



**Figure 09: Boîte de dialogue de géocodage**

- Choisir la table à géocoder (table externe)
- Choisir la colonne de la table externe qui va servir comme attribut commun
- Choisir la table de référence (table Mapinfo)
- Choisir la colonne de la table Mapinfo qui va servir comme attribut commun
- Cliquer sur OK

Ajouter une table à une autre :

Il s'agit d'ajouter tous les objets d'une table à une autre. Le résultat est que la table résultante regroupe tous les objets des deux tables séparées.

N.B: Il faut que les deux tables aient les mêmes structures.

*d) Visualisation et Présentation des données :*

Réaliser une analyse thématique :

L'analyse thématique permet de réaliser une cartographie interactive à partir d'une base de données géographiques. En effet, elle permet de choisir les styles de dessin des objets d'une couche (objets ponctuels, objets linéaires ou objets surfaciques) en les distinguant suivant la valeur d'un de ses attributs.



Ex : - classification des routes par son classement administratif ou selon le type de son revêtement;

- carte d'occupation du sol (classification selon la nature de l'occupation du sol).

Pour réaliser une analyse thématique, il faut suivre les étapes ci-après:

- sélectionner le sous-menu : carte/analyse thématique;
- suivre les indications de l'assistant graphique.

Il est possible de sauvegarder une analyse thématique sur une table.

Réaliser la mise en page :

La mise en page est l'opération qui précède l'impression d'une carte. Elle consiste à :

- définir le format de sortie de la carte (ex : A4, A3, A2, A1 ou A0);
- définir l'échelle de sortie de la carte;
- d'insérer un titre à la carte;
- organiser l'emplacement de chaque élément de la fenêtre carte, données ou graphique à faire figurer dans le tirage;
- ....

Pour réaliser la mise en page :

- sélectionner le sous-menu : Fenêtre/Mise en page.

N.B. : Avant de réaliser la mise en page, il faut préalablement définir le format d'impression et s'assurer que tous soient OK dans la fenêtre carte .

Impression de la carte :

Il est plus commode d'imprimer la carte dans un fichier. On obtient ainsi un fichier d'impression qu'on peut lancer à chaque fois qu'on en a besoin.

*e) Echange de données avec d'autres logiciels :*

MAPINFO Professionnal® 7.0 permet l'échange de données géométriques et/ou attributaires avec d'autres logiciels de SIG ou de base de données ou de CAO/DAO.

En effet, il permet de:

- lire directement les formats dBase, Excel, Access, Lotus 1-2-3 et ASCII délimité;
- d'accéder directement aux principales bases de données existantes accès ODBC : MS Access 2.0; DB/2, INFORMIX, INGRES, ORACLE Microsoft SQL, SQLBase, SYBASE. ;



- importer/exporter vos données depuis/dans les principaux formats du marché (Shape d'ArcView, DGN de Microstation, ...), par l'intermédiaire du traducteur universel (sous-menu : Outils/traducteur universel/traducteur universel) ;
- importer un fichier export d'Arc/info sous forme de table Mapinfo (sous-menu : Outils/Arclink/ArcInfo->Mapinfo) par l'intermédiaire de l'utilitaire ArcLink ou d'exporter une table Mapinfo à un fichier export ArcInfo (sous-menu : Outils/ArcLink/Mapinfo->ArcInfo).



## **Chapitre I : Cas général sur le réseau routier de la commune urbaine de Mahajanga**

### **I-1. Les différentes catégories de route du réseau routier de Mahajanga:**

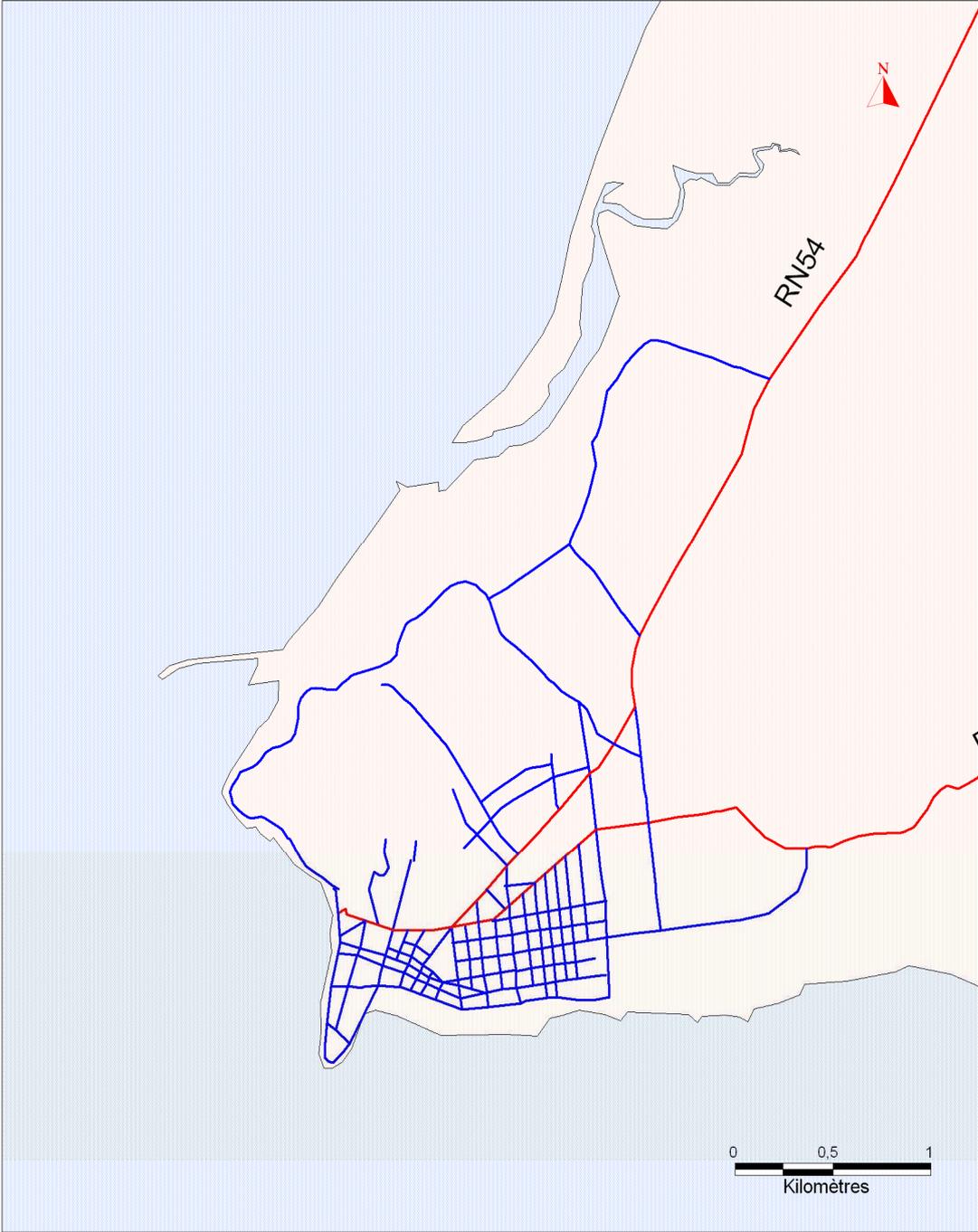
La ville est actuellement dotée de **66.689 m de routes**.

Le réseau routier de la Commune urbaine de Mahajanga peut être figuré comme suit:

- ❖ Deux routes nationales, à savoir :
  - La route nationale primaire n°4 qui passe par :
    - L'avenue du Charles de Gaule;
    - L'avenue de Mahabibo ;
    - Une partie de l'avenue du Galiéni ;
    - L'avenue de France.
  - La route nationale secondaire n°54, qui est composée par:
    - L'avenue d'Ambovovy ;
    - L'avenue de la Libération.
  
- ❖ Des routes communales de nombre de 73.



Carte du réseau routier de Mahajanga



Légende

- Route communale
- Route nationale

**Carte N°2 : Carte du réseau routier de Mahajanga**



En se basant sur leurs caractéristiques techniques (largeur, revêtement, existence de trottoirs, équipements divers), ces routes peuvent être subdivisées en plusieurs catégories :

**Tableau N°28 Catégories de routes ou voies suivant leur largeur:**

Catégorie Largeur	Route de desserte et Route de liaison		Voies secondaires : Rue et Route Nationale			Voies primaires Avenues et Boulevards		
	6	7	8	10	14	18	25	Total
Linéaire [m]	9 859	37 430	750	4 050	10 400	450	3 750	66 689

*Source : Commune urbaine de Mahajanga*

**Tableau N°29 Catégories de routes ou voies suivant le Revêtement:**

Catégorie Largeur	Voies revêtues	Voies non revêtues (en terre ou en empierrement)
	Linéaire [m]	46 629
%	70	30

*Source : Commune urbaine de Mahajanga*

**Tableau N°30 Caractéristiques du réseau urbain suivant l'existence de trottoir:**

Trottoir	Trottoir avec bordure	Trottoir sans bordure	Sans trottoir
Linéaire	16 210	3 250	47 229

*Source : Commune urbaine de Mahajanga*

**Tableau N°31 Caractéristiques du réseau urbain suivant les équipements:**

Equipements	ligne électrique aérienne	ligne téléphonique aérienne	caniveaux couverts	foyer d'éclairage public
Linéaire [m]	66 239	45 869	4 100	38169

*Source : PUDi Mahajanga*



## **I-2. Historique de l'entretien routier de Mahajanga**

La construction des routes de Mahajanga date de la première république c'est-à-dire entre les années 1960 et 1970.

❖ **Les deux routes nationales** citées précédemment (R.N.4 et R.N. 54), dont le maître d'ouvrage est le Ministère des Travaux Publics et des Transports font l'objet d'un entretien courant permanent annuellement comme :

- L'avenue du Général de Gaule ;
- L'avenue de Mahabibo ;
- L'avenue de France ;
- L'avenue de la Libération ;
- L'avenue d' Amborovy.

❖ **Les routes communales n'ont pas reçu d'entretien depuis :**

Le maître d'ouvrage est la commune urbaine de Mahajanga.

En ce qui concerne ces routes, la détérioration est très avancée.

Leur réparation nécessite la réhabilitation.

▪ *En 2006 , les routes dont les noms suivent ont été réhabilitées :*

Boulevard Marcoz (2800 mètres sur 4300 mètres).

- Avenue des Comores ;
- Rue n° 19 ;
- Rue n° 22 ;
- Rue J. Cadou ;
- Route passant par l'OSIEM.



**I-3. Description de l'état actuel du réseau urbain de Mahajanga :**

La majeure partie de ces voies est en mauvais état.

**Tableau N°32 Etat des voies**

Etat des voies	Bon état	Etat moyen	Mauvais état
Linéaire [m]	29 179	2 910	34 060
[%]	45	4	51

*Source : Commune urbaine de Mahajanga*

**Tableau N°33 Situation des rues communales de la ville de mahajanga**

1	LOCALISATION	DENOMINATION	Long	Larg .	% bon	Type de chaussée	Equipements	Observations
1	Mahajanga Ville	Avenue de la République	450	18	95	Bitumée en bon état	Ligne électrique au centre Trottoir avec bordure	Entretien (tapis d'usure)
2	Mahajanga Ville	Rue Amiral Pierre	200	7	95	Bitumée en bon état	Ligne électrique Aérienne Trottoir avec bordure Caniveau couvert	Entretien (tapis d'usure)
3	Mahajanga Ville	Rue Nicolas II	200	10	100	Bitumée en bon état	Trottoir avec bordure	Entretien (tapis d'usure)
4	Mahajanga Ville	Rue Maréchal Joffre	350	10	50	Bitumée en état moyen	Ligne électrique Aérienne Trottoir avec bordure	Entretien (tapis d'usure)
5	Mahajanga Ville	Rue Colonel Barre	500	14	100	Bitumée en bon état	Ligne électrique au centre et aérienne Avec éclairage Trottoir avec bordure	Entretien (tapis d'usure)



<b>2</b>	<b>LOCALISATION</b>	<b>DENOMINATION</b>	<b>Long</b>	<b>Larg</b>	<b>% bon</b>	<b>Type de chaussée</b>	<b>Equipements</b>	<b>Observations</b>
	Mahajanga Ville	Rue Barday (ex- Rue Brice)	500	14	10	Bitumée en mauvais état	Ligne électrique aérienne Ligne Tél. aérien Trottoir sans bordure	A réhabiliter (Projet AFD) 2006
7	Mahajanga Ville	Rue Henri Paul	500	14	95	Bitumée en bon état	Ligne électrique centre Ligne Tél. aérien Caniveau couvert Trottoir avec bordure	Entretien (tapis d'usure)
8	Mahajanga Ville	Rue Pasteur	700	7	90	Bitumée en bon état	Ligne électrique aérienne Trottoir avec bordure	Entretien (tapis d'usure)
9	Mangarivotra	Avenue du Port	1300	7	25	Bitumée en mauvais état	Ligne électrique aérienne avec éclair Trottoir avec bordure	A réhabiliter (une partie programmée FER 2006 communale)



<b>3</b>	<b>LOCALISATION</b>	<b>DENOMINATION</b>	<b>Long.</b>	<b>Larg</b>	<b>% bon</b>	<b>Type de chaussée</b>	<b>Equipements</b>	<b>Observations</b>
10	Mangarivotra	Boulevard Marcoz	4300	7	25	Bitumée en mauvais état	Ligne électrique Ligne Tél. aérien Trottoir avec bordure et sans bordure	A réhabiliter (une partie programmée FER 2006 communale)
11	Mahavoky	Route de Mahavoky	1750	7	25	Bitumée en mauvais état	Ligne électrique aérienne Ligne Tél. aérien Trottoir sans bordure	A réhabiliter
12	Tsararano	Route de Tsararano	900	7	20	Bitumée en mauvais état	Ligne électrique aérienne Ligne Tél. aérien	A réhabiliter (une partie Projet AFD) 2006
13	Morafeno / Ambalavola	Liaison blé d'or / Ambalavola	750	8	25	Bitumée en mauvais état	Ligne électrique aérienne	A réhabiliter
14	Ambovoalanana	Rue Georges Ranaivoson	1500	14	20	Bitumée en mauvais état	Ligne électrique aérienne Ligne Tél. aérien Trottoir sans bordure	A réhabiliter (Projet AFD) 2006



4	LOCALISATION	DENOMINATION	Long.	Larg	% bon	Type de chaussée	Equipements	Observations
15	Ambalavola	Route d'Ambalavola	1700	7	20	Bitumée en mauvais état	Ligne électrique aérienne Ligne Tél. aérien	A réhabiliter
16	Abattoir	Route Pénétrante vers quartier abattoir	1350	7	15	Bitumée en mauvais état	Ligne électrique aérienne avec éclair Caniveau couvert	A réhabiliter
17	Manga	Avenue de l'église	550	14	75	Bitumée en mauvais état	Ligne électrique aérienne avec éclair Ligne Tél. aérien	A réhabiliter (programmée FER 2006 communale)
18	Mangarivotra	Route du Bloc administratif	950	7	25	Bitumée en mauvais état	Ligne électrique aérienne avec éclair	A réhabiliter (une partie programmée FER 2006-07-27communale)
19	Mahajanga Ville	Avenue Jules Aubourg	250	14	65	Bitumée en mauvais état	Ligne électrique aérienne avec éclair Ligne Tél. aérien	A réhabiliter (Projet AFD) 2006
20	Mahajanga Ville	Quai Orsini	200	14	50	Bitumée en mauvais état	Ligne électrique aérienne avec éclair	A réhabiliter (Projet AFD) 2006



<b>5</b>	<b>LOCALISATION</b>	<b>DENOMINATION</b>	<b>Long.</b>	<b>Larg.</b>	<b>% bon</b>	<b>Type de chaussée</b>	<b>Equipements</b>	<b>Observations</b>
21	Mahajanga Ville	Quai Vuillemin	300	25	25	Bitumée en mauvais état	Ligne électrique aérienne avec éclair Ligne Tél. aérien	A réhabiliter (Projet AFD) 2006
22	Mahajanga Ville	Quai Moriceau	350	25	65	Bitumée en mauvais état	Ligne électrique aérienne avec éclair	A réhabiliter (Projet AFD) 2006
23	Antanimasaja - Tsararano	Liaison Antanimasaja - Tsararano	1600	6	10	En terre Mauvais état	Ligne électrique aérienne avec éclair	A réhabiliter
24	Mahajanga Ville	Rue Berthelot	750	7	10	Bitumée en mauvais état	Poteau électrique Poteau téléphonique Trottoir avec bordure	A réhabiliter

Gestion de réhabilitation et d'entretien du réseau routier  
de la commune urbaine de Mahajanga



6	LOCALISATION	DENOMINATION	Long.	Larg .	% bon	Type de chaussée	Equipements	Observations
25	Mahajanga Ville	Boulevard Poincaré	750	25	70	Bitumée en bon état	Ligne électrique au centre et aérienne Terre pleine au centre Trottoir avec bordure	Entretien (tapis d'usure)
26	Mahajanga Ville	Rue Lt. Vaisseau Bernard	150	7	60	Bitumée en bon état	Ligne électrique au centre avec éclair. Trottoir avec bordure	Entretien (tapis d'usure)
27	Mahajanga Ville	Rue Batiot	100	25	50	Bitumée en état moyen	Ligne électrique au centre et aérienne Terre pleine au centre Trottoir avec bordure	Entretien (tapis d'usure)
28	Abattoir	Avenue des Comores	550	14	30	Bitumée en mauvais état	Ligne électrique aérienne Ligne Tél. aérien Trottoir avec bordure	A réhabiliter (programmée FER 2006 communale)

Gestion de réhabilitation et d'entretien du réseau routier  
de la commune urbaine de Mahajanga



<b>7</b>	<b>LOCALISATION</b>	<b>DENOMINATION</b>	<b>Long.</b>	<b>Larg .</b>	<b>% bon</b>	<b>Type de chaussée</b>	<b>Equipements</b>	<b>Observations</b>
29	Tsaramandroso	Route de Tsaramandroso	1750	6	20	Bitumée en mauvais état	Ligne électrique aérienne Ligne Tél. aérien	A réhabiliter
30	Mangarivotra	Rue N°19	350	7	25	Bitumée en mauvais état	Ligne électrique aérienne Ligne Tél. aérien Trottoir avec bordure	A réhabiliter (programmée FER 2006 communale)
31	Mangarivotra	Rue J. Cadou	200	7	15	Bitumée en mauvais état	Ligne électrique aérienne Ligne Tél. aérien Trottoir avec bordure	A réhabiliter (programmée FER 2006 communale)
32	Mahajanga Ville	Avenue Gallieni	600	14	15	Bitumée en mauvais état	Ligne électrique aérienne et terre Poteau électrique et Tél. éclairage	A réhabiliter



8	LOCALISATION	DENOMINATION	Long	Larg .	% bon	Type de chaussée	Equipements	Observations
33	Mahajanga Ville	Rue Mme Roufast	300	7	25	Bitumée en mauvais état	Ligne électrique et Tél. aérien Caniveau, éclairage Buse évacuation.	A réhabiliter
34	Mahajanga Ville	Rue Georges V	450	10	50	Bitumée en mauvais état	Ligne électrique et Tél. + éclair.	A réhabiliter
35	Jardin des Filaos	Rue Edouard VII	200	10	30	Bitumée en mauvais état	Ligne électrique et Tél. + éclairage aérien	A réhabiliter
36	Village touristique	Village touristique	1000	7	10	Bitumée en mauvais état	Ligne électrique et Tél. + éclair aérien	A réhabiliter
37	Mahajanga Ville	Avenue Gillon	250	6	50	Bitumée Etat moyen	Ligne électrique et Tél. + éclair aérien	Entretien (tapis d'usure)

Gestion de réhabilitation et d'entretien du réseau routier  
de la commune urbaine de Mahajanga



<b>9</b>	<b>LOCALISATION</b>	<b>DENOMINATION</b>	<b>Long</b>	<b>Larg</b>	<b>% bon</b>	<b>Type de chaussée</b>	<b>Equipements</b>	<b>Observations</b>
38	Mahajanga Ville	Rue Camot	100	6	50	Bitumée Etat moyen	Ligne électrique et Tél. + éclair aérien	Entretien (tapis d'usure)
39	Mahajanga Ville	Rue de Serbie	110	7	40	Bitumée Etat moyen	Ligne électrique et Tél. + éclair aérien	Entretien (tapis d'usure)
40	Mahajanga Ville	Rue de Cambetta	110	7	20	Bitumée Etat moyen	Ligne électrique et Tél. + éclair aérien	Entretien (tapis d'usure)
41	Mahajanga Ville	Rue de Mosquée	100	6	30	Bitumée Etat moyen	Ligne électrique. et Tél. + éclair aérien	Entretien (tapis d'usure)
42	Fiofio	Route Nationale N°4	2650	14	70	Bitumée en bon état	Ligne électrique et Tél. + éclair aérien	Entretien (tapis d'usure)



<b>10</b>	<b>LOCALISATION</b>	<b>DENOMINATION</b>	<b>Long</b>	<b>Larg</b>	<b>% bon</b>	<b>Type de chaussée</b>	<b>Equipements</b>	<b>Observations</b>
43	Ambovoalanana	Avenue du 14 Octobre	800	25	90	Bitumée en bon état	Ligne électrique et Tél. + éclair aérien	Entretien (tapis d'usure)
44	Place de la Liberté	Rue Hubert	150	7	25	Bitumée Etat moyen	Ligne électrique et Tél. + éclair aérien	Entretien (tapis d'usure)
45	Mangarivotra	Rue Marius Bariquand	450	7	30	Bitumée Etat moyen	Ligne électrique et Tél. + éclair aérien	Entretien (tapis d'usure)
46	Abattoir	Avenue Général de Gaulle	750	25	90	Bitumée en bon état	Ligne électrique et Tél. + éclair aérien Canal couvert	Entretien (tapis d'usure)
47	Amborovy	Route de Zahamotel	4500	7	10	En terre état moyen	Ligne électrique et Tél. + éclair aérien	Entretien (tapis d'usure)



<b>11</b>	<b>LOCALISATION</b>	<b>DENOMINATION</b>	<b>Long</b>	<b>Larg</b>	<b>% bon</b>	<b>Type de chaussée</b>	<b>Equipements</b>	<b>Observations</b>
48	Amborovy	Route du Grand Pavois	4500	7	10	En terre état moyen	Ligne électrique et Tél. + éclair aérien	Entretien (tapis d'usure)
49	Mahajanga Ville	Rue Léon Boudemer	150	6	10	En terre état moyen	Ligne électrique aérienne	Entretien (tapis d'usure)
50	Ambondrona	Route de l'Université	3100	7	30	Bitumée en mauvais état	Ligne électrique et Tél. + éclair aérien	A réhabiliter
51	Tsaramandroso	Rue de Tsaramandroso (supplémentaire)	900	6	15	Bitumée en mauvais état		A réhabiliter
52	Mahavoky Avaratra	Route du Bois sacré	199	6	15	Bitumée en mauvais état	Ligne électrique et Tél. + éclair aérien	A réhabiliter



12	LOCALISATION	DENOMINATION	Long	Larg	% bon	Type de chaussée	Equipements	Observations
53	Mahajanga Ville	Avenue de Mahabibo	750	14	90	Bitumée en bon état	Ligne électrique et Tél. + éclair aérien Canal couvert	Entretien (tapis d'usure)
	Mahajanga Ville	Rue de Bostany	500	14	10	En terre état moyen	Ligne électrique et Tél. + éclair aérien	Entretien (tapis d'usure)
55	Mahajanga Ville	Rue Rigault	800	10	10	Bitumée très mauvais état	Ligne électrique aérienne Ligne tél. aérien Trottoir avec bordure	A réhabiliter
56	Mahajanga Ville	Rue Richelieu	800	14	10	En terre battue	Ligne électrique aérienne Ligne tél. aérien Trottoir avec bordure	A réhabiliter
58	Mahajanga Ville	Rue Albert 1 <sup>er</sup>	200	6	20	Bitumée en mauvais état	Ligne électrique aérienne. Trottoir avec bordure	A réhabiliter



<b>13</b>	<b>LOCALISATION</b>	<b>DENOMINATION</b>	<b>Long</b>	<b>Larg</b>	<b>% bon</b>	<b>Type de chaussée</b>	<b>Equipements</b>	<b>Observations</b>
59	Mahajanga Ville	Rue Sylvain Roux	150	6	20	Bitumée en état moyen	Ligne électrique aérienne Trottoir avec bordure	Entretien (tapis d'usure)
60	Mahajanga Ville	Rue Georges V	450	10	50	Bitumée en bon état	Ligne électrique aérienne Trottoir avec bordure	Entretien (tapis d'usure)
61	Mahajanga Ville	Rue Administrateur LACAZ	400	10	10	Bitumée en mauvais état	Ligne électrique aérienne d'un seul côté Trottoir avec bordure	A réhabiliter
62	Jardin des Filaos	Rue Edouard VII	200	10	30	Bitumée en mauvais état	Ligne électrique aérienne Ligne tél. aérien Trottoir avec bordure	A réhabiliter
63	Village touristique	Rue au bord de la mer (Mu)	500	7	0	Bitumée et terre plein centrale Bon état	Ligne électrique au centre avec éclair.	Entretien (tapis d'usure)
64	Village touristique	Village touristique	1000	7	10	Bitumée en mauvais état	Ligne électrique aérienne Ligne électrique aérienne. avec éclairage.	A réhabiliter



<b>14</b>	<b>LOCALISATION</b>	<b>DENOMINATION</b>	<b>Long</b>	<b>Larg</b>	<b>% bon</b>	<b>Type de chaussée</b>	<b>Equipements</b>	<b>Observations</b>
65	Mangarivotra	Rue N°18	450	7	25	Bitumée en mauvais état	Ligne électrique aér. avec éclairage Ligne tél. aérien	A réhabiliter
66	Mangarivotra	Rue N°22	250	7	10	Bitumée en mauvais état	Ligne électrique aér. avec éclairage. Ligne tél. aérien	A Réhabiliter (programmée FER 2006 communale)
67	Mahajanga Ville	Rue Girard	150	7	75	Bitumée en mauvais état	Ligne électrique aér. Ligne tél. aérien	A réhabiliter
68	Ambohimandamina	Liaison CUR - SOTEMA	1360	6	0	en terre mauvais état	Ligne électrique aér. Trottoir avec bordure	A réhabiliter
69	Antanimalandy	Pénétrante Belobaka – CUR	2900	6	10	en terre mauvais état		A réhabiliter
70	Mahajanga Ville	Rue Victor Hugo	750	7	10	en terre mauvais état	Ligne électrique aérienne avec éclairage	A réhabiliter



<b>15</b>	<b>LOCALISATION</b>	<b>DENOMINATION</b>	<b>Long</b>	<b>Larg</b>	<b>% bon</b>	<b>Type de chaussée</b>	<b>Equipements</b>	<b>Observations</b>
71	Mahajanga Ville	Rue de Belgique	200	6	25	Bitumée en mauvais état	Ligne tél. aérien	A réhabiliter
72	Mahajanga Ville	Rue J. B. Rakotobe	150	7	60	Bitumée en bon état		Entretien (tapis d'usure)
73	Mahajanga Ville	Rue Julepinte	600	7	10	En terre mauvais état	Ligne électrique aérienne avec éclairage Ligne tél. aérien	A réhabiliter
74	Mahajanga Ville	Rue Larrouy	550	7	10	En terre mauvais état	Ligne électrique aérienne avec éclairage. Ligne tél. aérien	A réhabiliter
75	Mahajanga Ville	Rue de Champ de course	450	7	10	En terre mauvais état	Ligne électrique aérienne	A réhabiliter
76	Mahajanga Ville	Rue Ranchot	350	7	20	Bitumée en mauvais état	Ligne électrique aérienne avec éclairage	A réhabiliter



16	LOCALISATION	DENOMINATION	Long	Larg	% bon	Type de chaussée	Equipements	Observations
77	Mahajanga Ville	Rue Dr Bereni	550	7	25	Bitumée en mauvais état	Ligne électrique aérienne avec éclairage. Ligne tél. aérien	A réhabiliter
78	Mahajanga Ville	Avenue de France	550	14	90	Bitumée en bon état	Ligne électrique aérienne avec éclairage Ligne tél. aérien	Entretien (tapis d'usure)
79	Mahajanga Ville	Rue Jules Ferry	450	7	30	Une partie bitumées Une partie en terre Mauvais état	Ligne électrique aérienne avec éclairage Ligne tél. aérien	Entretien (tapis d'usure)
80	Mahajanga Ville	Avenue du Rova	950	7	30	Bitumée moyen état	Ligne électrique aérienne avec éclairage Ligne tél. aérien	Entretien (tapis d'usure)
81	Mahajanga Ville	Avenue de la Libération	1000	10	90	Bitumée moyen état	Ligne électrique aérienne avec éclairage Ligne tél. aérien	Entretien (tapis d'usure)
82	Mahajanga Ville	Avenue Philibert TSIRANANA	700	25	90	Bitumée en bon état Terre plein central	Ligne électrique aérienne avec éclairage Ligne tél. aérien	Entretien (tapis d'usure)
83	Mahajanga Ville	Rue Henri Garnier	350	7	20	Bitumée en mauvais état	Ligne électrique aérienne avec éclairage	A réhabiliter



<b>17</b>	<b>LOCALISATION</b>	<b>DENOMINATION</b>	<b>Long</b>	<b>Larg</b>	<b>% bon</b>	<b>Type de chaussée</b>	<b>Equipements</b>	<b>Observations</b>
84	Mahajanga Ville	Rue Victor Emmanuel	250	7	20	Bitumée en mauvais état	Ligne électrique aérienne avec éclairage Ligne tél. aérien	A réhabiliter
85	Mahajanga Ville	Rue Flacourt	250	7	30	Bitumée moyen état	Caniveau avec dalle	Entretien (tapis d'usure)
86	Mahajanga Ville	Rue Jean Laborde	110	7	40	Bitumée moyen état	Ligne électrique	Entretien (tapis d'usure)

**Routes en terre** : Longueur L=19160 mètres

**Routes bitumées** : Longueur L=47229 mètres



## **Chapitre II : Cas particulier d'étude de deux tronçons**

### **II-1. Critères de Choix des deux tronçons:**

Le choix des deux tronçons qui vont faire l'objet d'étude dans ce mémoire a été fixé en fonction :

- Du pourcentage élevé de dégradation : 75% ;
- Des modes d'opération.

Il s'agit:

- D'un tronçon du boulevard Marcoz du pk 1+200 au pk 4+300 ;

De la route du bloc administratif du pK 96+650 au pK 99+000.

### **II-2. Caractéristiques des deux tronçons étudiés:**

#### **II-2-1. Tronçon du Boulevard Marcoz:**

Le boulevard Marcoz, d'une longueur de 3865 mètres, part du carrefour « Baobab » (à l'avenue de France), dessert la zone de la Corniche, le Village Touristique, le Bloc Administratif, croise l'Avenue Philibert TSIRANANA et se termine en face de la quincaillerie Concorde.

Notre étude concerne l'axe qui part des «Roches Rouges» jusqu'à la quincaillerie Concorde dont les caractéristiques sont condensées dans le tableau ci-après :

**Tableau N°34 Caractéristiques du tronçon du boulevard Marcoz :**

pK	Etat de surface	Largeur		Profil	Pente longitudinale [%]
		Circulable	Trottoir		
1+200 à 3+522	Dégradation jusqu'à la couche de fondation	8,5 m		Mixte, déblai à droite	1,12 à 3,22
3+522 à 3+820	Dégradation jusqu'à la couche de base	8,5 m		TN	0,78 à 1,4
3+820 à 4+300	Dégradation jusqu'à la couche de fondation	10 m	4 m	Remblai	5



### II-2-2. La route du Bloc Administratif :

Elle relie le Boulevard Marcoz au Bloc Administratif, sa longueur est de 871,5 mètres. La route du Bloc Administratif présente les caractéristiques condensées dans le tableau ci-après :

**Nb:** Le pk0+000 étant l'intersection du boulevard Marcoz et de la route du bloc administratif.

**Tableau N°35 Caractéristiques de la route du Bloc administratif:**

pK	Etat de surface	Largeur		Profil	Pente [%]
		Circulable [m]	Trottoir		
96+650 à 99+000	Usure de la couche de revêtement (nids de	6,5	–	TN	1,43

### II-3. Etude du trafic:

Les routes qui font l'objet de l'étude sont les routes les plus saturées dans la commune urbaine de Mahajanga. La saturation de la circulation dans le centre ville incite de plus en plus les usagers à emprunter ce trajet pénétrant.

#### II-3-1. Pesage :

Pendant la période de comptage, le tonnage moyen de camion qui y circule est de 13 T.

#### II-3-2. Estimation du trafic prévisionnel :

Pour le dimensionnement des chaussées, un trafic cumulé équivalent est déterminé en prenant en considération les poids lourds (camions et ensembles articulés) sur une période de 15 ans avec un croissance à établir sur une base de considérations économiques et en tenant compte des variations du trafic dans le passé.

En ce qui concerne le calcul du trafic futur, à cause de manque de données précises, on adopte l'hypothèse d'un taux d'augmentation moyenne de 10% au cours de toute sa vie utile.



**Tableau N°36 Trafic moyen par route dans les deux sens :**

<b>Routes</b>	<b>Camions /jour</b>	<b>Véhicules légers/jour</b>
Boulevard Marcoz	452	2712
Route Bloc Administratif	22	1096

*Source : Mb Consultant*

#### **II-4. Etude de dimensionnement:**

Au vu des données obtenues relatives aux deux tronçons de route étudiés, nous avons préconisé un projet de travaux d'aménagement de ces routes :

- Le tronçon du boulevard Marcoz ( pk 25+000 au pk 28+350 ) fera l'objet d'une reconstruction ;
- la route du bloc administratif fera l'objet d'un renforcement.

##### **II-4-1. Dimensionnement de chaussée :**

On est dans le cas d'une chaussée revêtue. Pour cela dimensionner cette route veut dire définir les épaisseurs relatives de chaque couche au-dessus de la plateforme.

Ces routes revêtues appartiennent à la catégorie des chaussées souples dans lesquelles, il existe plusieurs méthodes de dimensionnement dont :

- la méthode LNTPB :

Les paramètres de base sont : CBR 4j d'immersion, trafic normal (TN) ou trafic à forte proportion de poids lourds (TL) ;

- la méthode LCPC :

Les paramètres sont : le module d'élasticité, le coefficient de Poisson. Cette méthode est pratiquée dans le logiciel ALIZE III.

- la méthode Road Research Laboratory (Grande Bretagne).

A Madagascar, la méthode la plus appropriée reste celle du LNTPB. Pour notre cas, on optera la méthode LNTPB.



a) Dimensionnement de la reconstruction du Boulevard Marcoz :

❖ **Données :**

Longueur : 3,350 Km du PK 25+000 au PK 28+350 ;

Trafic : 100 véhicules par jour dans les deux sens à forte proportion de poids lourds ;

Taux d'accroissement annuel : 7% ;

Déflexion : 220/100

Déflexion admissible : 200/100

Durée de vie estimée : 15 ans

❖ **Épaisseur obtenue par la méthode LNTPB :**

La valeur de l'épaisseur équivalente est donnée par l'abaque de dimensionnement de chaussée souple revêtue à Madagascar en fonction de la valeur de l'indice CBR de la plate forme et du nombre de trafic moyenne journalière. Abaque correspondant à un trafic à répartition normale.

**Tableau N°37 Épaisseur équivalente :**

Axe	Classe	Nombre de trafics	CBR Plate forme	Ep. équivalente (cm)
Boulevard Marcoz	T.N	452	28	26

Les paramètres pris en compte pour la détermination de l'épaisseur de chaque couche sont :

- Le trafic N exprimé en nombre de véhicule supérieur à 3T par jour dans les deux sens :  
N = 452 car la durée de vie est de 15 ans et le taux d'accroissement est de 10 %.

❖ **Note de calcul d'épaisseur équivalente :**

La valeur de l'épaisseur équivalente est donnée par l'abaque de dimensionnement de chaussée souple revêtue à Madagascar en fonction de la valeur de l'indice CBR de la plate forme et du nombre de trafic moyen journalier. (Abaque correspondant à un trafic à répartition normale).

Notre calcul est un dimensionnement d'une chaussée neuve, on utilise la formule de l'épaisseur équivalente suivante :

$$eq = \sum a_i h_i$$

où  $a_i$  : Coefficient d'équivalence de chaque couche;

$h_i$  : Épaisseur de chaque couche de la chaussée.



La structure est composée de trois couches distinctes de bas en haut telle que : la couche de fondation, la couche de base et la couche de roulement.

$a_f$  : Coefficient d'équivalence de la couche de fondation

$h_f$  : Epaisseur de la couche de fondation

$a_b$  : Coefficient d'équivalence de la couche de base , la couche de base et la couche de roulement.

$h_b$  : Epaisseur de la couche de base

$a_r$  : Coefficient d'équivalence de la couche de roulement

$h_r$  : Epaisseur de la couche de roulement

Nous fixons à l'avance l'épaisseur de la couche de roulement qui est égale à 4cm.

❖ **Vérification des contraintes :**

Avant la vérification des contraintes, nous allons présenter les modèles de structure ancienne et nouvelle.

**Tableau N°38** **Tableau récapitulatif**

Couches	Matériaux	Ancienne structure	Nouvelle structure
		Epaisseur (cm)	Epaisseur (cm)
Roulement	BB	$h_r = 2$	4
Base	GCNT	$h' = 14$	10
Fondation	MS	$h_1 = 16$	14
Plate forme	LA (CBR 28)		



**Figure 10: Transformation du modèle quadri couches en modèle tri couches**

Calcul de h:

$$h = h_r + 0,9 h' \sqrt[3]{\frac{E'}{E}} = 4 + 0,9 \cdot 10 \sqrt[3]{\frac{1650}{20000}} = 9,03 \text{ cm}$$

**Tableau N°39 Recherche de l'épaisseur du modèle tricouche**

Couches	Matériaux	Modèle quadri - couches		Modèle tri couches	
		Epaisseur (cm)	Module (Mpa)	Epaisseur (cm)	Module (Mpa)
Roulement	BB	$h_r = 4$	$E = 20000$	h	20000
Base	GCNT	$h' = 10$	$E' = 3500$		
Fondation	MS	$h_1 = 14$	$E_1 = 1650$	14	1650
Plate forme	LAS(CBR=28)		$E_2 = 1400$		$E_2 = 1400$

Calcul de  $\alpha$  et  $\beta$  :

Les valeurs de  $\alpha$  et  $\beta$  sont données par les formules suivantes.

$$\alpha = \frac{h_1}{a} = \frac{14}{12,5} = 1,12$$

$$\beta = \frac{h}{a} \sqrt[3]{\frac{E}{6E_1}} = \frac{9,03}{12,5} \sqrt[3]{\frac{20000}{6 \times 1650}} = 0,91$$

Avec a : rayon de la surface de contact d'un pneumatique de l'essieu standard et sa valeur sera 12,5cm.



Les valeurs des contraintes  $\sigma_r$  et  $\sigma_z$  sont données par les abaques de calcul des contraintes de JEUFFROY – BACHELEZ en fonction de  $\alpha$ ,  $\beta$  et  $E_1/E_2$ .

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{1650}{1400} = 1,179$$

La lecture de l'abaque correspondant à  $\frac{E_1}{E_2} = 1$ , nous donne :

$$\frac{\sigma_r}{q} \frac{E_1}{E}^{\frac{2}{3}} = 0,08 \Rightarrow \sigma_r = \frac{0,08 \times 0,662}{\frac{1650}{20000}^{\frac{2}{3}}} = 0,279 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_z}{q} = 0,26 \Rightarrow \sigma_z = 0,26 \times 0,662 = 0,172 \text{ MPa}$$

Donc :

$$\sigma_r = 0,279 \text{ MPa}$$

$$\sigma_z = 0,172 \text{ MPa}$$

La lecture de l'abaque correspondant à  $\frac{E_1}{E_2} = 3$ , on obtient

$$\frac{\sigma_r}{q} \frac{E_1}{E}^{\frac{2}{3}} = 0,25 \Rightarrow \sigma_r = \frac{0,25 \times 0,662}{\frac{1650}{20000}^{\frac{2}{3}}} = 0,873$$

$$\frac{\sigma_z}{q} = 0,19 \Rightarrow \sigma_z = 0,19 \times 0,662 = 0,126 \text{ MPa}$$

Donc

$$\sigma_r = 0,873 \text{ MPa}$$

$$\sigma_z = 0,126 \text{ MPa}$$

Après interpolation de ces valeurs obtenues auparavant, on a :

$$\sigma_r = 0,332 \text{ MPa}$$

$$\sigma_z = 0,168 \text{ MPa}$$



Calcul de la valeur de  $\sigma_{z,adm}$

$$\sigma_{z,adm} = \frac{0,03 \times CBR}{1 + 0,7 \log N} = \frac{0,03 \times 28}{1 + 0,7 \log 452} = 0,294 \text{ MPa}$$

Pour un béton bitumineux la valeur de  $\sigma_{r,adm}$  est comprise entre 1MPa à 1,5 MPa

D'où  $\sigma_z < \sigma_{z,adm}$  et  $\sigma_r < \sigma_{r,adm}$

Les contraintes sont vérifiées alors on peut admettre le dimensionnement de la structure.

**b) Dimensionnement du renforcement de la route du bloc administratif :**

**❖ Données :**

Longueur : 2,350 Km du PK 96+650 au PK 99+000

Trafic : 72 véhicules par jour dans les deux sens à forte proportion de poids lourds ;

Taux d'accroissement annuel : 7% ;

Déflexion : 169/100 mm

Déflexion admissible : 120/100 mm

Durée de vie estimée : 15 ans

Etat de dégradation : dégradation moyenne à avancée

La déflexion admissible est largement dépassée alors il faut procéder à un renforcement de la couche de base.

**❖ Calcul de l'épaisseur équivalente :**

$$e_q = \frac{c}{\sqrt{d_0}} \log \frac{d_0}{d_1} = \frac{1600}{\sqrt{169}} \log \frac{1,69}{1,20} = 14 \text{ cm}$$

On remarque que cette épaisseur équivalente est donnée par la formule suivante :  $e_q = a_r \cdot h_r + a_b \cdot h_b$ . Comme  $a_r = 2$ ,  $a_b = 1$  ; le tableau des épaisseurs minimales nous donne  $h_r = 4$  cm, on en déduit que  $h_b = 6$  cm.

Or la mise en œuvre d'une couche de 6 cm de GCNT est très difficile alors choisissons une épaisseur de 10 cm.



**Tableau N°40 Epaisseur de chaque couche de la nouvelle structure**

Couches	Ancienne structure		Nouvelle structure	
	Matériaux	Epaisseur (cm)	Matériaux	Epaisseur (cm)
Roulement	ES	$h_r = 2$	BB	4
Base	GCNT	$h' = 14$	GCNT	10
Fondation	MS	$h_1 = 16$	MS	12
Plate forme	LAS (CBR =21)			

❖ **Vérification des contraintes :**

**Tableau N°41 Transformation du modèle quadri couches en modèle tri couches**

Couches	Matériaux	Modèle quadri - couches		Modèle tri couches	
		Epaisseur (cm)	Module (Mpa)	Epaisseur (cm)	Module (Mpa)
Roulement	EDC	$h_r = 4$	$E = 20000$	h	20000
Base	GC	$h' = 10$	$E' = 3500$		
Fondation	CF	$h_1 = 12$	$E_1 = 1650$	12	1650
Plate forme	LA S (CBR 21)		$E_2 = 1050$		$E_2 = 1050$

a) Calcul de h :

$$h = h_r + 0,9 h' \sqrt[3]{\frac{E'}{E}} = 4 + 0,9 \times 10 \sqrt[3]{\frac{3500}{20000}} = 8,03 \text{ cm}$$

b) Calcul de  $\alpha$  et  $\beta$  :

Calcul de  $\alpha$  et  $\beta$  :

Les valeurs de  $\alpha$  et  $\beta$  sont données par les formules suivantes.

$$\alpha = \frac{h_1}{a} = \frac{12}{12,5} = 0,96$$

$$\beta = \frac{h}{a} \sqrt[3]{\frac{E}{6E_1}} = \frac{8,03}{12,5} \sqrt[3]{\frac{20000}{6 \times 1650}} = 0,91$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{1650}{1050} = 1,57$$



La lecture de l'abaque correspondant à  $\frac{E_1}{E_2} = 1$ , on obtient

$$\frac{\sigma_r}{q} \frac{E_1}{E}^{\frac{2}{3}} = 0,08$$

$$\frac{\sigma_z}{q} = 0,275$$

Donc

$$\sigma_r = 0,279 \text{ MPa}$$

$$\sigma_z = 0,182 \text{ MPa}$$

La lecture de l'abaque correspondant à  $\frac{E_1}{E_2} = 3$ , on obtient

$$\frac{\sigma_r}{q} \frac{E_1}{E}^{\frac{2}{3}} = 0,26$$

$$\frac{\sigma_z}{q} = 0,20$$

$$\sigma_r = 0,908 \text{ MPa}$$

$$\sigma_z = 0,132 \text{ MPa}$$

Après interpolation de ces valeurs obtenues auparavant, on a :

$$\sigma_r = 0,459 \text{ MPa}$$

$$\sigma_z = 0,168 \text{ MPa}$$

Calcul de la valeur de  $\sigma_{z,adm}$

$$\sigma_{z,adm} = \frac{0,03 \times CBR}{1 + 0,7 \log N} = 0,260 \text{ MPa}$$

Pour un béton bitumineux la valeur de  $\sigma_{r,adm}$  est comprise entre 1MPa à 1,5 MPa

D'où  $\sigma_z < \sigma_{z,adm}$  et  $\sigma_r < \sigma_{r,adm}$

Les contraintes sont vérifiées alors on peut admettre le dimensionnement de la structure



## II-5. Etudes hydrauliques :

### ❖ Calcul de débit :

La formule utilisée pour le calcul du débit du BV est la méthode de Duret :

$$Q_P = 0.278 \times S \times I(t_u, P) \times \frac{36}{H(24, P)}^2 \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

S : surface du BV en Km<sup>2</sup>,

I(t<sub>u</sub>,P) : intensité de pluie qui sévit pendant le temps utile t égal à un temps provoquant la crue maximale de période de retour P,

H(24,P) : hauteur de pluie maximale en 24 heures de période de retour P donnée par les courbes des isohyètes,

Avec,  $I(t, P) = 28(t + 18)^{0.763} I(1h, P)$  en (mm)

$I(1h, P) = 0.22H(24, P) + 56$  (Intensité linéaire de la pluie)

### ❖ Pente du bassin versant :

La pente moyenne I du BV est calculée à l'aide de la formule du rectangle équivalent :

$$I = \frac{\Delta h}{L} : \text{Pente moyenne du BV}$$

$\Delta h$  : Dénivellement entre les points ayant 5% de la surface du BV au - dessus et en dessous d'eux

P : 514m<sup>2</sup> = 0,514 km<sup>2</sup> (Périmètre du BV)

S : 10 403m<sup>2</sup> = 1,0403km<sup>2</sup>

K : Coefficient de forme du BV

$$K = 0,28 \frac{P}{\sqrt{S}} = 0,28 \times \frac{0,514}{\sqrt{1,0403}} = 1,41$$

L : Longueur du rectangle équivalent

$$L = \frac{K\sqrt{S}}{1.12} \left[ 1 + \sqrt{1 + \frac{1.12}{K}} \right]^2 = \frac{1,41 \times \sqrt{1,0403}}{1,12} \left[ 1 + \sqrt{1 + \frac{1,12}{1,41}} \right]^2 = 206,66m$$

$$\Delta h = 16,80 - 9,60 = 7,2m$$

Alors la pente est donnée par :

$$I = \frac{\Delta h}{L} = \frac{7,2}{206,6} = 0,035 = 3,5\%$$



❖ **Estimation du débit des crues :**

**TEMPS DE CONCENTRATION**

Le temps de concentration peut être déterminé par certaines formules telles que :

**Formule de VENTURA**

$$t_c = 7,62 \times \frac{S}{I}^{0,5} = 7,62 \times \frac{1,0403}{0,035}^{0,5} = 4,16 \text{ mn}$$

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

I : pente moyenne du thalweg principal (m/m)

**Formule de KIRPICH**

$$t_c = \frac{L}{52} L^{1,15} \Delta h^{0,38} = \frac{L}{52} \times 206,66^{1,15} \times 7,2^{0,38} = 4,18 \text{ mn}$$

L : distance de l'exutoire au point le plus éloigné de ce dernier (m)

$\Delta h$  : dénivellement entre l'exutoire et le point qui lui est plus éloigné (m)

**Formule de PASSINI**

$$t_c = 0,108(SL)^{0,33} I^{0,5} = 0,108 \times (1,0403 \times 0,20666)^{0,33} \times 0,035^{0,5} = 0,076 \text{ heure} = 4,57 \text{ mn}$$

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

L : longueur du thalweg principal (Km)

I : pente moyenne du thalweg principal (m/m)

Pour le choix de la valeur exacte du temps de concentration  $t_c$  utilisé, on va prendre le cas le plus défavorable c'est-à-dire la formule qui donne le temps de concentration minimale donné par la formule de Ventura.

Alors  $t = 4,16 \text{ mn}$

Le débit de crue est la quantité d'eau nécessaire à évacuer à la sortie de bassin par unité de temps. La méthode rationnelle sera appliquée puisqu'il s'agit ici d'un bassin versant de surface inférieure à 4 Km<sup>2</sup>.



La formule du débit de crue par la méthode rationnelle est de la forme suivante :

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

Avec:

$Q$  = débit maximal de période de retour  $P$  ( $m^3/s$ )

$I(t_c, P)$  = intensité de pluie pendant le temps  $t_c$  (mm)

$C$  = coefficient de ruissellement supposé constant pour un B.V. donné

$S$  = superficie du bassin versant ( $km^2$ )

☞ Détermination de  $I(1h, P)$

Sa valeur est donnée par la relation :  $I(1h, P) = 0,22H(24, P) + 56$

La valeur de  $H(24, P)$  pour une période de 10ans est de  $H(24, P) = 245,2mm$  (Étude du BCEOM en 1967)

Alors  $I(1h, P) = 0,22H(24, P) + 56 = 0,22 \times 245,2 + 56 = 109,94mm$

☞ Détermination de  $I(t_c, P)$

Elle est donnée par la formule  $I(t_c, P) = 28 \times (t_c + 18)^{0,763} \times I(1h, P)$

Donc on a  $I(t_c, P) = 28 \times (4,16 + 18)^{0,763} \times 109,94 = 289,47mm$

La valeur du débit du bassin versant sera donc :

$$Q = 0,278 \times C \times I(t_c, P) \times S = 0,278 \times 0,85 \times 289,47 \times 1,0403 = 0,712m^3 / s$$

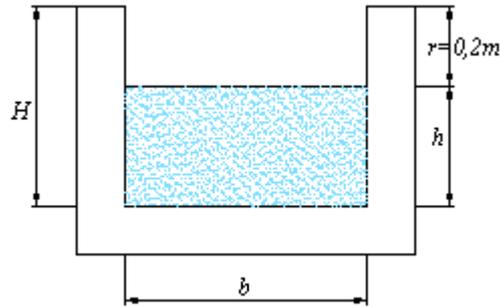
$Q = 0,712m^3 / s$ , est la valeur du débit à évacuer par le caniveau.

### ❖ Dimensionnement du caniveau:

Une route subit des risques graves d'érosion due aux eaux de ruissellement. La localisation du ruissellement dans des ouvrages pour écouler les eaux sans dégât, autrement dit par le système d'assainissement, constitués par le réseau des caniveaux et leurs ouvrages de décharges, permettra leur protection indirecte contre ces dégradations.

Choisissons un fossé de pied rectangulaire pour évacuer le débit calculé auparavant.

- Fossé rectangulaire en béton:



**Figure 11: Section transversale d'un caniveau.**

$$Q = v \times \omega$$

V : vitesse d'écoulement (m/s)

$\omega$  : Ouverture efficace (m<sup>2</sup>)

$$V = kR^{0.5+y}i^{0.5}$$

$$\omega = 0.5y+1.25 \sqrt{\frac{Q_n^0}{k \times \beta^{0.5+y} \times i^{0.5}}}$$

k : coefficient de rugosité du fossé (k = 67 pour le cas des ouvrages en béton)

R : rayon hydraulique

$$y = \frac{1,15}{\sqrt{k}} = \frac{1,15}{\sqrt{67}} = 0,183 \quad \text{et} \quad R = \frac{\omega}{\chi}$$

La pente du fossé est donnée par

$$\Rightarrow i = \frac{\Delta h}{L} = \frac{37,45}{447} = 0,084$$

$$\Rightarrow \beta = 0.5 \frac{1}{\sqrt{\xi} m} = \frac{1}{2} \times \sqrt{\frac{1}{2}} = 0,354$$

$$\Rightarrow \omega = 0.5 \times 0,183 + 1,25 \sqrt{\frac{0,712}{67 \times 0,354^{0.5+0,183} \times 0,084^{0.5}}} = 0,16 \text{ m}^2$$

$$\Rightarrow h = \sqrt{\frac{\omega}{\xi} m} = \sqrt{\frac{0,16}{2} m} = 0,28 \text{ m} \quad 0,30 \text{ m}$$

$$\Rightarrow b = h \times (\xi - 2m) = 0,28 \times (2 - 0) = 0,56 \text{ m} \quad 0,60 \text{ m}$$

$$\Rightarrow R = \beta \omega^{0.5} = 0,354 \times 0,16^{0.5} = 0,14 \text{ m}$$

$$\Rightarrow \chi = 2 \sqrt{\omega(\xi - m)} = 2 \times \sqrt{0,16 \times (2 - 0)} = 1,137 \text{ m}$$

Détermination de la vitesse de l'eau à l'intérieure du fossé par la formule de CHEZY



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

$$V = kR^{0,5+y}i^{0,5} = 67 \times 0,14^{0,5+0,183} \times 0,062^{0,5} = 4,40m / s$$

En guise de vérification, les vitesses limites sont :

$$V_{\text{affouillement}} = 6,5m / s$$

$$V_{\text{ensablement}} = 0,25m / s$$

Or  $V_{\text{cal}} = 4,40m / s$

La vitesse de calcul cherchée est bien comprise entre les deux valeurs de vitesse limite, alors nous pouvons accepter le dimensionnement de ce caniveau.

La dimension exacte du fossé étudié est donc acceptable pour évacuer le débit trouvé auparavant.

$$h = 0,30m = 30cm$$

$$b = 0,60m = 60cm$$

$$H = h + 0,2 = 0,5m = 50cm$$

## II-6. Etudes financières :

### ❖ Sous – Détails des Prix:

### SOUS DETAIL DES PRIX

**K = Coefficient de majoration des déboursés**

Chef de chantier	HJ	
Chef d'équipe	HJ	
Main d'œuvre spécialisé	HJ	
Main d'œuvre ordinaire	HJ	
Outillages	HJ	

	1,40
	10 000
	6 000
	5 500
	4 500
	2 000

<u>N° Prix</u>	:
<u>Désignation</u>	: Décapage, débroussaillage
<u>Unité</u>	: m <sup>2</sup>

COMPOSANTE DU PRIX	UNITE	QTE	PU	MONTANT
<b>PERSONNEL</b>				
Chef de chantier	HJ	1,00	10 000	10 000,00
Chef d'équipe	HJ	10,00	6 000	60 000,00
Main d'œuvre spécialisé	HJ	0,00	5 500	0,00
Main d'œuvre ordinaire	HJ	100,00	4 500	450 000,00
Autres				0,00



<b>Total partiel</b>				<b>520 000,00</b>
<b>MATERIELS</b>				
Outillages	HJ	100,00	2 000	200 000,00
<b>Total partiel</b>				<b>200 000,00</b>
R = Rendement	T = Total déboursés sec			<b>720 000,00</b>
1000 m2	K = Coefficient de majoration des déboursés			1,40
	Prix unitaires = T* K/R			1 008,00
	<b>Prix unitaires arrondi à</b>			<b>1 008</b>

**N° Prix** :  
**Désignation** : Couche de base en GCNT 0/31,5  
**Unité** : m3

COMPOSANTE DU PRIX	UNITE	QTE	PU	MONTANT
<b>PERSONNEL</b>				
Chef de chantier	HJ	0,10	10 000	1 000,00
Chef d'équipe	HJ	0,50	6 000	3 000,00
Main d'œuvre spécialisé	HJ	5,00	5 500	27 500,00
Main d'œuvre ordinaire	HJ	8,00	4 500	36 000,00
<b>Total partiel</b>				<b>67 500,00</b>
<b>MATERIELS</b>				
Camion à benne	U/J	25,00	68 000	1 700 000,00
Chargeuse	U/J	1,00	76 000	76 000,00
Niveleuse	U/J	8,00	75 000	600 000,00
Compacteur vibrant	U/J	1,50	85 000	127 500,00
Compacteur à pneu	U/J	1,50	80 000	120 000,00
Camion citerne	U/J	2,00	70 000	140 000,00
Motopompe	U/J	0,20	11 000	2 200,00
<b>Total partiel</b>				<b>2 765 700,00</b>
<b>MATERIAUX</b>				
GCNT 0/31,5	M3	250,00	18 900	4 725 000,00
<b>Total partiel</b>				<b>4 725 000,00</b>
R = Rendement	T = Total déboursés sec			<b>7 558 200,00</b>
200 m3	K = Coefficient de majoration des déboursés			1,40
	Prix unitaires = T* K/R			52 907,40
	<b>Prix unitaires arrondi à</b>			<b>52 908</b>

**N° Prix** :  
**Désignation** : Cut-back 0/1 pour imprégnation  
**Unité** : T

COMPOSANTE DU PRIX	UNITE	QTE	PU	MONTANT
<b>PERSONNEL</b>				
Chef de chantier	HJ	0,10	10 000	1 000,00
Chef d'équipe	HJ	0,50	6 000	3 000,00
Main d'œuvre spécialisé	HJ	3,00	5 500	16 500,00
Main d'œuvre ordinaire	HJ	6,00	4 500	27 000,00
<b>Total partiel</b>				<b>47 500,00</b>
<b>MATERIELS</b>				
Camion à benne	U/J	1,30	68 000	88 400,00
Rependeuse de liant	U/J	0,05	78 000	3 900,00
Fondoir	U/J	5,00	29 000	145 000,00

Gestion de réhabilitation et d'entretien du réseau routier  
de la commune urbaine de Mahajanga



Balais mécanique	U/J	1,00	15 000	15 000,00
<b>Total partiel</b>				<b>252 300,00</b>
<b>MATERIAUX</b>				
Bitume	T	1,44	780 000	1 123 200,00
Pétrole	L	820,00	1 800	1 476 000,00
Sable de carrière	M3	6,00	9 000	54 000,00
<b>Total partiel</b>				<b>2 653 200,00</b>
R = Rendement 11,16 T	T = Total déboursés sec		<b>2 953 000,00</b>	
	K = Coefficient de majoration des déboursés		1,40	
	Prix unitaires = T* K/R		370 448,03	
	<b>Prix unitaires arrondi à</b>		<b>370 449</b>	

**N° Prix** :  
**Désignation** Cut-back 400/600 pour accrochage  
**Unité** : T

COMPOSANTE DU PRIX	UNITE	QTE	PU	MONTANT
<b>PERSONNEL</b>				
Chef de chantier	HJ	0,10	10 000	1 000,00
Chef d'équipe	HJ	0,50	6 000	3 000,00
Main d'œuvre spécialisé	HJ	3,00	5 500	16 500,00
Main d'œuvre ordinaire	HJ	6,00	4 500	27 000,00
<b>Total partiel</b>				<b>47 500,00</b>
<b>MATERIELS</b>				
Camion à benne	U/J	1,00	68 000	68 000,00
Rependeuse de liant	U/J	5,00	78 000	390 000,00
Fondoir	U/J	4,00	29 000	116 000,00
Balais mécanique	U/J	1,00	15 000	15 000,00
<b>Total partiel</b>				<b>589 000,00</b>
<b>MATERIAUX</b>				
Bitume	T	0,88	780 000	686 400,00
Pétrole	L	240,00	1 800	432 000,00
<b>Total partiel</b>				<b>1 118 400,00</b>
R = Rendement 5,58 T	T = Total déboursés sec		<b>1 754 900,00</b>	
	K = Coefficient de majoration des déboursés		1,40	
	Prix unitaires = T* K/R		440 297,49	
	<b>Prix unitaires arrondi à</b>		<b>440 298</b>	



**N° Prix** :  
**Désignation** : Enrobé Dense à Chaud  
**Unité** : T

COMPOSANTE DU PRIX	UNITE	QTE	PU	MONTANT
<b>PERSONNEL</b>				
Chef de chantier	HJ	0,50	10 000	5 000,00
Chef d'équipe	HJ	1,00	6 000	6 000,00
Main d'œuvre spécialisé	HJ	6,00	5 500	33 000,00
Main d'œuvre ordinaire	HJ	10,00	4 500	45 000,00
<b>Total partiel</b>				<b>89 000,00</b>
<b>MATERIELS</b>				
Camion à benne	U/J	30,00	68 000	2 040 000,00
Chargeuse	U/J	2,00	76 000	152 000,00
Compacteur tandem	U/J	8,00	25 000	200 000,00
Compacteur à pneu	U/J	8,00	80 000	640 000,00
Finisher	U/J	8,00	45 000	360 000,00
Centrale d'Enrobé	U/J	8,00	350 000	2 800 000,00
Fondoir	U/J	6,00	29 000	174 000,00
<b>Total partiel</b>				<b>6 366 000,00</b>
<b>MATERIAUX</b>				
Bitume	T	10,08	780 000	7 862 400,00
Agrégat	m3	120,00	24 000	2 880 000,00
<b>Total partiel</b>				<b>10 742 400,00</b>
R = Rendement	T = Total déboursés sec			<b>17 197 400,00</b>
<b>25 T</b>	K = Coefficient de majoration des déboursés			1,40
	Prix unitaires = T* K/R			963 054,40
	<b>Prix unitaires arrondi à</b>			<b>963 055</b>

**N° Prix** :  
**Désignation** : Scarification de la Chaussée  
**Unité** : m2

COMPOSANTE DU PRIX	UNITE	QTE	PU	MONTANT
<b>PERSONNEL</b>				
Chef de chantier	HJ	0,50	10 000	5 000,00
Chef d'équipe	HJ	1,00	6 000	6 000,00
Main d'œuvre spécialisé	HJ	2,00	5 500	11 000,00
Main d'œuvre ordinaire	HJ	10,00	4 500	45 000,00
<b>Total partiel</b>				<b>67 000,00</b>
<b>MATERIELS</b>				
Camion à benne	U/J	4,00	68 000	272 000,00
Niveleuse	U/J	8,00	76 000	608 000,00
Compacteur vibrant	U/J	1,50	85 000	127 500,00
Compacteur à pneu	U/J	1,50	80 000	120 000,00
Camion citerne	U/J	2,00	70 000	140 000,00
Motopompe	U/J	0,10	11 000	1 100,00
<b>Total partiel</b>				<b>1 268 600,00</b>
<b>MATERIAUX</b>				
	T	0,00	780 000	0,00
	m3	0,00	24 000	0,00



<b>Total partiel</b>		<b>0,00</b>
R = Rendement <b>1200 m<sup>2</sup></b>	T = Total déboursés sec	<b>1 335 600,00</b>
	K = Coefficient de majoration des déboursés	1,40
	Prix unitaires = T* K/R	1 558,20
<b>Prix unitaires arrondi à</b>		<b>1 559</b>

**N° Prix** :  
**Désignation** : Micro-béton bitumineux  
**Unité** : T

COMPOSANTE DU PRIX	UNITE	QTE	PU	MONTANT
<b>PERSONNEL</b>				
Chef de chantier	HJ	0,00	10 000	0,00
Chef d'équipe	HJ	26,00	6 000	156 000,00
Main d'œuvre spécialisé	HJ	60,00	5 500	330 000,00
Main d'œuvre ordinaire	HJ	120,00	4 500	540 000,00
<b>Total partiel</b>				<b>1 026 000,00</b>
<b>MATERIELS</b>				
Camion à benne	U/J	2,00	68 000	136 000,00
Chargeuse	U/J	2,00	76 000	152 000,00
Compacteur	U/J	1,00	25 000	25 000,00
Arroseur	U/J	10,00	45 000	450 000,00
Tractopelle	U/J	10,00	350 000	3 500 000,00
<b>Total partiel</b>				<b>4 263 000,00</b>
<b>MATERIAUX</b>				
Microbéton bitumineux	T	8,66	77 180	668 378,80
<b>Total partiel</b>				<b>668 378,80</b>
R = Rendement <b>30 T</b>	T = Total déboursés sec		<b>5 957 378,80</b>	
	K = Coefficient de majoration des déboursés		1,40	
	Prix unitaires = T* K/R		278 011,01	
<b>Prix unitaires arrondi à</b>			<b>278 012</b>	



**N° Prix** :  
**Désignation** : Fourniture et pose bordures de trottoir  
**Unité** : ml

COMPOSANTE DU PRIX	UNITE	QTE	PU	MONTANT
<b>PERSONNEL</b>				
Chef de chantier	HJ	0,00	10 000	0,00
Chef d'équipe	HJ	0,00	6 000	0,00
Main d'œuvre spécialisé	HJ	24,00	5 500	132 000,00
Main d'œuvre ordinaire	HJ	48,00	4 500	216 000,00
<b>Total partiel</b>				<b>348 000,00</b>
<b>MATERIELS</b>				
Camion à benne	U/J	2,55	68 000	173 400,00
Chargeuse	U/J	0,00	76 000	0,00
Compacteur	U/J	0,00	25 000	0,00
Arroseur	U/J	0,00	45 000	0,00
Tractopelle	U/J	0,00	350 000	0,00
<b>Total partiel</b>				<b>173 400,00</b>
<b>MATERIAUX</b>				
Béton de calage	m3	4,15	199 735	828 900,25
Bordure de trottoir type T2	ml	87,22	13 229	1 153 833,38
<b>Total partiel</b>				<b>1 982 733,63</b>
R = Rendement	T = Total déboursés sec			<b>2 504 133,63</b>
<b>75 ml</b>	K = Coefficient de majoration des déboursés			1,40
	Prix unitaires = T* K/R			46 743,83
	<b>Prix unitaires arrondi à</b>			<b>46 744</b>

**N° Prix** :  
**Désignation** : Corps du trottoir en TV 0/31,5  
**Unité** : m3

COMPOSANTE DU PRIX	UNITE	QTE	PU	MONTANT
<b>PERSONNEL</b>				
Chef de chantier	HJ	0,00	10 000	0,00
Chef d'équipe	HJ	24,00	6 000	144 000,00
Main d'œuvre spécialisé	HJ	24,00	5 500	132 000,00
Main d'œuvre ordinaire	HJ	120,00	4 500	540 000,00
<b>Total partiel</b>				<b>816 000,00</b>
<b>MATERIELS</b>				
Brouette automotrice	U/J	5,50	18 125	99 687,50
Tractopelle	U/J	10,00	39 677	396 770,00
Arroseur	U/J	10,00	39 054	390 540,00
Compacteur	U/J	2,00	110 687	221 374,00
<b>Total partiel</b>				<b>1 108 371,50</b>
<b>MATERIAUX</b>				
TV 0/31,5	m3	135,00	20 000	2 700 000,00
<b>Total partiel</b>				<b>2 700 000,00</b>
R = Rendement	T = Total déboursés sec			<b>4 624 371,50</b>
<b>156 m3</b>	K = Coefficient de majoration des déboursés			1,40
	Prix unitaires = T* K/R			41 500,77
	<b>Prix unitaires arrondi à</b>			<b>41 501</b>



**N° Prix** :  
**Désignation** : Fourniture et pose panneau de signalisation  
**Unité** : ml

COMPOSANTE DU PRIX	UNITE	QTE	PU	MONTANT
<b>PERSONNEL</b>				
Chef de chantier	HJ	0,00	10 000	0,00
Chef d'équipe	HJ	0,00	6 000	0,00
Main d'œuvre spécialisé	HJ	3,00	5 500	16 500,00
Main d'œuvre ordinaire	HJ	3,00	4 500	13 500,00
<b>Total partiel</b>				<b>30 000,00</b>
<b>MATERIELS</b>				
Brouette automotrice	U/J	0,00	18 125	0,00
Tractopelle	U/J	0,00	39 677	0,00
Arroseur	U/J	0,00	39 054	0,00
Compacteur	U/J	0,00	110 687	0,00
<b>Total partiel</b>				<b>0,00</b>
<b>MATERIAUX</b>				
Béton pour fixation	m3	0,18	199 724	36 749,22
Panneau de signalisation type code de la route	U	4,00	300 620	1 202 480,00
<b>Total partiel</b>				<b>1 202 480,00</b>
R = Rendement	4 ml		T = Total déboursés sec	<b>1 232 480,00</b>
			K = Coefficient de majoration des déboursés	1,40
			Prix unitaires = T* K/R	431 368,00
			<b>Prix unitaires arrondi à</b>	<b>431 368</b>



❖ **Bordereau Détail Estimatif:**

BOULEVARD MARCOZ

COMMUNE URBAINE DE MAHAJANGA

**BORDEREAU DETAIL ESTIMATIF**

**V<sub>1</sub> : Chaussée en BB - Trottoir en BB**

N°PRIX	DESIGNATION DES TRAVAUX	U	QTE	P.U	MONTANT
	<b><u>000-ESSAIS LABORATOIRES</u></b>				
001	Essais laboratoires	Fft	1,00	7000 000	7 000 000
	<b>Total essais laboratoires</b>				<b>7 000 000</b>
	<b><u>100-INSTALLATION ET REPLI DE CHANTIER</u></b>				
101	Installation de chantier	Fft	1,00	1 221 788	1 221 788
102	Repli de chantier	Fft	1,00	4 349 629	4 349 629
	<b>Total installation et repli de chantier</b>				<b>5 571 417</b>
	<b><u>200-TERRASSEMENT</u></b>				
					-
					-
	<b>Total terrassement</b>				-
	<b><u>300-ASSAINISSEMENT</u></b>				
312	Nettoyage et curage des regards	U	11,00	10 000	110 000
323	Nettoyage et curage des caniveaux	ml	220,00	5 000	1 100 000
324	Exutoire en béton Q350 (2 ml)	U	42,00	49 000	2 058 000
	<b>Total assainissement</b>				<b>3 268 000</b>
	<b><u>400-CHAUSSEE</u></b>				
405-a	Remblai d'emprunt MS	m <sup>3</sup>	912,00	17 473	15 935 376
407	Bétons Bitumineux (BB)	T	834,30	963 055	803 476 787
408	Couche de base en GCNT 0/31,5	m <sup>3</sup>	1094,40	52 908	57 902 515
410	Cut-back 0/1 pour imprégnation	T	10,94	370 449	4 052 712
411	Couche d'accrochage en Cut-back 400/600	T	5,47	440 298	2 408 430

912  
834,2976  
1094,4  
10,944  
5,472

Gestion de réhabilitation et d'entretien du réseau routier  
de la commune urbaine de Mahajanga



	<b>Total chaussée</b>				<b>883 775 820</b>	
	<b><u>500-TROTTOIR</u></b>					
501	Démolition trottoir	m <sup>2</sup>	3648,00	2 750	10 032 000	3648
504	Micro-béton bitumineux	T	208,57	278 012	57 984 963	208,5744
505	Cut-back 0/1 pour imprégnation	T	4,38	370 449	1 622 567	4,3776
506	Couche d'accrochage en Cut-back 400/600	T	2,19	440 298	964 253	2,1888
507	Fourniture et pose bordure trottoir	ml	2432,00	46 744	113 681 408	2432
510	Corps du trottoir en TV 0/31,5 décaissé	m <sup>3</sup>	291,84	41 501	12 111 652	291,84
	<b>Total trottoir</b>				<b>196 396 842</b>	
	<b><u>600-EQUIPEMENT</u></b>					
601	Fourniture et pose de panneau de signalisation	U	4,00	431 368	1 725 472	
606	Aménagement rond point	U	1,00	900 000	900 000	
	<b>Total équipement</b>				<b>2 625 472</b>	
	<b><u>700-MESURES ENVIRONNEMENTALES</u></b>					
702	Réunion préalable à l'exploitation de carrières	U	1,00	88 200	88 200	
704	Traitement des déchets solides base vie	U	1,00	88 200	88 200	
705	Huile de vidange	Fft	1,00	368 200	368 200	
706	Fermeture de gîte d'emprunt	Fft	1,00	796 474	796 474	
	<b>Total mesures environnementales</b>				<b>1 341 074</b>	

**RECAPITULATION**

000-ESSAIS LABORATOIRES	7 000 000
100-INSTALLATION ET REPLI DE CHANTIER	5 571 417
200-TERRASSEMENT	-
300-ASSAINISSEMENT	3 268 000
400-CHAUSSEE	883 775 820
500-TROTTOIR	196 396 842
600-EQUIPEMENT	2 625 472



700-MESURES ENVIRONNEMENTALES

1 341 074

Total H.T.

1 099 978 625

TVA 18%

197 996 152

**TOTAL TTC**

**1 297 974 777**

BOULEVARD MARCOZ

COMMUNE URBAINE DE MAHAJANGA

**BORDEREAU DETAIL ESTIMATIF**

**V<sub>1</sub> : Chaussée en EDC - Trottoir en BB**

N°PRIX	DESIGNATION DES TRAVAUX	U	QTE	P.U	MONTANT
<b><u>000-ESSAIS LABORATOIRES</u></b>					
001	Essais laboratoires	Fft	1,00	7 000 000	7 000 000
<b>Total essais laboratoires</b>					<b>7 000 000</b>
<b><u>100-INSTALLATION ET REPLI DE CHANTIER</u></b>					
101	Installation de chantier	Fft	1,00	6 641 237	6 641 237
102	Répli de chantier	Fft	1,00	4 427 491	4 427 491
<b>Total installation et répli de chantier</b>					<b>11 068 728</b>
<b><u>200-TERRASSEMENT</u></b>					
<b>Total terrassement</b>					-
<b><u>300-ASSAINISSEMENT</u></b>					
309	Nettoyage et curage des buses	ml	135,00	9 000	1 215 000
312	Nettoyage et curage des regards	U	11,00	10 000	110 000
313	Réparation des gabions et perrés de protec.	m <sup>3</sup>	52,00	90 000	4 680 000
323	Nettoyage et curage des caniveaux non couv.	ml	220,00	5 000	1 100 000
324	Exutoire en béton Q350 (2 ml)	U	42,00	49 000	2 058 000
<b>Total assainissement</b>					<b>9 163 000</b>
<b><u>400-CHAUSSEE</u></b>					
403	Recyclage du produit de décaissement	m <sup>3</sup>	1094,40	1 900	2 079 360
404	Décaissement de la chaussée	m <sup>3</sup>	1276,80	9 000	11 491 200
405-a	Remblai d'emprunt	m <sup>3</sup>	912,00	17 473	15 935 376
407	Béton bitumineux (BB)	T	834,30	963 055	803 476 787

1094,4  
1276,8  
912  
834,2976

Gestion de réhabilitation et d'entretien du réseau routier  
de la commune urbaine de Mahajanga



408	Couche de base en GCNT 0/31,5	m <sup>3</sup>	1094,40	52 908	57 902 515	1094,4
410	Cut-back 0/1 pour imprégnation	T	10,94	370 449	4 052 712	10,944
411	Couche d'accrochage en Cut-back 400/600	T	5,47	440 298	2 408 430	5,472
	<b>Total chaussée</b>				<b>897 346 380</b>	
	<b>500-TROTTOIR</b>					
501	Démolition trottoir	m <sup>2</sup>	3648,00	2 750	10 032 000	3648
504	Micro-béton bitumineux	T	208,57	278 012	57 984 963	208,5744
505	Cut-back 0/1 pour imprégnation	T	4,38	370 449	1 622 567	4,3776
506	Couche d'accrochage en Cut-back 400/600	T	2,19	440 298	964 253	2,1888
507	Fourniture et pose bordure trottoir	ml	2432,00	46 744	113 681 408	2432
510	Corps du trottoir en TV 0/31,5 décaissé	m <sup>3</sup>	291,84	41 501	12 111 652	291,84
	<b>Total trottoir</b>				<b>196 396 842</b>	
	<b>600-EQUIPEMENT</b>					
601	Fourniture et pose de panneau de sign.	U	4,00	431 368	1 725 472	
606	Aménagement rond point	U	1,00	900 000	900 000	
	<b>Total équipement</b>				<b>2 625 472</b>	
	<b>700-MESURES ENVIRONNEMENTALES</b>					
702	Réunion préalable à l'exploitation de carrières	U	1,00	88 200	88 200	
704	Traitement des déchets soildes base vie	U	1,00	88 200	88 200	
705	Huile de vidange	Fft	1,00	368 200	368 200	
706	Fermeture de gîte d'emprunt	Fft	1,00	796 474	796 474	
	<b>Total mesures environnementales</b>				<b>1 341 074</b>	

**RECAPITULATION**

000-ESSAIS LABORATOIRES  
100-INSTALLATION ET REPLI DE CHANTIER  
200-TERRASSEMENT  
300-ASSAINISSEMENT  
400-CHAUSSEE  
500-TROTTOIR  
600-EQUIPEMENT  
700-MESURES ENVIRONNEMENTALES

**Référence**

7 000 000  
11 068 728  
-  
9 163 000  
897 346 380  
196 396 842  
2 625 472  
1 341 074

Total H.T.

1 124 941 495

TVA 18%

202 489 469

**TOTAL TTC**

**1 327 430 965**



❖ **Le prix au km :**

- Reconstruction du tronçon Boulevard Marcoz pK 25+000 au pK 28+350 :

Arrêté le présent montant total des travaux à la somme d'UN MILIARD TROIS CENT VINGT SEPT MILIONS HUIT CENT CINQUANTE MILLE CINQ CENT SOIXANTE HUIT (Ar 1.327.430.965).

Le coût par kilomètre du travaux de reconstruction du Boulevard Marcoz du pK 25+000 au pK 28+350 est estimé de

- Renforcement du tronçon de la route du Bloc Administratif au pK 96+650 au pK 99 +000 :

Arrêté le présent montant total des travaux à la somme d'un MILIARD DEUX CENT QUATRE VINGT DIX SEPT MILIONS NEUF CENT SOIXANTE QUATORZE MILLE SEPT CENT SOIXANTE DIX SEPT (Ar 1 297 974 777).

Le coût par kilomètre du travaux de renforcement du tronçon de la route du Bloc Administratif au pK 96+650 au pK 99 +000 est de Ar 552 329 692.



## **Chapitre III : Gestion de réhabilitation et d'entretien du réseau routier de Mahajanga :**

### **III-1. Classification des routes à Madagascar :**

La classification des routes à Madagascar est bien distinguée selon le décret n° 98\_026 portant refonte sur la charte routière.

Les réseaux routiers Malagasy ont été classés en trois grandes catégories de réseau comme suit :

- Le réseau des routes nationales ou RN ;
- Le réseau des routes provinciales ou RP ;
- Et le réseau des routes communales ou RC.

Ces trois catégories des routes ont les caractéristiques spécifiques bien distinguées.

Pour mieux savoir en plus, nous allons regarder de près ces différentes catégories de réseau routier.

#### **III-1-1. Le réseau des routes nationales :**

La répartition des routes nationales malagasy est en fonction de leur importance. Les routes nationales malagasy sont classées en trois catégories telles que :

- Les routes nationales primaires (RNP) ;
- Les routes nationales secondaires (RNS) ;
- Les routes nationales temporaires (RNT).

#### **III-1-2. Le réseau des routes provinciales :**

On attend par route provinciale les réseaux routiers qui nous permet de desservir les districts et les communes de chaque province. La répartition des routes provinciales dans les six provinces de Madagascar sont estimées comme suit :

- Province d'Antananarivo : 3 924 Km ;
- Province de Fianarantsoa : 4 970 Km ;
- Province de Mahajanga : 2 829 Km ;
- Province de Toliara : 3 219 Km ;



- Province de Toamasina : 1 429 Km ;
- Province d'Antsiranana : 1 521 Km.

### III-1-3. Le réseau des routes communales :

On entend par réseau des routes communales les réseaux routiers qui permettent d'assurer la liaison des zones et des sous zones à l'intérieure d'une commune.

### **III-2. L'entretien routier**

Il existe 2 types d'entretien :

- ✓ L'entretien préventif qui renferme l'entretien courant et l'entretien périodique avec ou sans renforcement ;
- ✓ L'entretien curatif qui est la réhabilitation avec ou sans renforcement et la l'entretien d'urgence.





■

### **III-3. Création de base de données dans le SIG :**

On va identifier la route dans la commune comme suit :

❖ Nom :

- Routes communales notées RC ou AC\_RIV :

Ex 1: RC\_401/01 avec : RC : routes communales ;

401 : code de la commune de Mahajanga

01 : numérotation

- Routes nationales notées RNT ou RNS :

Ex 1: RNT\_02 avec : RNT : routes nationales temporaires ;

Ex2 : RNS\_04 avec : RNS : routes nationales secondaires.

❖ Identité :

On la classe comme suit :

- RN ;
- RC ou AC\_RIV, Ici on la note RC.

❖ Fonction: secondaire ou principale.

❖ Etat: On le classe comme suit:

- Bon : état de dégradation entre 0 à 10% ;
- Moyen : état de dégradation entre 10 à 30% ;
- Mauvais : état de dégradation plus de 30%.

❖ Longueur : définie par le logiciel MapInfo

❖ Entretien :

- E : entretien en tapis d'usure
- R : reconstruction



ID	NOM_RUE	LONG	ETAT	TYPE	FONCTION	ENTRETIEN
RC_401_01	Avenue du 14 octobre	818	bon	bitumée	Principale	E
RC_401_02	Avenue de Mahabibo	682	bon	bitumée	Principale	E
RC_401_03	Avenue Gallieni	794	mauvais	bitumée	Principale	R
RC_401_04	Avenue de la Libération	1 026	moyen	bitumée	Principale	E
RC_401_05	Avenue du Port	1 095	mauvais	bitumée	Principale	R
RC_401_06	Avenue du General Charles D	728	bon	bitumée	Principale	E
RC_401_07	Avenue de l'Eglise	564	mauvais	bitumée	Principale	R
RC_401_08	Avenue Des Comores	527	mauvais	bitumée	Principale	R
RC_401_09	Avenue du Philibert Tsiranana	622	mauvais	mixte	Principale	R
RN_401_02	Avenue D'Amborovy	6 326	bon	bitumée	Principale	E
RC_401_11	Avenue Barday	490	mauvais	bitumée	Principale	R
RC_401_12	Rue du Colonel BARRE	670	bon	bitumée	Principale	E
RC_401_13	Avenue De France	622	bon	bitumée	Principale	E
RC_401_14	Rue EDOUARD VII	549	mauvais	bitumée	Secondaire	R
RC_401_15	Rue Girard	151	mauvais	bitumée	Secondaire	R
RC_401_16	R Lt Vseau BERNARD	152	bon	bitumée	Secondaire	R
RC_401_17	Rue Maréchal Joffre	595	moyen	bitumée	Secondaire	R
RC_401_18	Avenue Jules AUBOURG	242	mauvais	bitumée	Principale	R
RC_401_19	Quai Marofotra	459	mauvais	bitumée	Secondaire	R
RC_401_20	Rue de Bostany	486	mauvais	bitumée	Secondaire	R
RC_401_21	Rue Guinambert	471	mauvais	en terre	Secondaire	R
RC_401_22	Rue du Champ de Course	448	mauvais	en terre	Secondaire	R
RC_401_23	Rue Larrouy	558	mauvais	en terre	Secondaire	R
RC_401_24	Rue Julepinte	598	mauvais	en terre	Secondaire	R
RC_401_25	Rue Victor Hugo	556	mauvais	en terre	Secondaire	R
RC_401_26	Rue Berthelot	594	mauvais	bitumée	Secondaire	R
RC_401_27	Boulevard Poincaré	1 005	bon	bitumée	Principale	E
RC_401_28	Rue N°18	415	mauvais	bitumée	Secondaire	R
RC_401_29	Rue N°22	275	mauvais	bitumée	Secondaire	R
RC_401_30	Rue N°19	731	mauvais	bitumée	Secondaire	R
RC_401_31	Rue Administrateur Lacaze	475	mauvais	bitumée	Secondaire	R

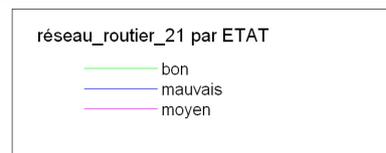


ID	NOM_RUE	LONG	ETAT	TYPE	FONCTION	ENTRETIEN
RC_401_28	Rue N°18	415	mauvais	bitumée	Secondaire	R
RC_401_29	Rue N°22	275	mauvais	bitumée	Secondaire	R
RC_401_30	Rue N°19	731	mauvais	bitumée	Secondaire	R
RC_401_31	Rue Administrateur Lacaze	475	mauvais	bitumée	Secondaire	R
RC_401_32	Rue Madame Rauffast	307	mauvais	bitumée	Secondaire	R
RC_401_33	Rue Henri Paul	291	bon	bitumée	Secondaire	E
RC_401_34	Rue Georges V	333	bon	bitumée	Secondaire	R
RC_401_35	Rue Jules Ferry	413	mauvais	mixte	Secondaire	R
RC_401_36	Rue Pasteur	508	bon	bitumée	Secondaire	E
RC_401_38	Rue Gillon	240	moyen	bitumée	Secondaire	R
RC_401_39	Rue de l' Amiral Pierre	197	bon	bitumée	Principale	E
RC_401_40	Rue Aubert 1er	119	mauvais	bitumée	Secondaire	R
RC_401_41	Rue Jean Laborde	126	moyen	bitumée	Secondaire	E
RC_401_42	Rue Mosquee	98	moyen	bitumée	Secondaire	E
RC_401_43	Rue Docteur Bereni	515	mauvais	bitumée	Secondaire	R
RC_401_44	Rue J.B. Rakotobe	128	bon	bitumée	Secondaire	E
RC_401_45	Rue Ranchot	339	mauvais	bitumée	Secondaire	R
RC_401_46	Quai Orsini	167	mauvais	bitumée	Secondaire	R
RC_401_47	Quai Vuilemin	279	mauvais	bitumée	Secondaire	R
RC_401_48	Quai Moriceau	301	mauvais	bitumée	Secondaire	R
RC_401_49	Avenue du Rova	444	moyen	bitumée	Secondaire	E
RC_401_50	Rue Rigault	785	mauvais	bitumée	Secondaire	R
RC_401_51	Rue Richelieu	678	bon	en terre	Secondaire	E
RC_401_52	Rue de Belgique	155	mauvais	bitumée	Secondaire	R
RC_401_53	Rue Hubert	153	moyen	bitumée	Secondaire	E
RC_401_54	Rue Sylvain .Roux	183	moyen	bitumée	Secondaire	E
RC_401_55	Rue Nicolas II	175	bon	bitumée	Secondaire	E
RC_401_56	Avenue de la Republique	399	bon	bitumée	Principale	E
RC_401_57	Rue Henri Garnier	303	mauvais	bitumée	Secondaire	R
RC_401_58	Rue J. Cadou	187	mauvais	bitumée	Secondaire	R
RC_401_59	Rue Batiot	164	moyen	bitumée	Secondaire	R
RC_401_60	Rue Carnot	225	moyen	bitumée	Secondaire	R

Gestion de réhabilitation et d'entretien du réseau routier  
de la commune urbaine de Mahajanga



ID	NOM_RUE	LONG	ETAT	TYPE	FONCTION	ENTRETIEN
RC_401_47	Quai Vuilemin	279	mauvais	bitumée	Secondaire	R
RC_401_48	Quai Moriceau	301	mauvais	bitumée	Secondaire	R
RC_401_49	Avenue du Rova	444	moyen	bitumée	Secondaire	E
RC_401_50	Rue Rigault	785	mauvais	bitumée	Secondaire	R
RC_401_51	Rue Richelieu	678	bon	en terre	Secondaire	E
RC_401_52	Rue de Belgique	155	mauvais	bitumée	Secondaire	R
RC_401_53	Rue Hubert	153	moyen	bitumée	Secondaire	E
RC_401_54	Rue Sylvain .Roux	183	moyen	bitumée	Secondaire	E
RC_401_55	Rue Nicolas II	175	bon	bitumée	Secondaire	E
RC_401_56	Avenue de la Republique	399	bon	bitumée	Principale	E
RC_401_57	Rue Henri Garnier	303	mauvais	bitumée	Secondaire	R
RC_401_58	Rue J. Cadou	187	mauvais	bitumée	Secondaire	R
RC_401_59	Rue Batiot	164	moyen	bitumée	Secondaire	R
RC_401_60	Rue Carnot	225	moyen	bitumée	Secondaire	R
RC_401_61	Boulevard Marcoz	3 781	mauvais	bitumée	Principale	R
RC_401_62	Route du Bois Sacré	1 759	mauvais	bitumée	Principale	R
RC_401_63	Route de Mahavoky	1 065	mauvais	bitumée	Principale	R
RC_401_64	Rue Flacourt	321	moyen	bitumée	Secondaire	E
RC_401_65	Rue victor Emmanuel	240	mauvais	bitumée	Secondaire	R
RC_401_66	Rue Georges Ranaivoson	1 234	mauvais	bitumée	Principale	R
RN_401_01	Route Nationale n°4	4 533	bon	bitumée	Principale	E
		0				



**Carte N°3 : Carte des états de dégradation du réseau routier de Mahajanga**

La situation des rues communales de la ville de MAHAJANGA nous a permis de tirer les conclusions suivantes :



- Sur les 47229 mètres de routes bitumées, 35079 mètres sont en mauvais état et nécessitent une réhabilitation soit environ 74%.
- Les 19160 mètres de routes en terre sont tous en mauvais état

La programmation de la réhabilitation de ces routes dépend de plusieurs critères. Outre la contrainte budgétaire qui est un facteur primordial, il ne faut pas non plus négliger l'extension de la ville ; qui pour Mahajanga, est à mon avis la zone Est côté Belobaka.

Par ailleurs, pour éviter tout étranglement du trafic à l'entrée de la ville, la réhabilitation d'une route périphérique pour les poids lourds s'avère indispensable. Non seulement la route sert de désengorgement pour les camions mais elle mène vers le port. Tel est l'objet de la réhabilitation de la rue Ranaivoson, Avenue Jules Aubourg, Quai Orsini, Quai Vuillemain, Quai Moriceau durant 9 ans au fonction du budget communal et en même temps l'entretien des routes à faible dégradations chaque année.

Viennent ensuite les routes en terre à vocation touristique, notamment la Route du Zahamotel et la route du Grand Pavois durant 2 ans.

Bref, la réhabilitation des rues communales de la ville de Mahajanga peut se classer par ordre prioritaire comme suit :

1. Rue Ranaivoson, Avenue Jules Aubourg, Quai Orsini, Quai Vuillemain, Quai Moriceau.
2. Route du Zahamotel et la route du Grand Pavois.
3. Le reste des routes bitumées.



## **Chapitre IV : Etudes d'Impacts Environnementaux**

### **IV-1. Introduction :**

Dans le cadre de la préservation de l'environnement pour un développement durable, l'analyse suivante servira de base pour la prise en compte des préoccupations environnementales.

Cette étude vise à :

- Prévoir et analyser les impacts probables de chaque rue sur l'environnement ;
- Déterminer les moyens d'atténuer et de compenser les impacts prévisibles avant et pendant la phase de réalisation ;
- Présenter aux principaux acteurs les prévisions et les options d'attention les plus appropriées.

### **IV-2. Analyses des impacts prévisibles des rues :**

Les impacts environnementaux engendrés par le projet incluront les aspects biophysiques et socio-économiques qui peuvent être directs et/ou indirects, à courts termes et/ou à moyens et à longs termes.

#### **IV-2-1. Impacts positifs :**

L'étude a permis de confirmer la pertinence des objectifs visés par le projet :

- Amélioration des conditions de transport dans le milieu urbain ;
- Amélioration de l'habitat et des conditions de vie de la population ;
- Sécurité et confort des usagers ;
- Création d'emplois liés directement ou indirectement au chantier ;
- Revitalisation de l'économie urbaine;
- Développement global de la ville ;
- Augmentation de la source de revenus des habitants.

#### **IV-2-2. Impacts négatifs:**

La réhabilitation provoquera :

- Risque d'accident routier pour population ;
- Risque de propagation des maladies transmissibles ;



- La modification de principes naturels d'écoulement superficiel des eaux. ;
- La déstabilisation du sol de construction ;
- La pollution du sol due aux éclats et débris rocheux concernant les carrières et les lieux de stockage des matériaux ;
- Pollution de l'air due à l'émanation des poussières et les émissions des gaz nocifs au cours de la réalisation ;
- Pollution de l'eau et du sol provenant des carburants et lubrifiants des engins au niveau des parcs à véhicule ;
- La modification de la morphologie du terrain de la zone d'implantation ;
- La modification de la couverture végétale ;
- Nuisances causées par les travaux durant la réalisation : augmentation de bruit et de la poussière aux abords du lieu de construction et de l'infrastructure ;
- Risque d'existence des eaux stagnantes des zones laissées en l'état telles les gîtes d'emprunt ;
- Prolifération des moustiques dans les eaux stagnantes ;
- Erosion de l'accès dû au passage fréquent permettant de créer des pressions pour une meilleure emprise de l'eau sur le sol ou en canalisant ces eaux pour intensifier l'érosion.

#### **IV-3. Evaluation des mesures environnementales :**

En conséquence, des mesures compensatoires seront à entreprendre dans le but de les ramener à un niveau acceptable et d'amplifier les aspects positifs du projet.

##### **IV-3-1. Mesures de compensation des impacts positifs :**

- Clôturer l'emprise du projet afin de mieux sécuriser la réhabilitation face à tout acte de vandalisme et du vol ;
- Favoriser les initiatives locales de développement économique et la préservation de l'environnement ;
- Elaboration d'une déformation, concernant l'exploitation des carrières à Belobaka (RN4) ;
- Mise en place de panneaux de signalisation dans chaque rue ;
- Mise en place des bacs de stockage pour traiter les déchets polluants ;



#### IV-3-2. Mesures d'atténuation des impacts négatifs :

- Au cours de la réalisation du projet, des latrines, et des bacs à ordures devront être installés dans les baraques des chantiers, il sera interdit de déposer les excréments à n'importe quel endroit et que toutes les ordures soient incinérées ou enterrées ;
- Remettre en état les paysages et chaque lieu d'intervention (gîtes d'emprunt, piste d'accès, ...)
- Enherbement et reboisement après remise en état de sites d'emprunt ;
- Appliquer les mesures anti-érosives adéquates ;
- Prendre toutes mesures de sécurité nécessaire pour éviter les pollutions et accidents de tels sortes que :
  - ✓ les matériaux de construction devront être exploités sur une superficie bien déterminée, à l'écart des infrastructures existantes (piste, ouvrage, point d'eau, ...)
  - ✓ l'extraction des sables ne devra pas être exécutée en profondeur pouvant causer les dépressions du lit de cours d'eau ;
  - ✓ les bois devront être exploités sans pratique du tavy qui empêche toute reprise forestière ;
- Installation des panneaux de signalisation au cours des travaux.

#### IV-4. Plan de gestion environnemental :

Le suivi des recommandations environnementales devra être assuré pendant et après les travaux. Il est alors proposé dans ce qui suit, les procédures à suivre pour le contrôle des travaux et pour la phase post-projet.

##### IV-4-1. Contrôle des travaux :

- Approbation du plan d'installation (bac de vidange, décharges, zone de stockage, ...)
- Inspection de la base de vie (latrines, infirmerie, ...)
- Contrôle et suivi rapproché des conditions d'exploitation des matériaux ;
- Vérification des travaux de remise en état de chaque zone d'intervention ;
- Etablissement plan de récolement de l'aménagement environnemental.



IV-4-2. Suivi environnemental :

- Vérification de la tenue, l'efficacité et de la pertinence des mesures entreprises ;
- Recommandation des mesures correctives ou complémentaires :

a) Phase préparatoire

**Tableau N°42 Milieu biophysique**

Composantes Impacts Potentiels	Localisation de l'Impact Potentiel	Mesures Environnementales
Eau, air, sol : Pollution air par des déchets	Parc à véhicule	Prévoir des bacs pour stocker les déchets toxiques (huile de vidange, produits d'entretien de véhicule)
	Gîte de campement	Prévoir des latrines pour éviter les maladies contagieuses (choléra...)

**Tableau N°43 Milieu humain :**

Composantes Impacts Potentiels	Localisation de l'Impact Potentiel	Mesures Environnementales
<b><u>Population :</u></b> Risque d'accident dû aux circulations	Transport des matériaux, amené d'engin, équipement	Mise en place de panneaux de signalisation à l'entrée des quartiers pour limitation de vitesse des engins
<b><u>Population :</u></b> Risque de propagation des maladies transmissibles	Quartier influencé par le projet	Elaboration d'une réunion de sensibilisation sur la santé et maladie et distribution de protectorat



*b) Phase de réalisation*

**Tableau N°44 Milieu biophysique:**

<b>Composantes Impacts Potentiels</b>	<b>Localisation de l'Impact Potentiel</b>	<b>Mesures Environnementales</b>
Sol: Accélération de processus de l'érosion	Déblai aux travaux de terrassement de la chaussée Ouverture d'exutoire pour	Assurance de la stabilité du terrain Comblement des zones excavées par des terres non utilisées (produits des fouilles)
Sol: Modification de la morphologie du terrain	Exploitation des gîtes	Réaménagement du gîte dès la fin de l'exploitation

**Tableau N°45 Milieu humain:**

<b>Composantes Impacts Potentiels</b>	<b>Localisation de l'Impact Potentiel</b>	<b>Mesures Environnementales</b>
Population : Risque d'accident routier Mœurs et coutumes : Conflit entre autochtone et personnel de l'entreprise par le non respect des mœurs locales	Aux quartiers	Limitation de la vitesse des engins par la mise en place des panneaux de signalisation Sensibilisation du personnel de l'entreprise pour le respect des mœurs locales (organisation d'une réunion de chantier)
	Aux quartiers	Recrutement des mains d'œuvres locaux jusqu'à la limite de leurs compétences



c) Phase d'exploitation et entretien

**Tableau N°46 Milieu biophysique:**

Composantes Impacts Potentiels	Localisation de l'Impact Potentiel	Mesures Environnementales
<b><u>Sol:</u></b> Modification de la morphologie du terrain	Zone d'emprunt, carrières pour les travaux d'entretien	Talutage du terrain
<b><u>Végétation :</u></b> Destruction de la couverture végétale	Carrières, emprunt pour les travaux d'entretien	Revégétalisation du talus

**Tableau N°47 Milieu humain:**

Composantes Impacts Potentiels	Localisation de l'Impact Potentiel	Mesures Environnementales
<b><u>Population:</u></b> Risque d'accident routier dû aux trafics	Quartiers traversés par les routes réhabilitées	Mise en place de panneaux pour limitation de la vitesse de circulation à l'entrée de chaque rue
<b><u>Population:</u></b> Propagation des maladies transmissibles	Quartiers dans les zones d'influence du projet	



## Conclusion générale

Au cours de ces dernières années, les principes généraux régissant la politique d'entretien routier a subi d'importants changements. De nouvelles méthodologies ont été élaborées, des outils informatiques performants tels que le SIG ont été mis au point.

Le SIG permet aux utilisateurs de faciliter leur prise de décision dans un délai très court.

Le temps joue un rôle capital dans le cadre de la gestion de l'entretien routier car un entretien tardif se traduit par une augmentation des coûts de réparation, des coûts de circulation et une détérioration de la sécurité.

Le présent mémoire met à la disposition des décideurs malgaches la méthode du SIG qui est déjà largement employée par différents organismes internationaux. Au terme de notre travail nous avons également proposé des solutions techniques les moins coûteuses ainsi que le volume du budget y afférent pour deux tronçons du réseau routier que nous avons jugé prioritaires : Le boulevard Marcoz et la route du bloc administratif.

Puisse ce travail contribuer au développement de la ville de Mahajanga qui est actuellement une ville en pleine expansion et qualifiée de « Leader » sur le plan du tourisme national.

## **BIBLIOGRAPHIE**

## ANNEXES

# TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

LISTE DES CARTES

INTRODUCTION GENERALE

**Chapitre I : Généralités sur la commune urbaine de Mahajanga..... 2**

**I-1. Historique de la ville de Mahajanga:..... 2**

I-1-1. Origine Sakalava de la ville de Mahajanga : ..... 2

I-1-2. Nom de la ville : ..... 2

I-1-3. Les différentes subdivisions territoriales de la commune urbaine de Mahajanga : . 3

I-1-4. Répartition suivant le degré d'urbanisation : ..... 3

**I-2. Situation géographique, géologique et hydrologique:..... 5**

I-2-1. Géographie: ..... 5

I-2-2. Géologie: ..... 5

I-2-3. Climat: ..... 6

**I-3. Situation démographique : ..... 6**

I-3-1. Population : ..... 6

I-3-2. Mouvements migratoires : ..... 10

**I-4. Situation économique:..... 12**

I-4-1. Agriculture : ..... 12

I-4-2. Elevage: ..... 13

I-4-3. La pêche et l'aquaculture : ..... 17

I-4-4. Transports:..... 20

I-4-5. Les communications : ..... 23

I-4-6. Le Commerce : ..... 24

I-4-7. L'industrie: ..... 25

I-4-8. Artisanat : ..... 27

I-4-9. L'emploi dans la ville de Mahajanga : ..... 28

I-4-10. L'enseignement : ..... 32

I-4-11. Tourisme : ..... 33

**Chapitre II : Historique du Réseau Routier de la commune de Mahajanga..... 36**

**II-1. Durant la royauté Sakalava :..... 36**

II-2. Durant la colonisation française :.....	36
II-3. Durant la Première République :.....	36
II-4. Durant la deuxième république :.....	37
<b>Chapitre III : L'environnement dans la ville de Mahajanga .....</b>	<b>38</b>
III-1. Gestion des déchets solides :.....	38
III-1-1. Ordures ménagères :.....	38
III-1-2. Pollution industrielle : .....	40
III-2. Evacuation des eaux usées :.....	41
III-3. Gestion des ressources en eau : .....	41
III-3-1. Station d'Amboaboaka :.....	41
III-3-2. b)Station de pompage d'Ambondrona : .....	42
III-3-3. Station de pompage d'Andranotakatra : .....	42
III-3-4. Stations de pompage de Mahavelona, d'Ampombonavony :.....	42
III-4. Insuffisance des espaces verts et des aires de récréation :.....	42
III-5. Pollution de l'air :.....	43
<b>Chapitre I : Système d'Information Géographique.....</b>	<b>45</b>
I-1. Généralités sur le Système d'Information géographique:.....	45
I-2. Information géographique et information graphique : .....	45
I-3. Définitions: .....	45
I-4. Domaine d'application des SIG: .....	46
I-5. Les fonctions des SIG:.....	46
I-6. Mode de représentation des informations géographiques dans un SIG : .....	46
I-7. Les composantes des SIG: .....	47
I-8. Récapitulation :.....	47
<b>Chapitre II : Le Logiciel Mapinfo 7.0 .....</b>	<b>48</b>
II-1. Généralités :.....	48
II-2. Notions de tables :.....	49
II-3. Les fichiers de MAPINFO Professionnal® : .....	50
II-4. Fenêtres de MAPINFO Professionnal®: .....	51
II-5. Les outils de MAPINFO Professionnal®: .....	52
II-5-1. La boîte à outils "Standard" : .....	52
II-5-2. La boîte à outils "Général" :.....	53
II-5-3. La boîte à outils "Dessins" :.....	54

<b>II-6. Clé de lecture :</b> .....	<b>55</b>
<b>II-7. Opérations sur les tables :</b> .....	<b>55</b>
II-7-1. Création d'une table : .....	55
II-7-2. Ouverture d'une table :.....	56
II-7-3. Visualisation de la totalité d'une table : .....	56
II-7-4. Enregistrement d'une table :.....	56
II-7-5. Enregistrement d'un document Mapinfo :.....	56
II-7-6. Modification de la structure d'une table :.....	57
<b>II-8. Gestion des données :</b> .....	<b>57</b>
II-8-1. Sélection d'un objet d'une table :.....	57
II-8-2. Visualisation/modification de la valeur des attributs d'un objet :.....	57
II-8-3. Contrôle de l'affichage des couches d'une fenêtre carte : .....	58
II-8-4. Modification des objets d'une table : .....	59
<b>Chapitre I : Cas général sur le réseau routier de la commune urbaine de Mahajanga .....</b>	<b>70</b>
<b>I-1. Les différentes catégories de route du réseau routier de Mahajanga: .....</b>	<b>70</b>
<b>I-2. Historique de l 'entretien routier de Mahajanga .....</b>	<b>73</b>
<b>I-3. Description de l'état actuel du réseau urbain de Mahajanga : .....</b>	<b>74</b>
<b>Chapitre II : Cas particulier d'étude de deux tronçons .....</b>	<b>91</b>
<b>II-1. Critères de Choix des deux tronçons: .....</b>	<b>91</b>
<b>II-2. Caractéristiques des deux tronçons étudiés: .....</b>	<b>91</b>
II-2-1. Tronçon du Boulevard Marcoz:.....	91
II-2-2. La route du Bloc Administratif :.....	92
<b>II-3. Etude du trafic: .....</b>	<b>92</b>
II-3-1. Pesage : .....	92
II-3-2. Estimation du trafic prévisionnel :.....	92
<b>II-4. Etude de dimensionnement:.....</b>	<b>93</b>
II-4-1. Dimensionnement de chaussée : .....	93
<b>II-5. Etudes hydrauliques :.....</b>	<b>101</b>
<b>II-6. Etudes financières :.....</b>	<b>105</b>
<b>Chapitre III : Gestion de réhabilitation et d'entretien du réseau routier de Mahajanga :... ..</b>	<b>117</b>
<b>III-1. Classification des routes à Madagascar : .....</b>	<b>117</b>
III-1-1. Le réseau des routes nationales : .....	117
III-1-2. Le réseau des routes provinciales :.....	117
III-1-3. Le réseau des routes communales : .....	118

<b>III-2. L'entretien routier.....</b>	<b>118</b>
<b>III-3. Création de base de données dans le SIG : .....</b>	<b>120</b>
<b>Chapitre IV : Etudes d'Impacts Environnementaux.....</b>	<b>126</b>
<b>IV-1. Introduction : .....</b>	<b>126</b>
<b>IV-2. Analyses des impacts prévisibles des rues :.....</b>	<b>126</b>
IV-2-1. Impacts positifs : .....	126
IV-2-2. Impacts négatifs:.....	126
<b>IV-3. Evaluation des mesures environnementales : .....</b>	<b>127</b>
IV-3-1. Mesures de compensation des impacts positifs :.....	127
IV-3-2. Mesures d'atténuation des impacts négatifs :.....	128
<b>IV-4. Plan de gestion environnemental : .....</b>	<b>128</b>
IV-4-1. Contrôle des travaux :.....	128
IV-4-2. Suivi environnemental :.....	129
<b>CONCLUSION GENERALE</b>	
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	
<b>ANNEXES</b>	

**Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo**

**Département Bâtiment et Travaux Publics**

Mémoire de fin d'études en vue d'obtention du diplôme d'ingénieur  
en Bâtiment et Travaux Publics

**Nom** : RAKOTOMALALA

**Prénom** : Mirana Liliane

**Adresse** : Rue Edouard VII logement des travaux publics Mahajanga

**Titre** : Gestion de réhabilitation et d'entretien du réseau routier de Mahajanga

**Nombre de pages** : 130

**Nombre de figures** : 15

**Nombre de tableaux** : 47

**Résumé** :

Le transport routier joue un rôle essentiel dans l'économie malgache. La nécessité de protéger le réseau routier et de le conserver en bon état est d'une importance capitale.

Le retard en matière de besoin de remise en état des routes peut avoir des conséquences graves : Escalade des coûts de réparation des routes , des coûts d'exploitation des véhicules , émergence des problèmes de sécurité .

Notre principal objectif est de proposer un outil d'aide à la prise de décision de la commune urbaine de Mahajanga dans son immense tâche , car seule une parfaite compréhension de l'entretien aux niveaux les plus élevés de la prise de décision et de la planification financière peut mener au succès.

**Summary**:

The road transport plays an essential part in Malagasy economy .The need for protecting the road network and for preserving it in good condition is of capital importance .The delay as regards need for reconditioning of the road can have serious consequences such as : The increase of the roads repair costs , the vehicles exploitation costs , and the safety emergency problems .

Our principal objective is to propose a tool of assistance to the decision-makers of the urban district in their immense task, because only a perfect comprehension of maintenance on the highest levels of the decision-making and financial planning can conclude successfully.

**Mots clés** : SIG, Gestion, Entretien, Route

**Rubrique** : Gestion de réseau routier

**Directeur pédagogique** : RANDRIANTSIMBAZAFY Andrianirina