

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS

SOMMAIRE

LISTE DES ABBREVIATIONS

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

LISTE DES CARTES

LISTE DES PLANS

LISTE DES FORMULES

INTRODUCTION

PARTIE I : GENERALITES

CHAPITRE 1 : GENERALITES SUR L'URBANISME

CHAPITRE 2 : GENERALITES SUR L'ORTHOGRAPHIE

PARTIE 2 : METHODOLOGIE D'ELABORATION DU PLAN D'URBANISME

CHAPITRE 1 : ETUDE TOPOGRAPHIQUE

CHAPITRE 2 : ETUDE HYDRAULIQUE

CHAPITRE 3 : ETUDE URBANISTIQUE

PARTIE 3 : ETUDES COMPLEMENTAIRES ET ESTIMATION DU COUT DE PROJET

CHAPITRE 1 : ETUDES COMPLEMENTAIRES

CHAPITRE 2 : ESTIMATION DU COUT DU PROJET

CONCLUSION

BIBLIOGRAPHIE

WEBOGRAPHIE

ANNEXES

TABLE DES MATIERES

LISTE DES ABREVIATIONS

%	: Pourcent	Min	: Minimum
Σ	: Somme	MNE	: Modèle Numérique d'Élévation
2D	: Deux Dimensions	MNT	: Modèle Numérique de Terrain
3D	: Trois Dimensions	MT	: Moyenne Tension
a	: are	MW	: Mégawatt
AEP	: Adduction d'Eau Potable	N°	: Numéro
AFT	: Association Française de Topographie	OMS	: Organisation Mondiale de la Santé
Ar	: Ariary	ONE	: Office National de l'Environnement
Art.	: Article	ONU	: Organisation des Nations Unies
BD	: Base de données	PLOF	: Plan Local d'Occupation Foncière
BT	: Basse Tension	PLU	: Plan local d'urbanisme
BV	: Bassin versant	PNAE	: Plan National d'Action Environnementale
ca	: centiare	POS	: Plan d'Occupation des Sols
CEG	: Collège d'Enseignement Général	PREE	: Programme d'engagement Environnemental
Cm	: Centimètre	PUDe	: Plan d'urbanisme détaillé
Comp	: Compensé	PUDi	: Plan d'urbanisme directeur
CSB II	: Centre de Santé de Base, niveauII	PVA	: Prise de Vue Aérienne
CTE	: Comité Technique d'Evaluation	RDC	: Rez-de-chaussée
DEM	: Digital Elevation Model	RNU	: Règlement National de l'urbanisme
DSU	: Dilution de Solides Urbains	SCoT	: Schéma de cohérence Territoriale
E	: Echelle	SDAU	: Schéma Directeur d'Aménagement Urbain
è	: -ème	SIG	: système d'information géographique
EIE	: Etude d'Impact Environnemental	SNAT	: Schéma National d'Aménagement du Territoire
EPP	: Ecole Primaire Publique	SRAT	: Schéma Régional d'Aménagement du Territoire
Etc.	: et cætera (et le reste)	t	: tonne
Ex	: Exemple	U	: Unité
FTM	: Foibe Taontsaritanin'i Madagasikara	VRD	: Voirie et Réseaux Divers
G	: Gisement	W	: Watt
GELOSE	: Gestion Locale Sécurisée	WC	: Water-Closet
GPS	: Global Positioning System	Δ	: Delta
h	: heure		
ha	: hectare		
Hab	: Habitants		
HLM	: Habitation à Loyer Modéré		
HT	: Haute Tension		
J	: Jour		
JIRAMA	: Jiro sy rano malagasy		
Km	: Kilomètre		
Km²	: Kilomètre carré		
KV	: Kilovolt		
m³	: mètre cube		
Max	: Maximum		
MECIE	: Mise En Compatibilité Des Investissements Avec L'environnement		

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2 : Population de la région Analamanga par district.....	21
Tableau 4 : Population d'Antananarivo Avaradrano	23
Tableau 6 : Répartition de la population par Fokontany	28
Tableau 7 : Répartition de la population pour chaque fokontany par tranche d'âge et par sexe.....	29
Tableau 8 : Taux d'accroissement annuel	30
Tableau 10 : Voirie et reseaux divers	31
Tableau 11 : Etablissement pedagogiques.....	31
Tableau 12 : Equipements et infrastructures divers	32
Tableau 13 : Etablissement sanitaire	32
Tableau 14 : Equipements sportifs	33
Tableau 15 : Etablissements cultuels.....	33
Tableau 16 : Répartition population active	34
Tableau 17 : Production agricole.....	34
Tableau 18 : Cultures saisonnières.....	35
Tableau 19 : Cultures maraîchères	35
Tableau 20 : Production élevage	35
Tableau 21 : Coordonnées levés par GPS	47
Tableau 22 : Extrait des données obtenues sur terrain	49
Tableau 23 : Hz, V, Di moy compensés.....	50
Tableau 24 : Réduction des distances à la projection Laborde.....	53
Tableau 25 : Coordonnées planimétriques des points cheminés	56
Tableau 26 : Tableau récapitulatif des coordonnées des sommets	57
Tableau 27 : Tableau recaputatif des caractéristiques du BV	66
Tableau 28 : Coefficient de ruissellement	67
Tableau 29 : Numéro de courbe	70
Tableau 30 : Tableau récapitulatif de l'étude hydrologique	72
Tableau 31 : Eléments géométriques pour chaque section de canal.....	73
Tableau 32 : Coefficient de Strickler	74
Tableau 33 : Moyen de transport existant	80
Tableau 34 : Répartition de la zone	84
Tableau 35 : Rayon de virage.....	96
Tableau 36 : Devers d'une route de catégorie R60(vitesse de référence 60 km/h).....	96
Tableau 37 : Devers d'une route de catégorie R80(vitesse de référence 80 km/h).....	96
Tableau 38 : Comparaison du réseau séparatif et réseau unitaire.....	101
Tableau 39 : Description du projet et du milieu receiteur	108
Tableau 40 : Identification des impacts.....	109
Tableau 41 : Grille d'évaluation de l'intensité d'un impact.....	111
Tableau 42 : Grille d'évaluation de l'indice « Intensité/Durée »	113
Tableau 43 : Grille d'évaluation de l'importance de l'impact	113
Tableau 44 : Synthèse du projet	114
Tableau 45 : Mesures d'atténuation	117
Tableau 46 : Coût de terrain	118
Tableau 47 : Coût de la conception des plans	118
Tableau 48 : Coût des matériels	118
Tableau 49 : Coût des données.....	119
Tableau 50 : Coût des autres dépenses	119
Tableau 51 : Récapitulation des coûts	119
Tableau 52 : Paramètre régional.....	XIX
Tableau 53 : Abaque $k*k_0$	XX

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Diagramme du processus pour une élaboration d'un PUDi	5
Figure 2 : Processus de production d'un orthophoto	13
Figure 3 : PVA	14
Figure 4 : Position des points d'appui.....	15
Figure 5: Recouvrement longitudinale	16
Figure 6 : Diagramme de répartition de la population Région Analamanga	21
Figure 7 : Diagramme de répartition de la population Antananarivo Avaradrano	23
Figure 8 : Diagramme de répartition de la population Commune Ambohimangakely	28
Figure 10 : Taux de natalité et de mortalité.....	30
Figure 9: Taux d'accroissement annuel	30
Figure 11 : Répartition population active.....	34
Figure 12 : Présentation générale du SIG.....	39
Figure 13 : Décomposition du SIG.....	40
Figure 14 : Composants fondamentaux du SIG	40
Figure 15 : Données graphiques	41
Figure 16 : Données en SIG	42
Figure 17 : Nivellement indirect	50
Figure 18 : Gisement	54
Figure 19 : Bassin versant	62
Figure 20 : Type de réseaux hydrographiques	62
Figure 21 : Distinction entre bassin versant réel et bassin versant topographique	63
Figure 22 : Pluie précipitée et pluie nette.....	67
Figure 23 : Longueur et pente longitudinale du BV	69
Figure 24 : Nomogramme de Mockus.....	71
Figure 25 : Eléments géométriques d'un canal	72
Figure 26 : Eléments caractéristiques d'une route	95
Figure 27 : Réseau d'adduction d'eau potable	98
Figure 28 : Réseau d'assainissement séparatif.....	99
Figure 29 : Réseau d'assainissement unitaire.....	100
Figure 36 : Impact	103
Figure 37 : Etapes d'une EIE	105
Figure 38 : Etude d'une synthèse des impacts	111
Figure 33 : Principe de la production, du transport et de la distribution de l'électricité	III
Figure 34 : Structure maillée	IV
Figure 35 : Structure radiale.....	IV
Figure 36 : Structure arborescente.....	V

LISTE DES CARTES

Carte 1: Carte de localisation de la région Analamanga	20
Carte 2 : Carte de localisation d'Antananarivo-Avaradrano.....	22
Carte 3 : Carte de localisation de la Commune Ambohimangakely.....	25
Carte 4 : Carte de répartition des fokontany.....	26
Carte 5 : Carte de localisation de la zone d'étude	27
Carte 6 : Délimitation du bassin versant.....	64

LISTE DES PLANS

Plan 1 : Polygonale de base	48
Plan 2 : Modèle Numérique de terrain	59
Plan 3 : Courbe de nivea.....	60
Plan 4 : Zonage.....	88
Plan 5 : PUDé	93

LISTE DES FORMULES

Formule (1) : Echelle.....	14
Formule (2) : Intervalle entre 2 axes	14
Formule (3) : Nombres des axes.....	14
Formule (4) : Intervalle entre 2 clichés	14
Formule (5) : Nombres des clichés.....	14
Formule (6) : Précision planimétrique	18
Formule (7) : Précision altimétrique	18
Formule (8) : Calcul des angles horizontaux.....	49
Formule (9) : Calcul des angles verticaux	49
Formule (10) : Calcul des distances inclinées	49
Formule (11) : Calcul des dénivélos	50
Formule (12) : Erreur du niveau apparent NA	51
Formule (13) : Dénivélés moyenne	51
Formule (14) : Calcul des altitudes	51
Formule (15) : Calcul de fermeture altimétrique.....	51
Formule (16) : Calcul de tolérance altimétrique.....	51
Formule (17) : Correction des dénivélos	51
Formule (18) : Correction à apporter pour chaque dénivelé	51
Formule (19) : Correction à l'horizontale	51
Formule (20) : Distance horizontale moyenne	51
Formule (21) : Correction au niveau zero	52
Formule (22) : Altitude moyenne entre deux points	52
Formule (23) : Correction à la corde	52
Formule (24) : Correction à la projection.....	52
Formule (25) : Transmission des gisements.....	54
Formule (26) : Transmission des gisements.....	54
Formule (27) : fermeture angulaire	54
Formule (28) : Tolérance angulaire.....	54
Formule (29) : Compensation angulaire.....	54
Formule (30) : Compensation angulaire pour chaque angle.....	55
Formule (31) : Angle au sommet βi (comp).....	55
Formule (32) et (33) : ΔX_{ij} et ΔY_{ij}	55
Formule (34) : Fermeture en X.....	55
Formule (35) : Fermeture en Y	55
Formule (36) : Fermeture planimétrique	55
Formule (37) : Tolérance linéaire	55
Formule (38) et (39) : Compensation CX_i et Ci	55
Formule (40) et (41) : ΔX_{ij} (comp) et ΔY_{ij} (comp)	55
Formule (42) : Abscisse réelle X_j	55
Formule (43) : Ordonnée réelle Y_j	55
Formule (44) : Indice de compacité de Gravelius	65
Formule (45) et (46) : Longeur et largeur du rectangle de Gravelius.....	66
Formule (47) : Pente moyenne Im	66
Formule (48) : débit de crues	67
Formule (49) : temps de concentration:.....	68
Formule (50) : Temps de concentration(KIRPICH).....	68
Formule (51) : Temps de concentration (MOCKUS).....	69
Formule (52) : Intensité moyenne	71
Formule (53) : Profondeur hydraulique	72
Formule (54) : Rayon hydraulique « Rh »	72
Formule (55) : Débit du canal	73
Formule (56) : Vitesse d'écoulement.....	74

INTRODUCTION

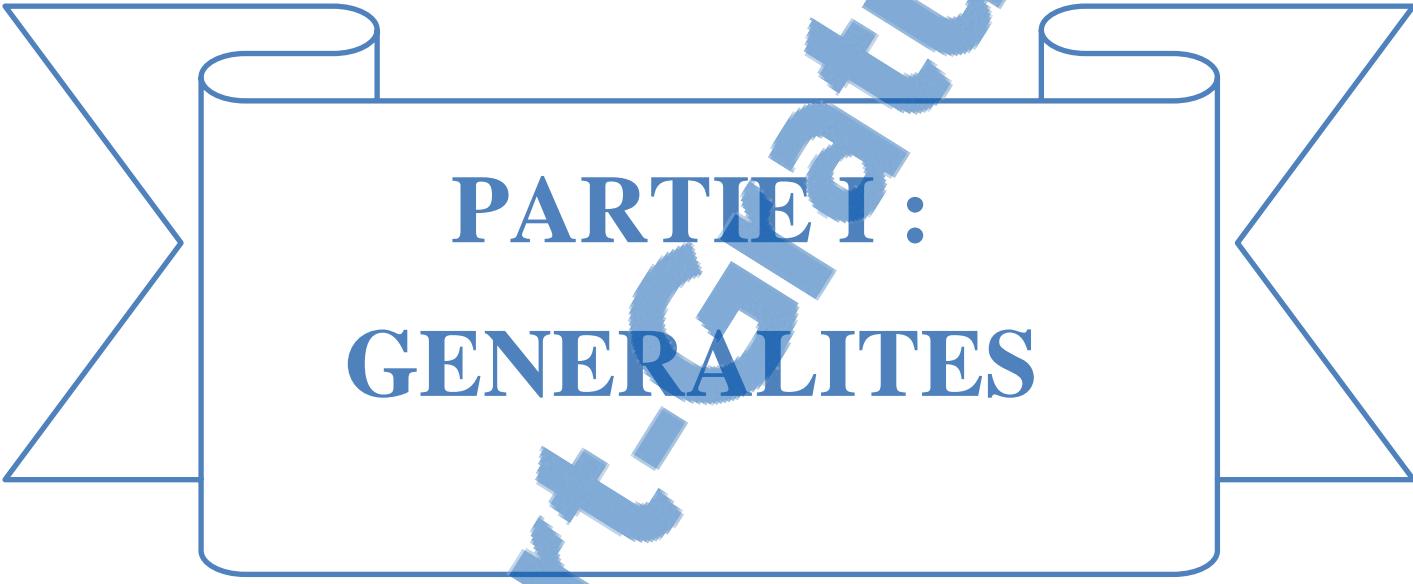
Ces dernières années, l'exode rurale vers les quartiers périphériques de la ville s'est augmentée à Madagascar, surtout à Antananarivo. La ville risque un surpeuplement vu l'accroissement rapide de la population urbaine et l'extension non contrôlée de chaque agglomération. D'autant plus, le phénomène favorise la dégradation de la condition de vie des Malagasy surtout celle des citadins sans citer que l'augmentation des bidonvilles et des constructions illicites et insalubres persiste presque partout dans la capitale. C'est la préoccupation majeure des dirigeants et des autorités concernées en se posant la question : comment résoudre et remédier la situation ?

Cependant, l'urbanisation d'une zone est un des catalyseurs de la transformation structurelle d'un pays dans le cadre du développement au point de vue économique, socio-culturel. La vie dans une société doit être organisée et planifiée d'une façon harmonieuse compte tenu de plusieurs facteurs et des besoins de la population pour favoriser et maîtriser le développement local vers le développement du pays. Pour y participer, il est préférable de choisir une zone périurbaine et la doter des plans d'urbanisme comme outils de gestion et de planification de l'occupation de la zone. C'est en vue de son développement futur qu'on reconstruit une ville ou crée une nouvelle ville, permettant une répartition ordonnée et équilibrée des populations et des activités indispensables dans la vie quotidienne.

On peut y parvenir de plusieurs façons mais l'utilisation des fruits de la technologie moderne comme l'orthophotographie et le système d'Information Géographique serait un grand atout, pour faciliter les analyses et traitements correspondant à chaque critère nécessaire, dans l'élaboration de ces plans.

C'est pourquoi, on a choisi le sujet de mémoire intitulé : «Contribution du géomètre-topographe à l'Elaboration de plans d'urbanisme à l'aide de l'orthophotographie, cas du nouveau quartier sis à Antanambao, Commune rurale Ambohimangakely, Antananarivo Avaradrano, Région Analamanga ». L'objectif est de mettre en place un nouveau quartier servant un modèle pour les autres Communes contiguës et notamment un moyen d'atténuation des différents problèmes de la population locale, répondant à ses besoins, dans un environnement convenable.

Pour mieux traiter le sujet, l'étude va comporter trois parties dont la première parlera des généralités, ensuite elle sera axée la méthodologie d'élaboration des plans d'urbanisme, et enfin, elle destinera aux études complémentaires et le cout du projet



PARTIE I: GENERALITES

Rapport

CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'URBANISME

I. Définitions

1. L'urbanisme

Le mot urbanisme vient du mot latin « urbs » qui signifie ville. C'est le domaine qui étudie le développement d'une ville.

L'urbanisme est l'ensemble des sciences, des techniques et des arts relatifs à l'organisation et à l'aménagement des espaces urbains, en vue d'assurer le bien-être de l'homme et d'améliorer les rapports sociaux en préservant l'environnement.

En tant que champ disciplinaire (ou scientifique), les théories de l'urbanisme sont en étroite filiation avec les sciences humaines (géographie, aménagement, économie, science juridique, écologie, anthropologie, science politique, sociologie, linguistique, sémiologie).

En tant que champ professionnel, les pratiques et techniques de l'urbanisme découlent de la mise en œuvre des politiques urbaines (logement, transport, environnement, zones d'activités économiques et appareil commercial). Cette deuxième dimension recoupe la planification urbaine et la gestion de la cité (au sens antique du terme), en maximisant le potentiel géographique en vue d'une meilleure harmonie des usages et du bien-être des utilisateurs (résidents, actifs, touristes).^[25]

En bref, c'est l'art de construire, de transformer, d'aménager les villes au mieux de la commodité, suivant les règles de l'esthétique et de l'hygiène.^[26]

2. L'urbanisation

Par étymologie, le mot « urbanisation » vient du mot latin « urbanus ».

L'urbanisation est l'action d'urbaniser, c'est-à-dire de favoriser, de promouvoir le développement contrôlé des villes par la transformation de l'espace rural en espace urbain.^[27]

3. L'aménagement

L'aménagement est une amélioration d'un territoire pour ses habitants et leurs activités à travers les constructions, les équipements et les moyens de communication. Du point de vue administratif, il s'agit de l'organisation de l'ensemble de l'espace et des ressources.^[28] C'est l'action d'aménager volontairement une zone pour le bien-être des habitants et une vie harmonieuse de la société.

II. Objectifs et raisons de l'urbanisation

L'urbanisation d'une zone a pour objectifs d'élaborer des plans conformément aux règlements et législations relatifs au cadre de vie, aux besoins quotidiens et au bien-être des habitants et des visiteurs de ladite localité.

Elle doit satisfaire les 4 points essentiels relatifs à l'aménagement urbain selon la charte d'Athènes de 1953 qui sont : habiter, travailler, circuler et se recréer.

Nombreux en est la raison nécessitant une urbanisation :

- Sur le plan économique : le développement de la société tourné vers l'industrie et les services a fait des centres urbains la source principale d'emplois salarié et favorise l'exode rural et le surpeuplement en ville.
- Sur le plan culturel et pédagogique : L'attrait culturel et l'existence des établissements suffisants pour l'éducation en villes, encouragent l'arrivée de nouveaux habitants, malgré des hausses chroniques des loyers et du prix du foncier qui entraînent des constructions illicites. [23]

III. Typologie de l'urbanisme

On distingue l'urbanisme en deux catégories distinctes :

1. L'urbanisme réglementaire

L'urbanisme réglementaire est l'ensemble des lois administratives récitatif-incitatif régissant la gestion urbaine afin d'obtenir une cohérence sur l'agglomération.

Il s'agit de créer le document d'urbanisme respectant le droit de l'urbanisme pour l'action dans le domaine de l'urbanisme et de l'aménagement à entreprendre. Il regroupe ainsi l'ensemble des documents thématiques et réglementaires de planification stratégique et de programmation.

A Madagascar, les composantes de l'urbanisme réglementaire les plus utilisées sont :

- Le code de l'urbanisme et de l'habitat fixé par le DECRET N° 63 -192 du 27 MARS 1963
- La circulaire interministérielle relative à la gestion de l'espace urbain du 12 Juin 1998.
- Les différents plans et schémas d'urbanisme ou de gestion de l'espace

2. L'urbanisme opérationnel

L'urbanisme opérationnel consiste à mettre en place les actions nécessaires à la réalisation d'un projet urbain. Il regroupe ainsi l'ensemble des actions conduites ayant pour objet la fourniture de terrains à bâtir, la construction de bâtiments ou le traitement de quartiers et d'immeubles existants : recomposition urbaine, réhabilitation, résorption de l'habitat insalubre, ...

On peut distinguer les types d'urbanisme opérationnel suivants : l'opération de lotissement, l'opération de remembrement et l'opération de restructuration

IV. Les plans et les schémas d'urbanisme ou de gestion de l'espace

1. Le « Plan d'urbanisme directeur » ou « PUDi »

❖ Définition

C'est un plan sur lequel on trace le cadre général et on fixe les éléments essentiels de l'aménagement tels que les principales voies de communications et les différentes répartitions des sols en zonage.^[1]

❖ Modalité d'élaboration

L'instruction d'élaboration d'un PUDi est fixée par voie réglementaire. L'initiateur peut être la Commune ou le groupement de Communes concernées.

Pour que le PUDi puisse être opposable aux tiers, son approbation devrait passer par les étapes suivantes :

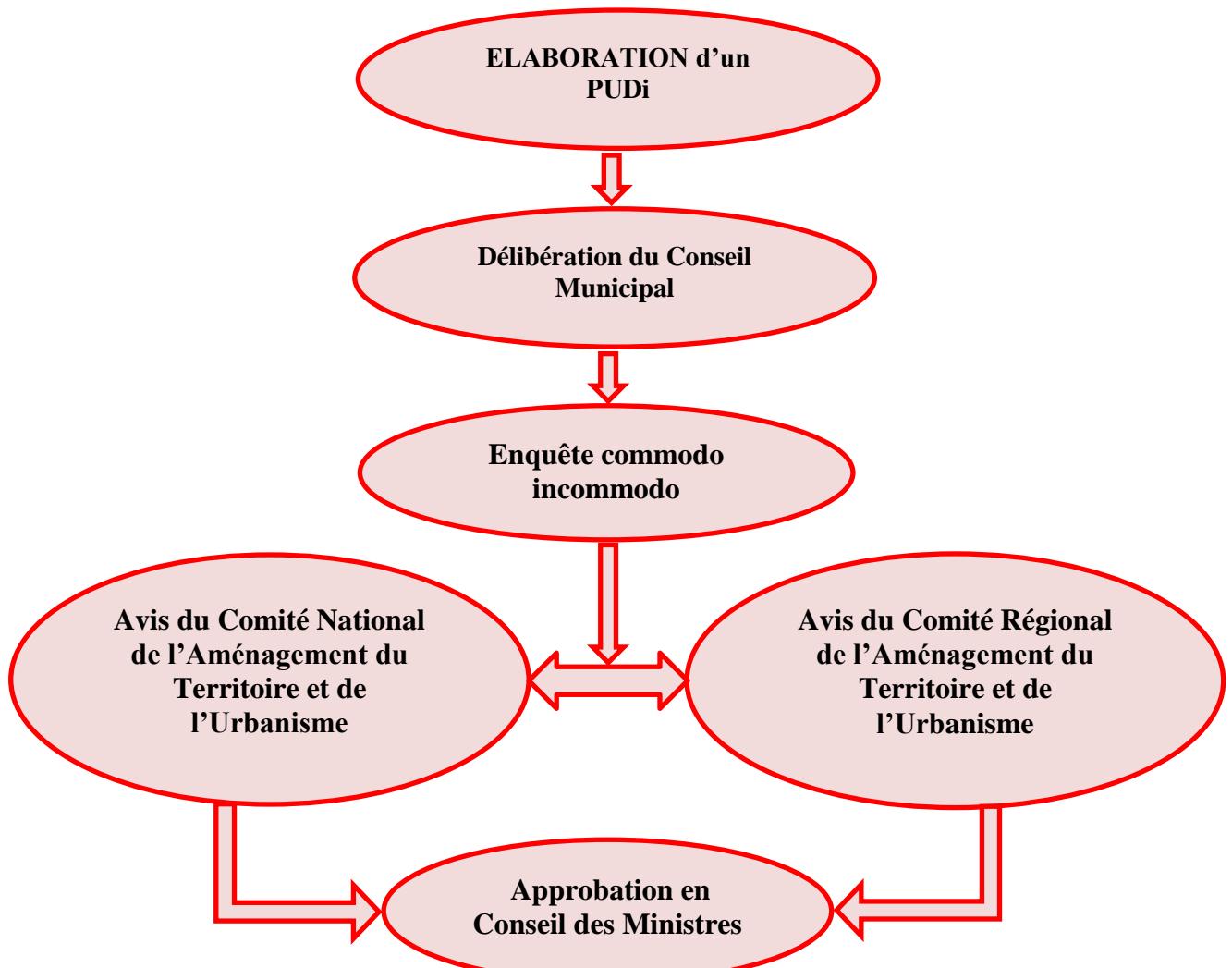


Figure 1 : Diagramme du processus pour une élaboration d'un PUDi

❖ Contenu

Le PUDi fixe les orientations stratégiques des quinze prochaines années (parfois 20) d'une agglomération qui peut comprendre une ou plusieurs Communes urbaines et/ou partie ou totalité d'une ou plusieurs Communes rurales limitrophes.

Il détermine la destination générale des sols en tenant compte des besoins ainsi que la nature et le tracé des équipements et infrastructures, en particulier de transports, la localisation des services et activités importantes.

Il contient alors:

- l'analyse de l'existant (occupation du sol, voirie et réseaux divers comme l'assainissement et l'électricité, les équipements, le zonage du territoire, etc.)
- l'étude sur les besoins dans l'avenir,
- les outils cartographiques schématisant la situation dans l'avenir par thématique avec des affectations précises,
 - les prescriptions et règlements

❖ Nature

Il est fixé par voie réglementaire au sein d'une Commune l'occupation et l'affectation de chacune des zones identifiées et caractérisées.

❖ Effets du PUDi sur le foncier

Après son élaboration, le PUDi peut indiquer :

- les espaces dans lesquels l'Etat, les Communes ou les Etablissements publics peuvent constituer des réserves foncières ;
- les périmètres d'aménagement foncier ;
- les prescriptions techniques sur le foncier dans chaque quartier/ secteur issue des principes qui régissent les constructions à Madagascar qui sont des recueils des prescriptions techniques sur les travaux de Bâtiments à Madagascar.

Il détermine également, la part des logements sociaux c'est à dire les réserves foncières nécessaires à prévoir dans chacun des secteurs et les parties du territoire, dans lesquelles sera établi un plan d'urbanisme de détail

2. Le « Plan d'urbanisme détaillé » ou « PuDé »

• Définition

C'est un plan sur lequel on complète le PUDi par les différentes infrastructures correspondantes à chaque secteur ainsi que leur disposition afin de fixer le mode d'utilisation du sol de la zone.^[1]

- **Modalité d'élaboration**

Le PUDé étudie des secteurs particuliers du Plan d'urbanisme directeur aux secteurs ou quartiers intéressés. Il donne des perspectives d'aménagement sur dix ans. Son élaboration est souvent prescrite par le PUDi d'un quartier dont il fait l'objet. Tout comme le PUDi, il doit être approuvé par décret et opposable aux tiers.

Afin de concrétiser à l'échelle d'un PUDé les impératifs figurant dans le PUDi, il doit contenir les détails suivant :

- ❖ Les modes particuliers d'utilisation du sol ;
- ❖ Les voies d'accès principales et/ou secondaires ;
- ❖ L'espace public,
- ❖ les zones réservées aux secteurs publics et les espaces vertes ;
- ❖ les actions d'assainissement,
- ❖ les programmes de viabilisation et de desserte,
- ❖ les affectations du sol,
- ❖ la constitution de réserves foncières,
- ❖ Un avant-projet sommaire d'adduction d'eau potable
- ❖ Les réseaux électriques et les câbles divers

- **Nature**

Il s'agit d'un urbanisme opérationnel et réglementaire dont la procédure d'approbation est décrétée par le conseil de gouvernement.

- **Effet sur le foncier**

L'élaboration d'un PUDé est destinée à l'usage local. Son élaboration doit être précédée de l'établissement du Plan Local d'Occupation Foncière (PLOF) du secteur ou du quartier intéressé ou à défaut un plan de repérage.

3. Le « Plan sommaire d'urbanisme » ou « PSU »

- **Définition**

Le plan sommaire d'urbanisme est un plan applicable pour la répartition du mode d'utilisation des sols autour des bourgs et au niveau des sorties des villes pour les Communes qui ne peuvent pas avoir un PUDi pour des raisons réglementaires.^[1]

- **Modalité d'élaboration**

On élabore le plan sommaire d'urbanisme dans les zones où le ou les périmètres à l'extérieur du ou desquels sont interdits les lotissements à usage d'habitation et les constructions autres que celles nécessaires à l'exploitation agricole ou à l'exploitation

d'industries ou qui constitueront des équipements d'intérêt général sont admis à l'intérieur du périmètre. Il fixe les règles et les servitudes relatives à l'utilisation du sol à l'intérieur du périmètre, ainsi que les conditions dans lesquelles il peut y être abrogé.

4. Le « Plan local d'urbanisme » ou « PLU »

- **Définition**

Le plan local d'urbanisme est un plan qui a pour objet de justifier et d'expliciter les choix d'aménagement retenus et leur cohérence. Il est le principal document d'urbanisme de planification de l'urbanisme au niveau communal qui permet de gérer non seulement l'affectation des terrains (constructible, naturel ou agricole) à l'intérieur de la Commune, mais fixe également des règles de construction qui s'imposeront aux permis de construire demandés auprès de la Commune.^[29]

- **Modalité d'élaboration**

Ces règles sont au nombre de 14 et fixent, par secteur, respectivement :

- les types d'occupation des sols interdits,
- les types d'occupation des sols autorisés,
- les accès et la voirie,
- la desserte par les réseaux (alimentation en eau potable, évacuation des eaux usées,...),
- la caractéristique des terrains (possibilité de fixer une taille minimale de parcelle constructible),
- l'implantation des constructions par rapport aux emprises publiques,
- l'implantation des constructions par rapport aux limites séparatives,
- l'implantation de plusieurs constructions sur une même parcelle,
- l'emprise au sol de la construction,
- la hauteur des constructions,
- l'aspect des constructions (toiture, façades...),
- la surface allouée au stationnement par parcelle en fonction de la construction,
- l'aménagement des espaces libres,
- la possibilité de limiter la surface habitable en fonction de la surface du terrain qui supporte la construction.

5. Le « Plan d'occupation des sols » ou « POS »

Le plan d'occupation des sols est un document d'urbanisme qui fixe les règles générales et délimite le périmètre de chacune des zones d'affectation et dicte, pour chacune d'entre elles, les règles, les restrictions et les servitudes particulières

d'occupation du sol. Il permet alors d'identifier les zones constructibles et les zones non constructibles c'est-à-dire le droit des sols dans la zone.

6. Le « Schéma de cohérence Territoriale » ou « SCoT »

• Définition

Le « Schéma de cohérence Territoriale » ou « SCoT » est un document de planification de dimension plus grande que le Schéma Directeur, appelait encore Schéma directeur (Schéma Directeur d'Aménagement Urbain SDAU) de 1967 à 1990 qui fixe les orientations générales de restructuration des espaces urbanisées tournées vers l'environnement en vue d'un grand équilibre entre les espaces urbains, et à urbaniser et les espaces naturels et agricoles ou forestiers :

- équilibres social de l'habitat et construction de logement sociaux,
- équilibre entre l'urbanisation et la création de dessertes en transports collectifs,
- objectifs relatifs à l'équipement commercial et artisanal, aux localisations préférentielles des commerces, à la protection des paysages, à la mise en valeur des entrées des Villes et, à la prévention des risques

Le SCoT contient 2 parties :

- document de présentation : rapport de présentation

C'est un diagnostic établi au regard des prévisions économiques et démographiques ainsi que les besoins en matière de développement économique, aménagement de l'espace, environnement, équilibre social de l'habitat , de transports, d'équipement et de service.

- document d'orientation et d'objectifs

Ce sont les prescriptions, les informations imposables au tiers qui s'impose aux documents d'urbanisme locaux sur les orientations générales de l'organisation de l'espace et de la restructuration des espaces urbanisés, et les grands équilibres entre les espaces urbains et à urbaniser et les espaces naturels et agricoles ou forestiers

• Modalité d'élaboration

Le SCOT doit présenter les éléments relatifs :

- aux modes et motifs de déplacement de sa population
- à la problématique du transport de marchandise^[1]

7. Le Schéma National d'Aménagement du Territoire ou « SNAT »

Le Schéma National d'Aménagement du Territoire ou « SNAT » est un schéma de gestion de l'espace à l'échelle nationale qui contient les orientations stratégiques sur la

promotion des zones significatives (pôles urbains, zones de croissance agricole) pour la gestion durable des ressources naturelles, etc. C'est ainsi un outil de coordination, de programmation et un référentiel pour assurer l'intégration territoriale définie par voie réglementaire. [2]

Pour Madagascar, il a été élaboré en 2009

8. Le Schéma Régional d'Aménagement du Territoire ou « SRAT »

- Définition

Le Schéma Régional d'Aménagement du Territoire ou « SRAT » est un document opérationnel de gestion de l'espace à l'échelle de chaque Région administrative qui vise à harmoniser, à coordonner les usages futurs des territoires de la Région. C'est pourquoi, toute intervention d'aménagement et les différents schémas d'aménagement sur la Région devrait s'aligner sur ces orientations du SRAT qui dure 20 ans. [2]

- Modalité d'élaboration

L'élaboration d'un SRAT peut être initiée par la Région, le Ministère ou un projet particulier. L'approbation et la validation sont réalisées au niveau de la Région par un atelier de validation publique et notamment par le Comité Régional d'aménagement du territoire dont le statut et les attributions sont définis par arrêté régional.

Dans sa mise en œuvre, la Région peut sortir des décrets d'application sur des aspects particuliers visant à réaliser les objectifs du SRAT.

Exemple

- constitution d'une réserve foncière sur une zone destinée à être une zone d'accueil de nouveaux migrants ;
- instruction à l'élaboration d'un PUDi pour une ville destinée à être le pôle urbain du territoire, etc...)

V. Réglementation de l'urbanisme

1. Le « Règlement National de l'urbanisme » ou « RNU »

C'est un outil réglementaire qui s'applique à toutes les Communes ne disposant pas de Plan d'Urbanisme, utilisé sans préjudice de l'application des prescriptions nationales par le Maire en délivrant le permis de construire, le permis de lotir et/ou de démolir.

Chaque règle du RNU permet de limiter le droit pour le constructeur de réaliser une construction lorsque celle-ci porterait atteinte à un intérêt public d'urbanisme, d'hygiène ou de sécurité et salubrité.

Ces règles sont réparties sous 3 sections dans le RNU (Article R. 111-16 à Article R.

111-24) qui met en exergue :

- Les règles relatives à la localisation et à la desserte des constructions
- Les règles relatives à l'implantation et au volume des constructions
- Les règles relatives à l'aspect des constructions^[30]

Le code de l'urbanisme et de l'habitat de Madagascar contient des prescriptions techniques détaillées de ces règles dans l'article 133 à l'article 154.^[3]

2. Les autorisations d'utilisation du sol

a. Le certificat d'urbanisme

Le certificat d'urbanisme est un acte administratif qui indique au droit de propriété l'état des règles d'urbanisme applicables pour un terrain donné et permettant de savoir si l'opération immobilière projetée est réalisable.

Il existe 2 catégories de certificat d'urbanisme :

- ❖ Le certificat d'urbanisme d'information (CUa)

Il permet de connaître :

- le droit de l'urbanisme applicable à un terrain ou les dispositions d'urbanisme
- les limitations administratives au droit de propriété : servitudes d'utilité publique, droit de préemption...,
- les taxes et participations d'urbanisme (raccordement à l'égout, voirie et réseaux...)

- ❖ Le certificat d'urbanisme opérationnel (CUb)

Il indique, en plus des informations données par le certificat d'information , lorsque la demande a précisé la nature de l'opération envisagée ainsi que la localisation approximative et la destination des bâtiments projetés:

- si le terrain peut être utilisé pour la réalisation du projet de construction
- l'état des équipements publics existants ou prévus desservant le terrain.

Le certificat d'urbanisme peut être demandé par tout citoyen majeur désirant auprès de la direction ou du service du domaine. Les renseignements rendus publics sont valables pendant 1 (un) an et leur véracité est garantie par le représentant de l'Etat signataire.^[4]

b. Le permis de construire

Toutes les constructions neuves sont soumises au permis de construire, y compris celles ne comportant pas de fondations : constructions nouvelles à usages d'habitation ou d'ouvrages et d'installations techniques, changement de destination des constructions, modification de volume, surélévation, création des niveaux supplémentaires, modification de l'aspect extérieur, etc.

c. Les autorisations spécifiques

Elles sont exigées pour tous autres travaux et installations qui peuvent engendrer des nuisances jugées tolérables pour la population et le milieu environnants, les constructions sur des espaces boisés classés non autorisés,...

Exemple : le permis de démolir, la déclaration de clôture

d. Les droits de préemption

Les droits de préemption sont exercés en vue de la réalisation, dans l'intérêt général, de certaines actions et opérations (Ex: mise en œuvre d'un projet urbain, du renouvellement urbain, d'une politique locale de l'habitat, de mesures en faveur des activités économiques, du développement des loisirs et du tourisme, de la réalisation d'équipements collectifs, de la lutte contre l'insalubrité) ou pour constituer des réserves foncières en vue de permettre la réalisation desdites actions et opérations.

3. Servitudes en urbanisme

Les servitudes d'urbanisme trouvent leurs fondements juridiques dans le Code de l'urbanisme. En dehors des zones couvertes par un plan local d'urbanisme ou un document d'urbanisme, l'autorité administrative peut délimiter un périmètre à l'intérieur duquel l'exécution de travaux est soumise à des règles particulières rendues nécessaires par l'existence d'installations classées pour la protection des biens et des personnes.^[5]

Les servitudes d'urbanisme regroupent ainsi les règles ou mesures constitutives de charges pesant de plein droit sur des terrains ou sur des bâtiments, ayant pour effet de limiter ou d'interdire l'exercice des droits des propriétaires sur ces biens, ou de leur imposer la réalisation de travaux, leur emplacement, ses dimensions, les voies qui y accèdent, les dispositions à prendre à l'intérieur et à l'extérieur des chantiers, selon leur situation, leur destination et leur importance.

Ainsi, elles permettent de limiter:

- L'alignement des constructions : les balcons, les portes, les panneaux publicitaires sur les voies publiques, les bords des canaux, etc.
- L'hygiène des habitants et des ouvriers dans les locaux de travail
- La sécurité publique : les habitants et leurs biens doivent être protégés

Exemples : Servitude de passage : aucune propriété ne doit être enclavée par rapport à une voie d'accès (Loi 2008 – 013 sur les domaines publics)

CHAPITRE 2 : GENERALITES SUR L'ORTHOGRAPHIE

I. Définition

On appelle orthophotographie ou plus communément orthophoto une image obtenue par traitement d'un cliché aérien numérique ou argentique dont la géométrie a été redressée de sorte que chaque point soit superposable à une carte plane qui lui correspond.

En d'autres termes, une orthophotographie est prise à la verticale de tous les points qu'elle figure, ces points étant situés sur.^[31]

II. Méthodologie

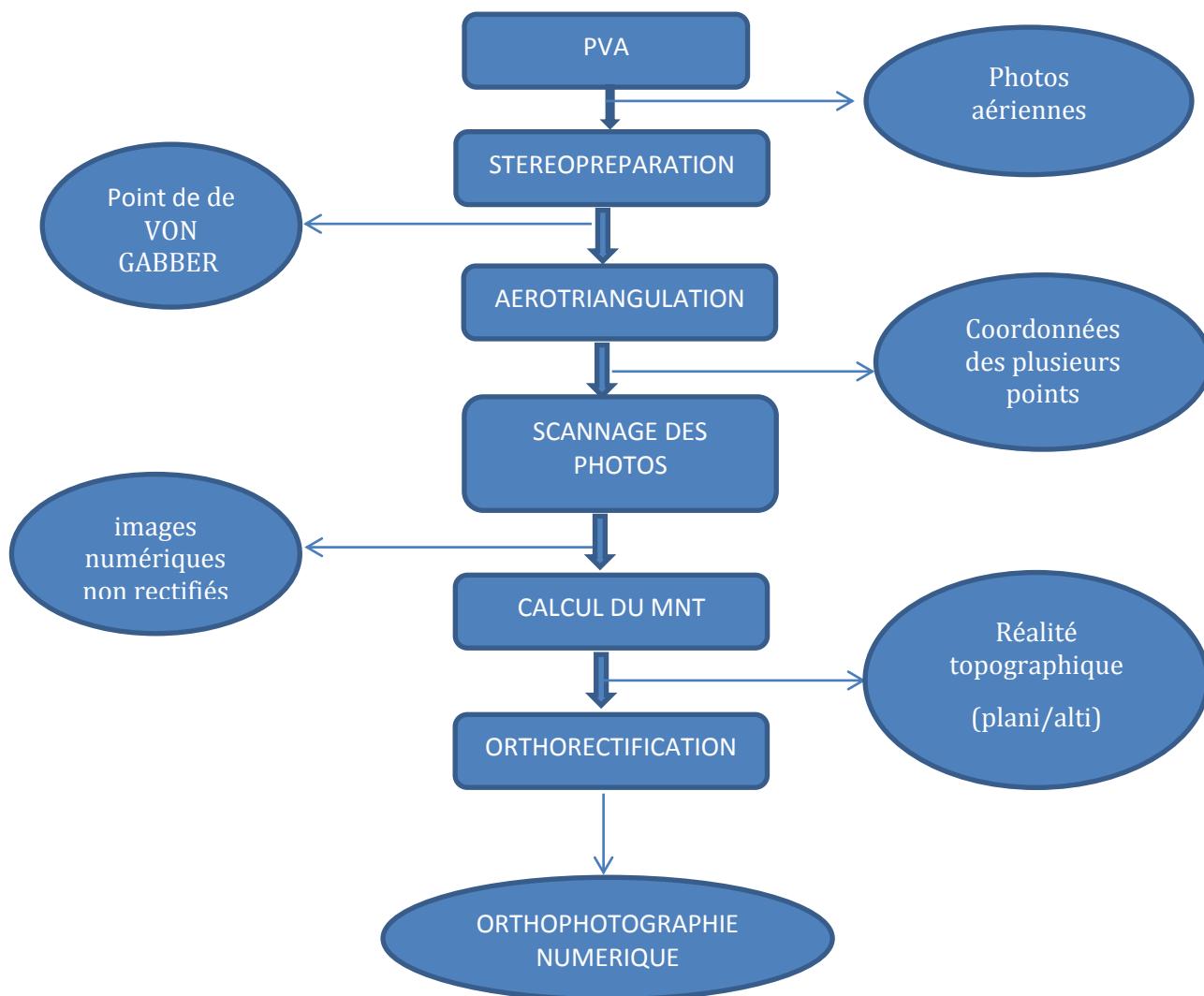


Figure 2 : Processus de production d'un orthophoto

1. La prise de vue aérienne (PVA)

C'est la prise des photos recouvrant la zone à orthophotographier, prises à partir d'une caméra montée dans un avion spécialement équipé. Les prises de vue sont généralement effectuées en mode noir et blanc, mais il est également possible d'acquérir en noir et blanc ou en infrarouge.



La préparation du vol

- Détermination de la zone à photographier
- Transformation de cette zone en lignes de vol suivant les paramètres requis : altitude de vol H, focale de l'appareil p, recouvrement longitudinal R, recouvrement latérale r, format de l'image F, l'échelle E,....

On a les formules suivantes :

$$\text{Echelle : } E = \frac{p}{H} \quad (1) \quad [24]$$

$$\text{Intervalle entre 2 axes : } N_a N_{a+1} = \frac{100-r}{100} \times F \times E \quad (2) \quad [24]$$

$$\text{Nombres des axes : } n_{\text{axes}} = \frac{l}{N_a N_{a+1}} \quad (3) \text{ où } l \text{ est la largeur du chantier} \quad [24]$$

$$\text{Intervalle entre 2 clichés : } N_c N_{c+1} = \frac{100-R}{100} \times F \times E \quad (4) \quad [24]$$

$$\text{Nombres des clichés : } n_{\text{clichés}} = \frac{L}{N_c N_{c+1}} \quad (5) \text{ où } L \text{ est la largeur du chantier} \quad [24]$$

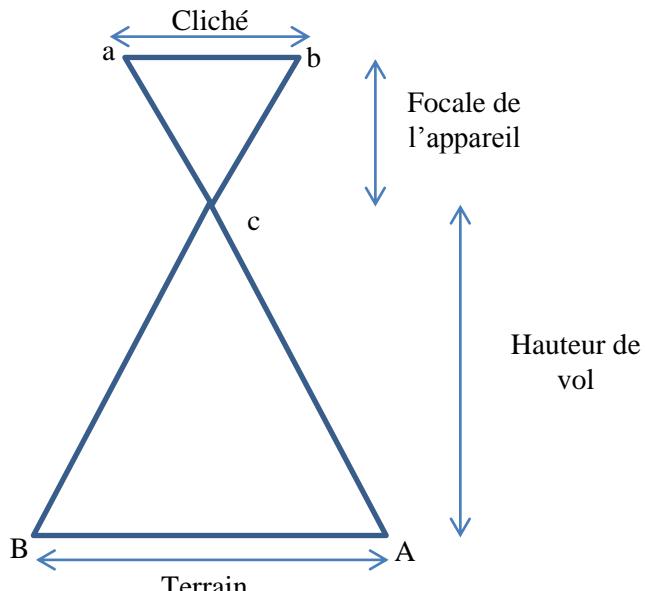


Figure 3 : PVA

- établissement de plan de vol : c'est le document qui permettra au navigateur de diriger le vol sur le chantier. Il contient le sens du vol, les axes de prises de vue, le précentrage, les nombres de clichés, la hauteur de vol H, la surface à couvrir, ...

- préparation de l'équipement de l'avion



Les conditions atmosphériques et météorologiques

Le temps idéal pour effectuer une bonne prise de vue devrait être sans nuages. Le pire ennemi de l'opérateur est le cumulus (nuages de basse altitude) car il se trouve entre l'objectif et le sol. Cependant les cirrus (nuages de haute altitude) peuvent s'avérer très utiles

car ils permettent un éclairage diffus, et atténuent ainsi les ombres fortes.

Les autres contraintes atmosphériques peuvent être causées par : la condensation (rosée, brouillard), l'humidité de l'air, et en zone urbaine la pollution. En effet, l'air doit être le plus pur possible, sans nuage et sans pollution .Le trop fort ensoleillement pouvant générer des reflets spéculaires, sur les zones d'eau ou les surfaces claires.

L'heure de vol idéal serait de prendre des photos quand le soleil est à son zénith (90°) c'est-à-dire de 10h à 14h. Cela permettrait ainsi de limiter les ombres portées.^[6]

2. La stéréopréparation

La stéréopréparation est l'opération topographique au sol qui permet de déterminer quelques points de calage nécessaires aux photos, tant altimétrique que planimétrique, permettant d'avoir une restitution exacte des photos et une bonne verticalité du MNT.

Elle consiste à déposer au sol des plaques visibles depuis l'avion ; leur taille est en fonction de l'échelle de la prise de vue. Leurs coordonnées sont déterminées par des méthodes topométriques classiques (détermination planimétrique, détermination altimétrique, levé au GPS)

Cependant, l'opération de calage des clichées nécessite la présence de six points d'appuis appelés « point de VON GABBER » à l'intérieur de chaque couple de disposition comme suit :

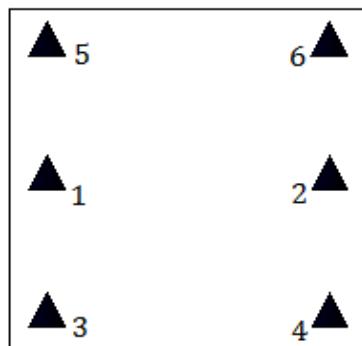


Figure 4 : Position des points d'appui

3. L'aérotriangulation

Lors du vol entrepris, des distorsions optiques sont systématiquement générées du fait d'une part, que les clichés ne sont pas parfaitement perpendiculaires, et d'autre part que le relief du terrain n'est pas toujours plat. Il convient donc de rectifier la photo pour qu'elle devienne superposable à une carte dite géoréférencée . Pour ce faire, nous devons créer des blocs de bandes d'au moins 3 photos ou « blocs d'aérotriangulation » qui

permettront d'affiner et de parfaire le positionnement et l'orientation des clichés dans l'espace.

Ainsi, l'aérotriangulation consiste à positionner et à orienter chaque cliché du bloc en vue de la détermination des coordonnées des plusieurs points. Cela peut s'effectuer grâce aux points communs de « liaison » présents dans les zones de recouvrement entre 2 clichés d'une part, et aux relevés GPS des « points d'appui » de la stéréopréparation.

Le recouvrement avoisine 60 % à l'intérieur d'une bande et 20 % entre bandes parallèles.^[7]

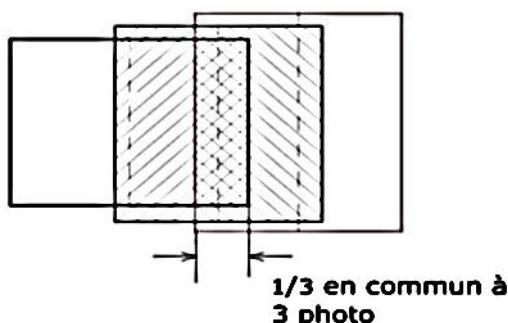


Figure 5: Recouvrement longitudinal

4. Le scannage

Le scannage est la numérisation des clichés aériens analogiques. En d'autres termes, c'est le développement du film obtenu à l'étape précédente en produisant des diapositives numérisées grâce à un scanner photogrammétrique avec une résolution de 22,5 ou 15 micromètres afin d'obtenir des images numériques non rectifiées en notant que ces images ne correspondent pas à la réalité.

5. Le calcul du MNT

Un Modèle Numérique de Terrain (MNT) est une représentation simplifiée de la réalité topographique en coordonnées altimétriques et planimétriques sous forme du relief. Il est constitué par des triangles élémentaires, définissant le terrain sous forme de plusieurs facettes.

Il est obtenu soit par la corrélation automatique à partir de vision radiométrique par les points d'aérotriangulation parfois amélioré avec les données altimétriques de la carte de base à une échelle permettant la précision requise (courbes de niveaux, points côtés et hydro).

6. L'orthorectification

L'orthorectification consiste à :

- Corriger l'inclinaison de la prise de vue,
- Aplanir le terrain, c'est-à-dire rectifier l'inclinaison des objets due aux pentes (relief),
- Corriger l'erreur de parallaxe commise à la visée, ainsi que les déformations optiques des objectifs et appareils utilisés. [31]

Trois opérations de rectifications sont à considérer lors du calcul de l'orthophotographie à partir d'un cliché aérien stéréoscopique :

- ❖ Correction géométrique des photos scannées : C'est la correction des erreurs de prise de vue en franchissant les 3 opérations suivantes :
 - Calcul des orientations des orthophoto dans l'espace pour prendre en compte des déformations introduites par la distorsion de l'appareil photo, l'inclinaison lors de la prise de vue, et lors de la numérisation
 - Calcul du relief grâce au Modèle numérique de terrain (MNT),
 - puis l'ortho-rectification des images pour corriger les erreurs inhérentes au relief
- ❖ correction radiométrique : C'est l'amélioration des couleurs consistant à assurer l'équilibre chromatique ou l'homogénéité de la saturation des couleurs et des contrastes pour avoir des images continues et homogènes.
- ❖ Assemblage des images et réalisation d'une mosaïque : C'est le regroupement puis assemblage des photos pour former une grille de mosaique pour obtenir une zone photographique précise ortho-rectifiée et radiométriquement homogène.

III. Utilisation des orthophotographies

Elles sont utilisées dans des domaines variés telles que l'aménagement du territoire, l'urbanisme, l'environnement, l'agriculture, l'archéologie, la communication, etc. pour de nombreuses applications comme l'étude d'impact, la révision du Plan d'Occupation des Sols (POS), l'analyse du paysage, la gestion des aides, les plans de préventions, Géomatique, etc.

Elles permettent l'identification d'objets, la mesure planimétrique et servent de fonds cartographiques dans les Systèmes d'information géographique (SIG) : actuellement, Madagascar utilise l'orthophoto comme élément de base pour la constitution du Plan Local d'Occupation Foncière (PLOF).

IV. Fonction de l'orthophotographie dans l'urbanisme

Pour l'urbanisme, l'intérêt est notamment :

- Contrôle plus fin des zonages dans les documents de planification

- Contrôle des éléments protégés dans les documents de planification (arbres remarquables, etc)
- Meilleure appréciation de l'impact des projets de construction
- Suivi plus précis de la consommation foncière
- Meilleur rendu cartographique
- Meilleure information sur la nature des terres lors des interventions foncières
- Utilisation en urbanisme opérationnel : conception des espaces publics par exemple

V. Précision

La précision de l'orthophoto dépend de plusieurs paramètres tels que :

- ❖ L'échelle photographique brute de terrain
- ❖ L'échelle de l'orthophotographie
- ❖ La précision de scannage
- ❖ La résolution de l'échantillonnage du M.N.T
- ❖ Le calage des points
- ❖ Le logiciel de traitement

La précision de la prise de vue peut varier selon les trois éléments : l'échelle d'un cliché E_c , la base b et les hauteurs h de la prise de vue.

$$\text{Précision planimétrique} : E_p = \frac{0,015}{E_c} \quad (6) \quad [8]$$

$$\text{Précision altimétrique} : E_a = \frac{0,015}{E_c} * \frac{b}{h} \quad (7) \quad [8]$$

CHAPITRE 3: DESCRIPTION DE LA ZONE D'ETUDES

I. Description de la région Analamanga

1. Localisation administrative et géographique

Analamanga est l'une des vingt-deux régions de Madagascar. Elle est située dans l'ex-province d'Antananarivo, dans le centre de l'île. La région s'étend sur une superficie de superficie de 16 911 km² et est constituée de huit districts et 134 Communes.

Elle est délimitée :

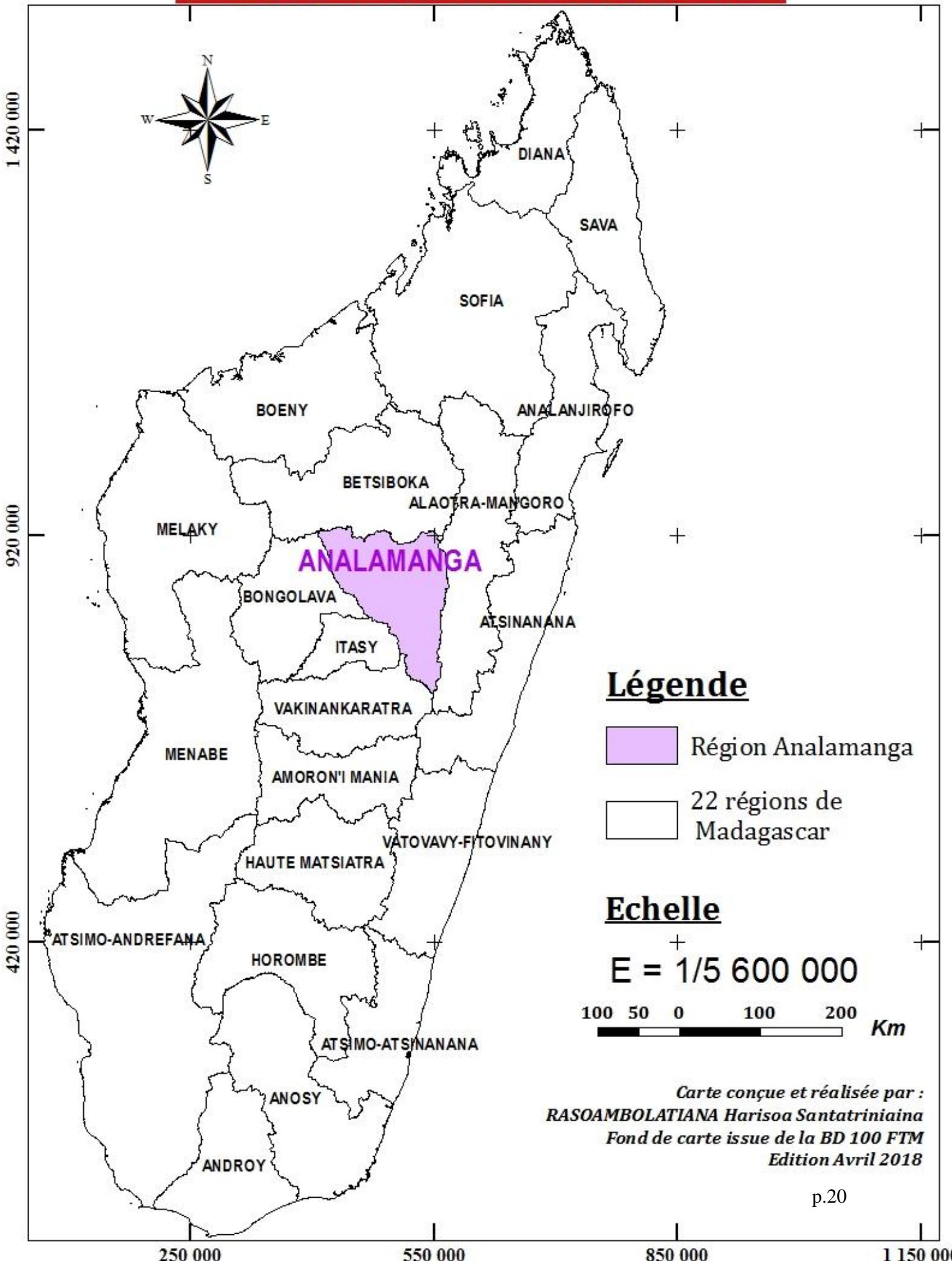
- Au Nord-Ouest : par la région Betsiboka
- A l'est : par la région Alaotra-Mangoro
- Au sud-est : par la région Vakinakaratra
- A l'ouest : par les régions Itasy et Bongolava

Elle est encadrée par les coordonnées rectangulaires du système Laborde Madagascar suivantes :

X_{min} = 406291 m et X_{max} = 568 729 m

Y_{min} = 726 294 m et Y_{max} = 932 402 m

CARTE DE LOCALISATION DE LA REGION ANALAMANGA DANS LES 22 REGIONS DE MADAGASCAR



2. Situation démographique

La population de la région est estimée à environ 3 532 454 habitants.

Tableau 1 : Population de la région Analamanga par district

District	Superficie [Km ²]	Nombre d'habitants	Densité par km ² (Hab/km ²)
AMBOHIDRATRIMO	1417	420 921	297
ANDRAMASINA	1613	179 454	111
ANJOZOROBE	3684	186 849	51
ANKAZOBE	7610	159 855	21
ANTANANARIVO ATSIMONDRAVO	587	617 277	1052
ANTANANARIVO AVARADRANO	536	382 422	713
ANTANANARIVO RENIVOHITRA	72	1 370 326	19 032
MANJAKANDRIANA	1392	215 349	155

Source : Instat Madagascar, année 2014



Figure 6 : Diagramme de répartition de la population Région Analamanga

II. Description du district Antananarivo-Avaradrano

1. Localisation administrative et géographique

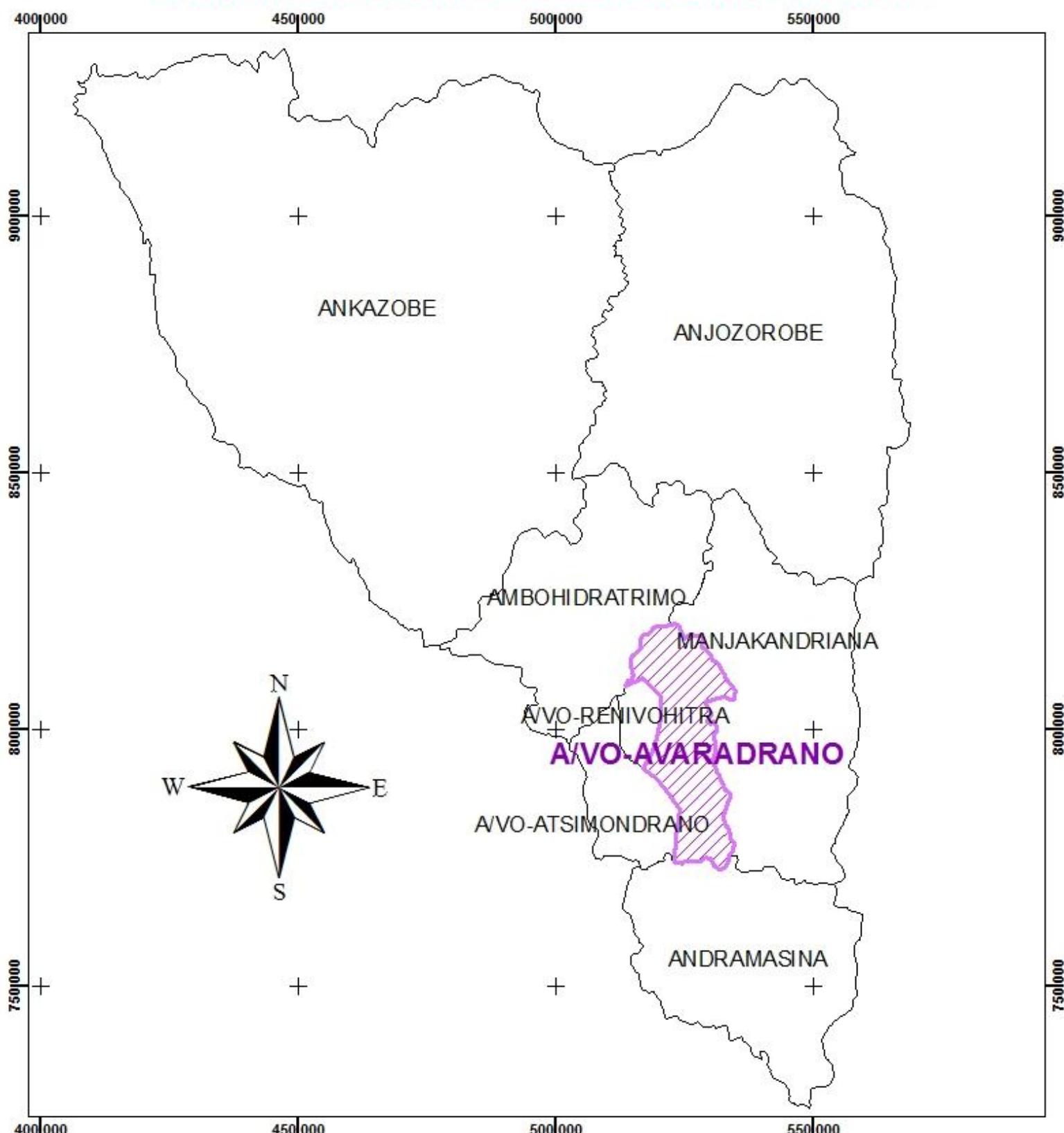
La superficie du district Antananarivo-Avaradrano est de 543 Km². Il est composé de 12 Communes. Il est encadré par :

- Le district d'Ambohidratrimo au Nord-Ouest
- Le district de Manjakandriana à l'est
- Le district d'Andramasina au Sud
- Le district d'Antananarivo-renivohitra et Antananarivo-Atsimondrano à l'ouest

Il est encadré par les coordonnées rectangulaires du système Laborde Madagascar suivantes : X_{min} = 513 404m et X_{max} = 534 845m

Y_{min} = 772 647m et Y_{max} = 820 447m

CARTE DE LOCALISATION DU DISTRICT ANTANANARIVO-AVARADRANO DANS LA REGION ANALAMANGA



Légende

District
Antananarivo-Avaradrano

8 districts de la
région Analamanga

Carte conçue et réalisée par:
RASOAMBOLATIANA Harisoa Santatriniaina
Fond de carte issue de la BD 100 FTM
Edition Avril 2018

50 000 25 000 0 50 000 Mètre

Echelle : E=1/1 000 000

2. Situation démographique

Tableau 2 : Population d'Antananarivo Avaradrano

Commune	Superficie (Km ²)	Nombre d'habitants	Densité par km ² (Hab/km ²)
ALASORA	22	40 676	1 841
ANKADIKELY ILAFY	33	75 338	2 287
AMBOHIMANAMBOLA	17	13 260	761
SABOTSY NAMEHANA	23	56 565	2 495
AMBOHIMANGAKELY	53	64 975	1 900
AMBOHIMALAZA MIRAY	36	11 599	320
FIEFERANA	33	6 226	188
AMBOHIMANGA ROVA	46	16 270	350
TALATA VOLONONDRY	88	22 567	256
ANJEVA GARA	26	6 737	264
MASINDRAY	53	11 025	208
ANKADINANDRIANA	131	14 518	111

Source : Instat Madagascar, année 2014

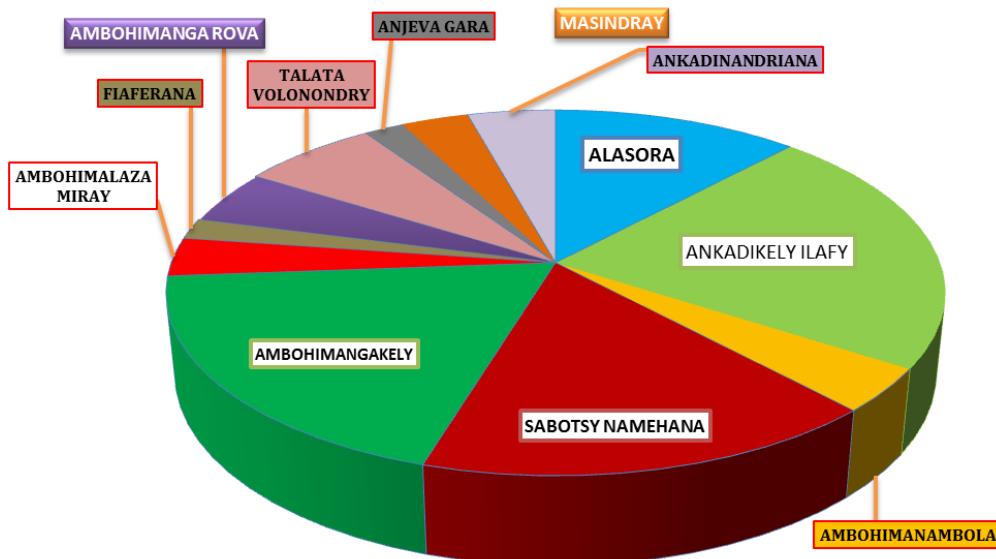


Figure 7 : Diagramme de répartition de la population Antananarivo Avaradrano

III. Description de la Commune d'Ambohimangakely

1. Localisation administrative et géographique

La Commune d'Ambohimangakely se trouve dans le district d'Antananarivo Avaradrano selon les douze Communes subdivisions de la région d'Analamanga. Elle est classée parmi les Communes rurales deuxièmes catégories. Elle se situe à une distance de 8 Km par rapport à la Commune Antananarivo renivohitra et le PK0 en prenant la route

nationale n° 2.

Elle s'étend sur une superficie de 53 Km² et repartit en 17 fokontany.

Elle est délimitée :

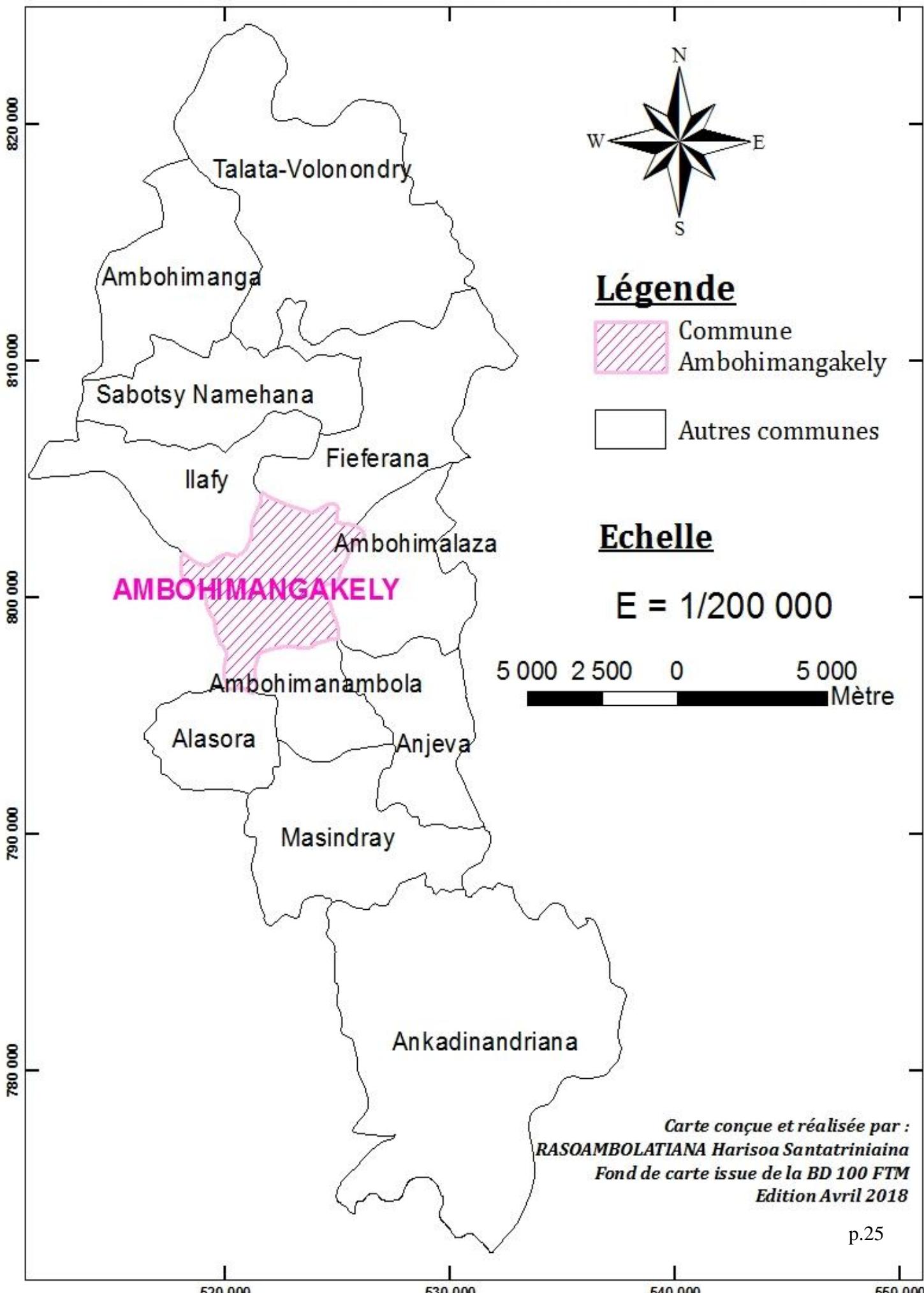
- Au Nord-Ouest par la Commune d'Ankadikely ilafy
- Au Nord-est par la Commune de Fieferana
- A l'est par la Commune d'Ambohimalaza
- Au sud par les Communes d'Anjeva, Ambohimanambola et Alasora
- A l'ouest par la Commune Antananarivo Renivohitra (5^{ème} arrondissement)

Elle est encadrée par les coordonnées rectangulaires du système Laborde Madagascar suivantes :

X_{min} = 518 027 m et X_{max} = 526 213m

Y_{min} = 795 986m et Y_{max} = 804 438m

CARTE DE LOCALISATION DE LA COMMUNE AMBOHIMANGAKELY DANS LES 12 COMMUNES D'ANTANANARIVO-AVARADRANO



X=518.000

X=518.250

X=518.500

X=518.750

- Y=804.500

+

+

+

- Y=804.500



- Y=804.000

+

+

- Y=804.000

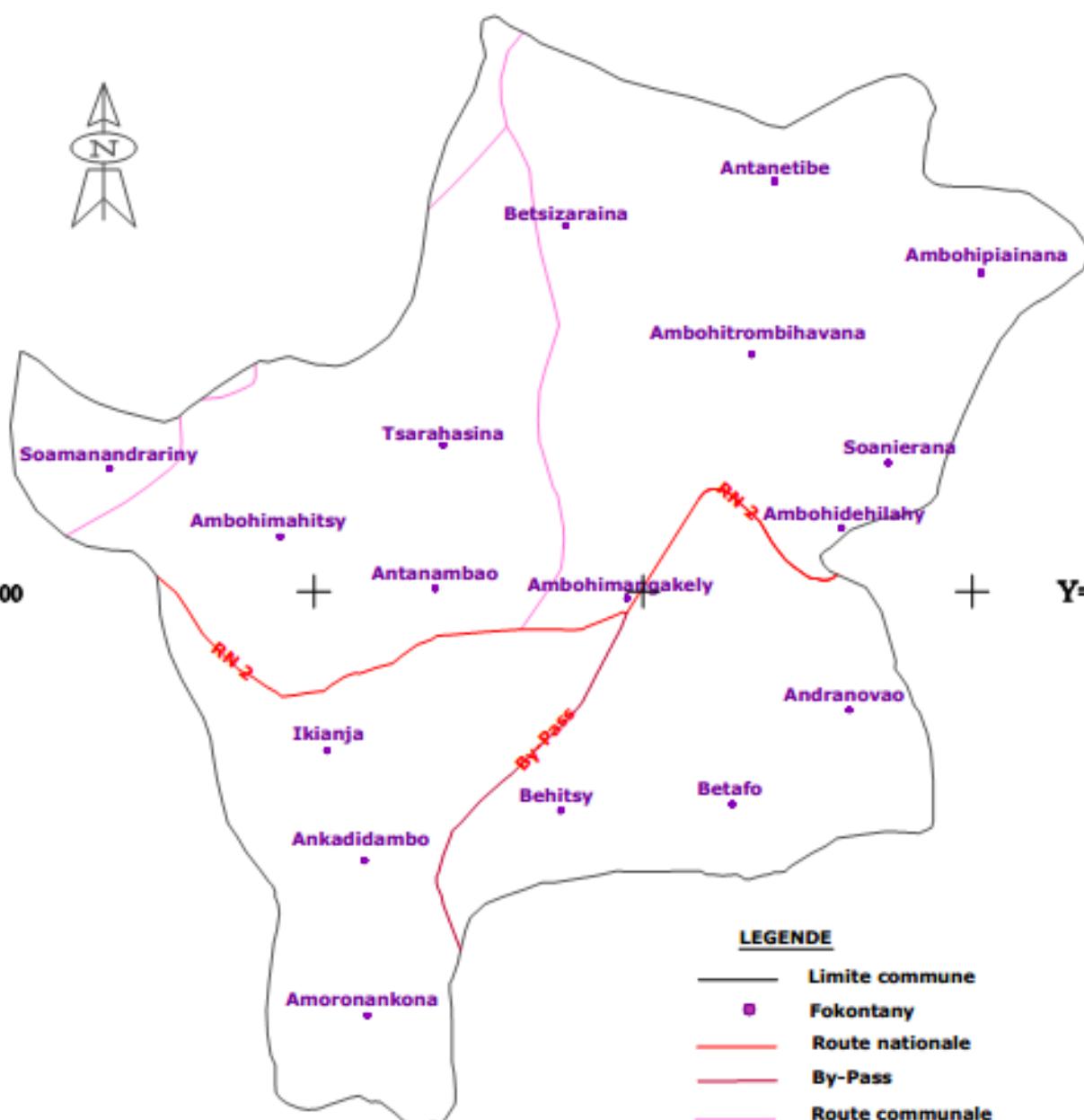
X=518.250

X=518.500

X=518.750

- Y=803.500

CARTE DE REPARTITION DES FOKONTANY



LEGENDE

- Limite commune
- Fokontany
- Route nationale
- By-Pass
- Route communale

CARTE DE LOCALISATION DE LA ZONE



2. Situation démographique

La Commune rurale d'Ambohimangakely est peuplée de 79.158 habitants, dont une densité moyenne de 1.314 habitants/km².

❖ Tableau 3 : Répartition de la population par Fokontany

Fokontany	Superficie (km ²)	Nombre d'habitants	Densité(Hab/km ²)	Nombre de toits
<u>Soamanandrariny</u>	5	10771	2.154	1.547
Ambohimahitsy	7	24 811	3.544	3.871
Ikianja	4	8 112	2.028	3.872
Ankadindambo	2	2 649	1.325	269
Antanambao	2	5 019	2.510	410
Ambohimangakely	3	3 502	1.167	572
Tsarahasina	4	2 973	743	335
Betsizaraina	3	3 110	1.037	332
Antanetibe Ikianja	4	2 460	615	412
Ambohitrombihavana	3	1 852	617	295
Ambohidehilahy	2	1 534	767	194
Soanierana	1	1 243	1.243	322
Ambohipiaainana	2	1 493	747	615
Andranovao	4	2 889	722	152
Betafo	3	2 401	800	150
Behitsy	2	1 904	952	24
Amoronankona	2	2 435	1.218	90
TOTAL	53	79 158	1.314	13.462

Source : Recensement par fokontany, année 2009

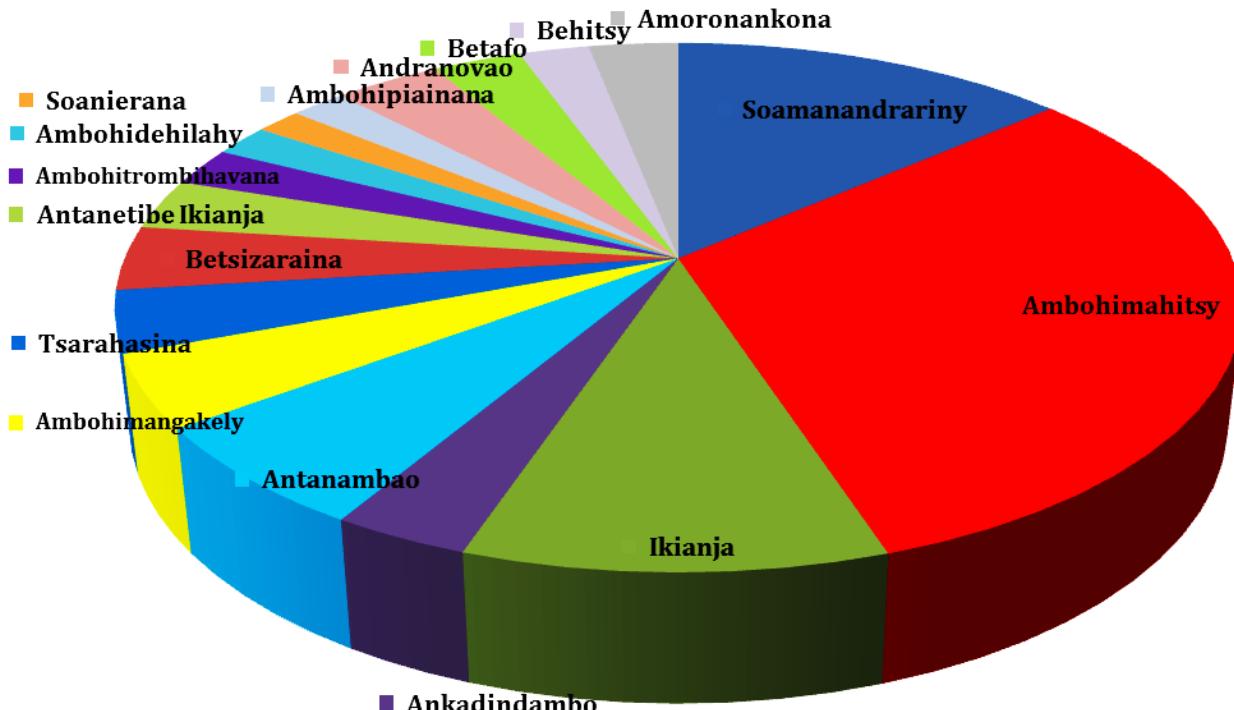


Figure 8 : Diagramme de répartition de la population Commune Ambohimangakely

❖ Tableau 4 : Répartition de la population pour chaque fokontany par tranche d'âge et par sexe

FOKONTANY	0-5		6-10		11-18		19-25		26-59		60 et +		Total	
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
Somanandrariny	788	866	679	765	1282	1370	567	562	2740	3184	993	1058	7049	7805
Ambohimahitsy-Manantenasoa	1640	1750	1310	1120	1919	2390	1152	1187	1950	2021	1350	1100	9321	9568
Ikianja	605	616	551	542	966	977	1217	1228	1866	1877	377	458	5582	5698
Ankadindambo	294	297	173	182	400	411	133	136	362	385	40	70	1402	1481
Tsarahasina	26	37	195	205	308	329	192	223	620	595	48	52	1389	1441
Antanambao	257	263	269	273	728	732	167	185	1286	1314	238	265	2945	3032
Ambohimangakely	393	370	313	287	317	318	285	272	1082	1092	132	187	2522	2526
Betsizaraina	118	96	218	254	304	381	265	448	414	405	58	96	1377	1680
Antanetibe-Ikianja	87	88	127	117	159	180	114	134	473	484	52	43	1012	1046
Betafo	50	65	175	205	330	315	285	275	309	300	54	58	1203	1218
Behitsy	25	34	81	80	168	195	63	72	292	282	33	31	662	694
Amoronankona	94	98	130	110	94	135	148	168	205	239	60	75	731	825
Andranovao	178	170	350	316	455	463	329	301	795	753	78	76	2185	2079
Ambohitrombihavana	55	76	93	102	112	122	109	126	143	178	29	52	541	656
Ambohidehilahy	45	55	40	60	72	75	100	116	36	64	20	32	313	402
Soanierana	16	12	11	13	21	29	27	36	38	34	10	14	123	138
Ambohipainana	28	24	40	33	43	44	27	38	105	112	9	9	252	260
TOTAL	4306	4547	4442	4377	7361	8148	4895	5235	11634	12227	3449	3489	38609	40549
													TOTAL	79158

Source : Recensement par fokontany, année 2009

❖ **Taux d'accroissement annuel**

C'est la différence entre le taux de natalité et le taux de mortalité

Tableau 5 : Taux d'accroissement annuel

Année	Nombre de la Population	Taux d'accroissement Annuel (Base 100 : Année 1994)	Naissances	Décès
1994	36 545	100	781	147
1995	37 955	112,03	845	128
1996	39 589	116,85	887	177
1997	40 772	120,34	1 066	173
1998	42 345	124,98	1 761	179
1999	43 979	129,81	1 257	199
2000	45 952	135,63	1 387	184
2002	47 693	140,77	1 620	173
2004	50 178	147,01	1 455	280
2005	61 399	181,22	1 823	173

Source : Bureau de la Commune d'Ambohimangakely, Service Technique, année 2005

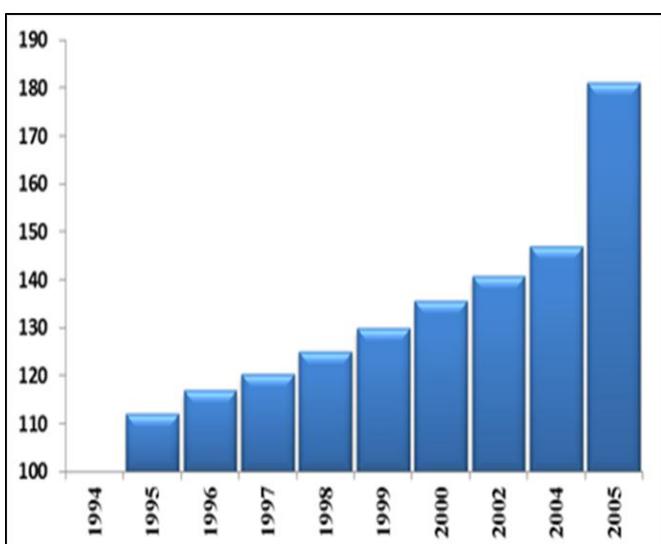


Figure 10: Taux d'accroissement annuel

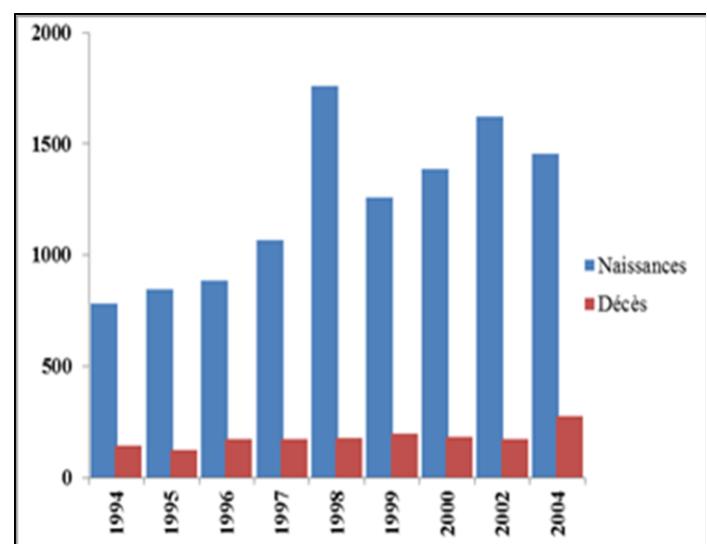


Figure 9 : Taux de natalité et de mortalité

3. Situation socio-économique et culturelle

❖ Tableau 6 : VOIRIE ET RESEAUX DIVERS

FOKONTANY	Route Communal (Kilomètre)	Sentier Public (Kilomètre)	Canal d'irrigation (Kilomètre)
Ambohidehilahy	2.200	2.100	1.000
Ambohimahitsy	6.476	2.997	1.444
Ambohimangakely	0.912	0.860	3.000
Ambohipainana	4.975	4.700	5.900
Ambohitrombihavana	2.287	2.000	1.700
Amoronankona	1.720	0.730	1.150
Andranovao	6.400	5.500	3.700
Ankadindambo	1.344	0.632	1.920
Antanambao	0.934	0.670	0.473
Antanetibe-Ikianja	6.570	8.450	14.000
Behitsy	2.409	3.264	0.550
Betafo	2.934	3.420	9.000
Betsizaraina	6.700	8.150	16.200
Ikianja	3.504	2.000	3.700
Soamanandrariny	6.730	3.680	5.467
Soanierana	1.800	0.400	2.200
Tsarahasina	3.780	0.830	7.460
TOTAL	61.675	50.383	78.864

Source: Commune Rurale Ambohimangakely, Année 2016

❖ Tableau 7 : ETABLISSEMENT PEDAGOGIQUES

		Nombre d'Etablissement	Nombre de salle	Effectif des étudiants
Enseignement Primaire	EPP	13	72	4060
	Privé	22	176	7115
Enseignement Secondaire	CEG	2	16	667
	Privé	12	68	2666
Enseignement Niveau III	Lycée	1	10	250
	privé + centre de formation	4	26	582

Source: Commune Rurale Ambohimangakely, Année 2016

❖ **Tableau 8 : EQUIPEMENTS ET INFRASTRUCTURES DIVERS**

Fokontany	Bornes Fontaines	Lavoirs Publics	W.C. Publics	Douches Publiques	Bacs à Ordures
Ambohidahilahy	4				
Ambohimahitsy	4		1		3
Ambohimangakely	2	1			
Amoronakona			1		
Ankadindambo	3				
Antanambao	2	1	1	1	1
Betafo			1		
Ikianja	19				1
Soamanandrariny	6	1	1	1	3
TOTAL	44	3	5	2	8

Source: Commune Rurale Ambohimangakely, Année 2016

❖ **Tableau 9 : ETABLISSEMENT SANITAIRE**

	Nombre	Localisation
CSB II	1	Antanambao
PRIVES	6	PROMOFEM Antanambao
		Clinique Médical Adventiste Soamanandrariny
		Clinique Dominique Ambohimangakely
		Dispensaire catholique Soamanandrariny
		Dispensaire AKAMASOA Ambohimahitsy
		Dispensaire FJKM Soamanandrariny

Source: Commune Rurale Ambohimangakely, Année 2016

❖ **EQUIPEMENTS SPORTIFS**

La Commune ne possède pas d'équipements sportifs propres. En revanche de nombreux équipements privés appartenant sont installés dans la Commune.

Tableau 10 : EQUIPEMENTS SPORTIFS

Nombre	Equipement	Lieu	Proprietaire
1	gymnase couvert	Ambohimahitsy	AKAMASOA
6	Terrain de foot	Andralanitra	AKAMASOA
		Andranovao	EPP Andranovao
		Soamanandrariny	LYPARS
		Ambohimangakely	CEG/Lycée Ambohimangakely
		Soamanandrariny	CFTP Ankandrina
		Ambohimahitsy	AKAMASOA
4	Terrain de basket	Ambohimangakely	CEG/Lycée Ambohimangakely
		Soamanandrariny	LYPARS
		Andralanitra	AKAMASOA
		Ambohimahitsy	AKAMASOA
2	Terrain de volley	Andralanitra	AKAMASOA
		Ambohimangakely	CEG/Lycée Ambohimangakely

Source: Commune Rurale Ambohimangakely, Année 2016

❖ **Tableau 11 : ETABLISSEMENTS CULTUELS**

Nombre	Etablissement	Lieu
6	Eglise Catholique Apostolique Romaine (ECAR)	Soamanandrariny, Ambohimangakely, Ambohimahitsy, Tsarahasina, Behintsy
1	Eglise Catholique Orthodoxe	Ankandrina
11	Temple Protestant (FJKM)	Soamanandrariny, Ikianja, Akadindambo, Antanambao, Betsizaraina , Ambohitrombihavana, Behitsy, Betafo, Andranovao,Tsarahasina, Antanetibe Ikianja
1	Eglise Anglican	Ambohimangakely
1	Eglise Luthérien (FLM)	Ambohimangakely
1	Centre de formation évangélique de l'Océan Indien (CEFOI)	Ambohimangakely
2	Eglise Adventiste	Soamanandrariny

Source: Commune Rurale Ambohimangakely, Année 2016

❖ **Tableau 12 : Répartition population active**

Secteur primaire	Secteur Secondaire	Secteur tertiaire
58,4 %	26,0 %	15,6 %

Source: Commune Rurale Ambohimangakely, Année 2016

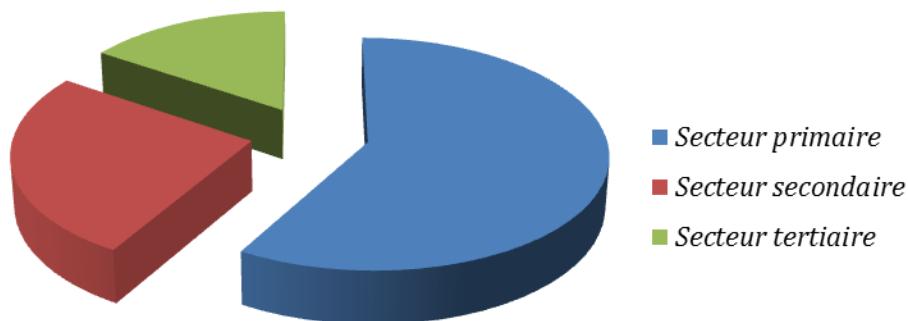


Figure 11 : Répartition population active

❖ **Tableau 13 : PRODUCTION AGRICOLE**

Fokontany	Exploitants	Rizières		Tanety		Marécage	
		Surface cultivable [ha]	Surface cultivée [ha]	Surface cultivable [ha]	Surface cultivée [ha]	Surface cultivable [ha]	Surface cultivée [ha]
Ambohidehilahy	134	5	5	3	1	1	1
Ambohimahitsy	20	2	1,5	-	-	0,5	0,5
Ambohimangakely	119	18	15	6	3	0,5	0,5
Ambohipiainana	250	70	70	150	20	25	15
Ambohitrombihavana	150	26	26	50	5	4	2
Amoronakona	241	78	17	50	35	35	30
Andranovao	200	60	60	200	25	75	12
Ankadindambo	34	6	6	1	1	2	2
<u>Antanambao</u>	91	16	16	2	1	5	1,5
Antanetibe	704	85	85	300	50	40	30
Behitsy	203	53	47	85	35	37	35
Betafo	350	76	75	135	25	100	50
Betsizaraina	418	75	75	160	25	30	10
Ikianja	368	45	25	10	3	6	4
Soamanandrariny	30	3	3	2	1	0,5	0,5
Soanierana	18	3	3	5	1	-	-
Tsarahasina	308	50	50	150	20	4	2
TOTAL	3 638	671	579,5	1 309	251	365,5	196

Source : CIRAGRI Avaradrano, Année 2015

➤ Tableau 14 : Cultures saisonnières

	Culture traditionnelle				Culture améliorée				TOTAL				
	Producteurs	Surface (ha)	Rendt (t/ha)	Produc.t.(t)	Producteurs	Surface (ha)	Rendt (t/ha)	Produc.t.(t)	Producteurs	Surface (ha)	Rendt (t/ha)	Produc.t.(t)	
Riz	2 216	382,5	5,5	1127,5	1289	267	6,7	925,5	2946	649,5	6,1	2053	
CULTURE LEGUMINEUSES ET POMME DE TERRE	Arachide	58	3	1	3	69	2	1,3	2,6	98	5	1,15	5,6
	Haricot	105	7	1	7	153	13	2	26	258	20	1,5	33
	Maïs	103	8	1,2	9,6	102	4	2	8	192	12	1,6	17,6
	Voandzou	425	10	2,8	28	103	5	3,8	19	358	3,4	3,3	47
	Tomates	88	2	3	6	153	8	7	56	225	10	5	62
	Manioc	1 800	200	6	1 200	405	20	10	200	2 000	220	8	1 400
CULTURE FRUITS	Patate douce	252	25	3	75	172	15	7	105	360	40	5	180
	Pomme de terre	173	4	4	16	105	8	6	48	253	12	5	64

Source : Conseiller agricole d' Ambohimangakely. Année 2016

➤ Tableau 15 : Cultures maraîchères

Produits		Superficie / Nombre	Production (t)
LEGUMES	Choux	7,4 ha	480
	Petit pois	16 ha	35
	Brèdes (variés)	8,8 ha	210
FRUITS	Pêches	568 pieds	3,7
	Pommiers	135 pieds	0,3
	Bibassiers	384 pieds	3,1
	Ananas	7 600 pieds	13,7

Source : CIRAGRI Avaradrano, Année 2015

❖ Tableau 16 : PRODUCTION ELEVAGE

	Effectifs	Nombre d'éleveur
Bovins	1 300	110
Porcins	2 500	200
Volailles	10 000	750
Ovins	120	15
Apicultures	02	02
Mouton	75	15
Lapin	1 250	140

Source : CIRAGRI Avaradrano, Année 2015



PARTIE 2 :

METHODOLOGIE

D'ELABORATION DE

PLANS D'URBANISME

CHAPITRE 1 : ETUDE TOPOGRAPHIQUE

I. Présentation générale de la topographie

1. Définition

Etymologiquement, la topographie vient du grec « *topos* » qui veut dire « lieu » et « *graphein* » qui signifie « dessiner ».

Dans le lexique de l'A.F.T. (Association Française de Topographie) ; C' est une technique qui a pour objet l'exécution , l'exploitation et le contrôle des observations concernant la position planimétrique et altimétrique, la forme, les dimensions et l'identification des éléments concrets, fixes et durables à la surface du sol à un moment donné.

La topographie est alors la science qui permet la mesure puis la représentation sur un plan ou une carte des formes et détails visibles sur le terrain qu'ils soient naturels (notamment le relief et l'hydrographie) ou artificiels (comme les bâtiments, les routes, etc.).

La topographie est un aspect des sciences dites géographiques, au répertoire desquelles nous trouvons :

- La cartographie : ensemble des études et des arts d'élaborer, de dessiner les cartes, avec souvent un souci artistique et ne doit pas être confondue avec la topographie à partir des résultats d'observations directes ou l'exploitation d'un document.
- la topométrie : ensemble des techniques permettant d'obtenir les éléments métriques indispensables à la réalisation d'un plan à grande ou très grande échelle
- la géodésie : science qui s'occupe de la détermination mathématique de la forme de la Terre (forme et dimensions de la Terre, coordonnées géographiques des points, altitudes, déviations de la verticale...) mais aussi ses propriétés physiques, (gravité, champ de pesanteur, ...) et dont les travaux aboutissent à la représentation plane de vastes étendues
- la photogrammétrie : est la technique permettant de déterminer les dimensions et les volumes des objets à partir de mesures effectuées sur des photographies montrant les perspectives de ces objets (images numériques)
- la géomatique
- L'astronomie
- La bathymétrie : qui consiste à déterminer la forme des fonds aquatiques (étude des rivières, des rivages,...), en utilisant un sondeur bathymétrique. ^[32]

Elle est une base fondamentale pour tous travaux dans le secteur de génie civil.

2. Objectif

La topographie est l'ensemble des techniques qui ont pour objet la recueil des informations (lever), l'exécution, l'exploitation et le contrôle des observations concernant la position planimétrique et altimétrique, la forme, les dimensions et l'identification des éléments concrets, fixes et durables existant à la surface du sol.

3. Principe

La topographie s'appuie sur la géodésie. La topographie s'intéresse aux mêmes quantités, mais à une plus grande échelle, et elle rentre dans des détails de plus en plus fins pour établir des plans et cartes à différentes échelles.

4. Différence entre topographe et géomètre

La notion de géomètre est souvent utilisée à la place de topographe. La distinction provient de la notion de droit foncier : le topographe peut réaliser des relevés mais sans valeur contradictoire et encore moins légale dans l'aspect du droit foncier. C'est pourquoi, la réalisation des travaux fonciers nécessitent des connaissances juridiques sur le foncier.

5. Bases de la topographie

La topographie c'est la précision. Ainsi, la précision est un critère majeur et à rechercher pour tous travaux topographiques soit sur terrain soit au bureau qui se base toujours sur la planimétrie et l'altimétrie.

a. Le canevas

C'est l'ensemble des points répartis sur l'ensemble de la surface à lever, connus en planimétrie et/ou en altimétrie avec une précision absolue homogène sur lesquels on appuie les levés.

b. La planimétrie

La planimétrie consiste à déterminer *la position* de tout détail d'une portion de la surface terrestre, supposée plane, au moyen des mesures d'angles horizontaux et des distances horizontales.^[9]

Ainsi c'est l'exécution et exploitation des observations qui conduisent à la représentation de l'ensemble des détails en projection plane à deux dimensions du plan topographique. Lorsqu'on fait un levé topographique, on considère les points comme s'ils étaient sur un même plan horizontal, comme on le verra d'un avion. C'est donc, en réalité, la position de leur projection que l'on cherche à connaître.

c. L'altimétrie

L'altimétrie consiste principalement à déterminer la hauteur (ou l'altitude) des points au-dessus d'une surface de référence, à mesurer la différence d'altitude entre les points et à représenter le relief au moyen de conventions appropriées.^[9]

C'est l'exploitation des observations relatives à la détermination des altitudes à partir de géoïde qui est la surface de niveau de référence pour les altitudes passant par le niveau moyen des mers. Par extension, c'est la représentation du relief. Pour Madagascar, l'altitude zéro est le niveau moyen de la mer à Toamasina.

II. Présentation générale du SIG

1. Définitions

- Le Système d'Information Géographique (SIG) est un système d'information conçu pour recueillir, stocker, traiter, analyser, gérer et présenter tous les types de données spatiales et géographiques.^[33]
- C'est l'ensemble des données géographiques structurées de manière à pouvoir extraire des informations à la synthèse d'informations utiles dans la prise de décision. (CNIG ,1990)
- C'est un système informatique de matériel, logiciels, données et workflows permettant de collecter, stocker, analyser, diffuser des informations aux 4 coins du globe . Un SIG est un système avec lequel les utilisateurs interagissent pour intégrer, analyser et visualiser les données géographiques, identifier les relations entre elles, les schémas et les tendances et apporter des solutions aux problèmes. (ESRI)
- Système informatique permettant, à partir de diverses sources, de rassembler et d'organiser, de gérer, d'analyser, de combiner, d'élaborer et de présenter des informations localisées géographiquement, contribuant notamment à la gestion de l'espace. (Société française de photogrammétrie et télédétection, 1989)

Ainsi, Un SIG est un ensemble organisé de matériels informatiques, de logiciels, de données géographiques et de personnel capable de saisir, stocker, mettre à jour, manipuler, analyser et représenter toutes formes d'informations géographiques référencées.

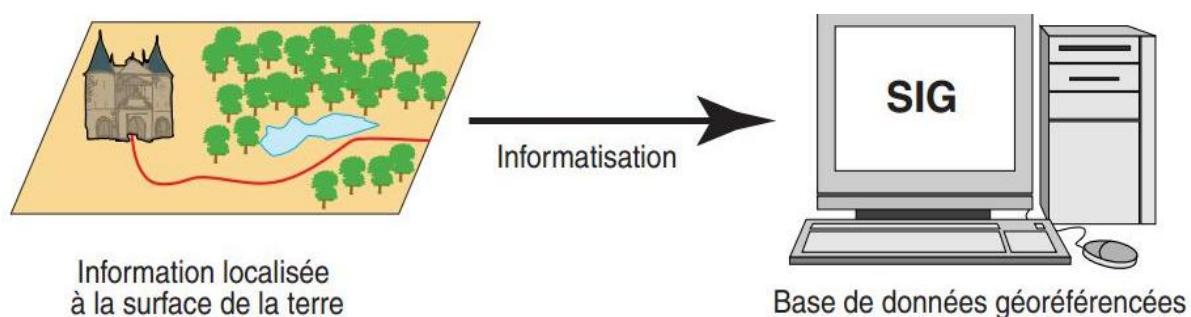


Figure 12 : Présentation générale du SIG

2. Composants et Fonctionnalités du SIG

D'une façon générale, un SIG est un ensemble de matériel, de logiciel et de données dont la conception permet la modélisation, la saisie, la gestion, la manipulation, l'analyse et la représentation des données à référence spatiale. Dans cet esprit, il peut être décomposé en 4 sous systèmes homogènes comme le suivant :

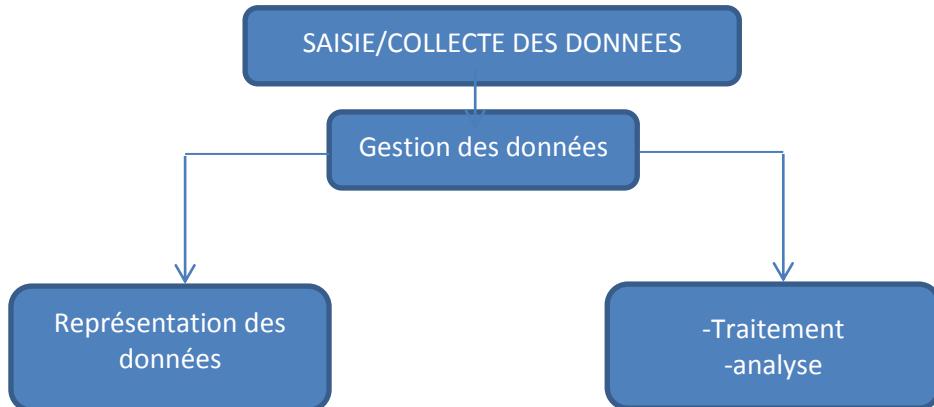


Figure 13 : Décomposition du SIG

Un SIG est constitué par les 5 composants fondamentaux:

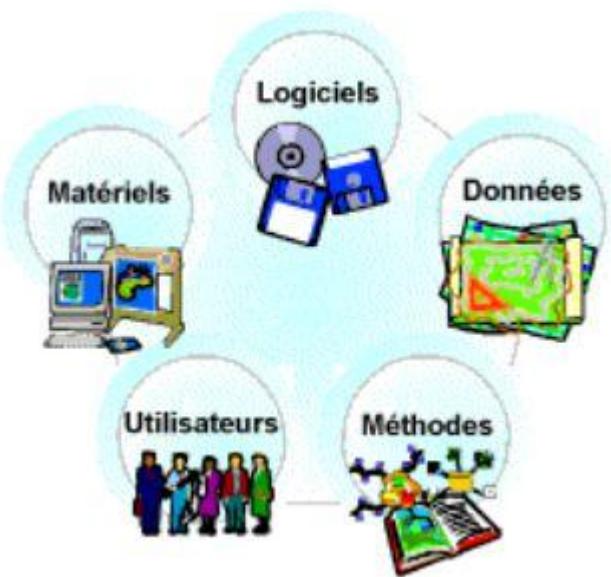


Figure 14 : Composants fondamentaux du SIG

a. Les matériels informatiques ou HARDWARE

- Un ordinateur de bureau qui permet le traitement des données à l'aide des logiciels
- Un ordinateur de terrain avec GPS et laser télémètre permet la cartographie et la collecte des données. On remarque que la construction de la carte en temps réel et la visualisation de la carte sur le terrain augmente la productivité et la qualité du résultat.

b. Les logiciels ou SOFTWARE

Ils assurent les six fonctions parfois regroupées sous le terme des «6A» suivantes :

- L'Abstraction : C'est le passage du monde réel à la modélisation ou la représentation des objets ou des processus ou des évènements par des descriptions lisibles par l'ordinateur ;
- L'Acquisition : C'est la saisie des informations géographiques sous forme numérique pour être manipulable par l'ordinateur
- L' Analyse : C'est la requête , la manipulation, la simulation et l' interrogation des données géographiques permettant la visualisation des existants (localisation, condition, inventaires, historiques et évolution des phénomènes, analyse statistique, répartition des données thématiques,...) et la fonction d'analyse spatiale (construction des zones tampon ou buffer, intersections des couches d'information, analyse multicritère, ...)
- L'Anticipation : C'est la prospective et le résultat d'analyse
- L'Affichage : C'est la mise en forme, la visualisation et la production des cartes, tableaux, graphiques,....
- L'Archivage : C'est le stockage des informations (gestion de base de données)

Exemples : QGIS , ArcGis

c. Les données ou DATA

Le SIG utilise deux types de donnée qui sont :

- Les données raster : ce sont les décomposition de la réalité en une grille régulière et rectangulaire appelée maille ou pixel , organisée en lignes et en colonnes, chaque maille de cette grille ayant une intensité de gris ou une couleur.
- Les données vectorielles
 - ❖ Les données graphiques ou données spatiales : organisées en couches, qui décrivent la localisation et la forme des objets géographiques (point, ligne, polygone, relief, objet,...)

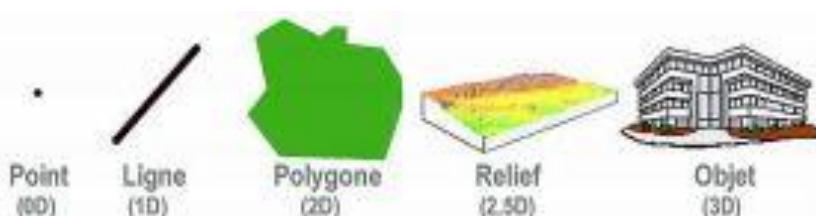


Figure 15 : Données graphiques

- ❖ Les données alphanumériques : structurées en base de données, qui décrivent la nature et les caractéristiques des objets spatiaux.

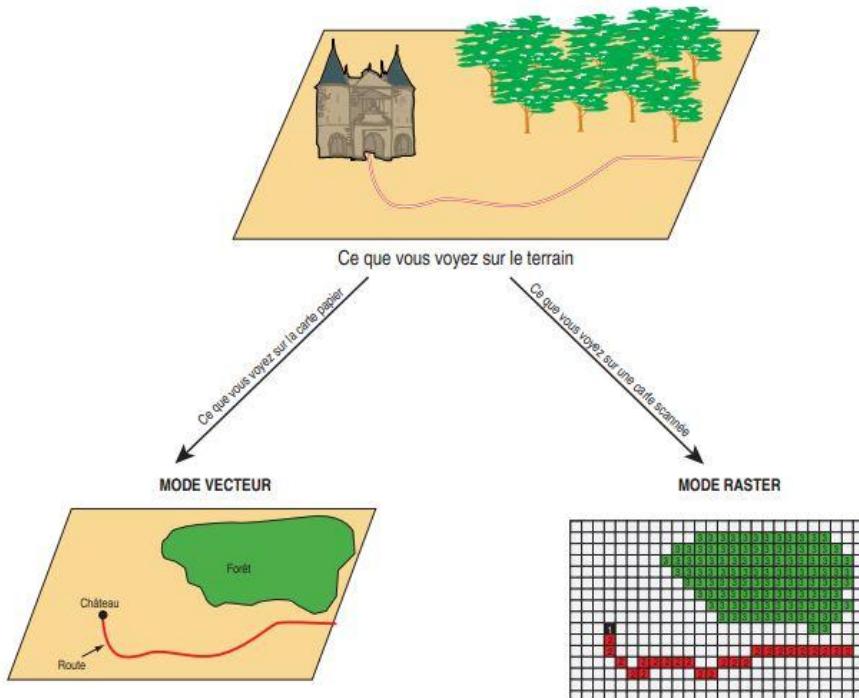


Figure 16 : Données en SIG

d. Les méthodes

Un système d'information géographique fait appel à une connaissance technique et à divers savoir-faire, donc divers métiers, qui peuvent être effectués par une ou plusieurs personnes.

Ainsi, le spécialiste doit mobiliser des habiletés en géodésie (connaissance des concepts de système de référence et de système de projection) ; analyse des données, des processus et de modélisation ; traitement statistique ; sémiologie graphique et cartographique ; traitement graphique ; traduction des questions posées en requêtes informatiques.

e. Les utilisateurs

N'importe qui peut, un jour ou l'autre, être amené à utiliser un SIG mais il nécessite des personnes apte à travailler dans le domaine. Alors, le niveau de compétences requis pour la conduite des opérations les plus basiques est généralement celui de technicien supérieur. Mais afin d'assurer une bonne qualité d'interprétation des résultats de l'analyse des données et des opérations avancées, celles-ci sont généralement confiées à un ingénieur disposant d'une bonne connaissance des données manipulées et de la nature des traitements effectués par les logiciels. Enfin, des spécialistes sont parfois amenés à intervenir sur des aspects techniques précis.

3. Utilisations

Les SIG sont utilisés essentiellement pour :

- l'analyse spatiale;
- la gestion de données et de bases des données géographiques;
- l'aide à la décision, notamment pour l'aménagement du territoire;
- les définitions de zones de chalandise, implantations de points de vente, aides au média planning notamment en affichage, optimisation de la distribution d'ISA (Imprimés Sans Adresses)
- la cartographie;
- la cartographie réglementaire, destinée à représenter et à rendre opposables les droits à construire sur un terrain particulier.

4. Quelques exemples de domaines d'application

- Tourisme : gestion des infrastructures, itinéraires touristiques, etc.
- Marketing : localisation des clients, analyse du site, etc.
- Planification urbaine : cadastre, POS, voirie, réseaux d'assainissement, etc.
- Protection civile : gestion et prévention des catastrophes, etc.
- Transport : planification des transports urbains, optimisation d'itinéraires, etc.
- Hydrologie
- Forêt : cartographie pour aménagement, gestion des coupes et sylviculture, etc.
- Géologie : prospection minière, etc.
- Biologie : études du déplacement des populations animales, etc.
- Télécommunication : implantation d'antennes et/ou de pylônes pour les téléphones mobiles, etc.

III. Logiciels utilisées

1. AutoCAD-Covadis

La combinaison des logiciels AutoCAD-Covadis est un logiciel complet pour la réalisation de projet, d'étude ou d'un simple dessin technique.

a. Présentation d'AutoCAD

Le logiciel AutoCAD est un logiciel de DAO ou Dessin Assisté par Ordinateur, créé en décembre 1982 par la société Autodesk, qui permet de réaliser des dessins précis grâce à ses fonctions de base pour la construction des formes géométriques de base. Actuellement, c'est le logiciel de DAO le plus répandu dans le monde. De plus, il est un logiciel de dessin technique pluridisciplinaire comme en industrie, en SIG, cartographie et topographie, en

électronique, en électrotechnique, en architecture et urbanisme, etc.

A l'exemple de ces fonctions, on peut citer :

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Une ligne  • Une droite  • Une polyligne  • Un polygone  • Un rectangle  | <ul style="list-style-type: none"> • Un arc  • Un cercle  • Une création de hachure  • Une création de solide  • Une création de texte  |
|---|---|

Chaque point de l'espace de travail d'AutoCAD correspond à des coordonnées cartésiennes ou rectangulaires (X, Y, Z), des coordonnées polaires (ρ, θ), et des coordonnées cylindriques ou sphériques (ρ, θ, Z).

Le format des fichiers produits portent l'extension DWG pouvant s'exporter sous d'autres types de formats comme DXF, BMP, DWF, DXX, etc.

b. Présentation de Covadis

Le logiciel Covadis est un logiciel topographique applicatif de calcul des données sur le terrain, de dessin et de projet pour AutoCAD. Il fonctionne sous environnement Windows et s'utilise avec AutoCAD.

C'est un logiciel de topographie et de conception de projets d'infrastructure-VRD spécialement dédié aux bureaux d'études en infrastructure, aux entreprises de travaux publics, aux collectivités locales et territoriales, ainsi qu'aux cabinets de géomètres.

Il comporte 6 menus à savoir :

- Covadis Calculs : pour les calculs topographiques (rayonnement, intersection, relèvement, recouplement, niveling...) et édition de géobase
- Covadis 2D : pour le montage de plans à 2 dimensions (habillage, symbole, etc.)
- Covadis 3D : pour les différentes constructions en 3D, entre autres le Modèle Numérique du Terrain, les courbes de niveau, les traitements des profils, etc.
- Covadis Edition : pour la préparation de la mise en page du dessin et d'autres éditions
- Covadis VRD : pour une conception de projet routier (giratoire, plates-formes, etc.)
- Covadis Echanges : pour les échanges de fichiers

2. Présentation d'ArcGis Desktop

Le logiciel ArcGis est une suite de logiciels d'information géographique (ou logiciels SIG) développés par la société américaine d'ESRI (Environmental Sciences Research Institute) .

ArcGis Desktop est un ensemble intégré d'application SIG professionnelle pour un SIG bureautique c'est à dire pour créer et traiter les informations géographiques. Il est disponible sous trois niveaux de produits :

- ArcView : destiné l'utilisation, la cartographie et l'analyse des données géographiques
- ArcEditor : pour les fonctions avancées de création de données et la mise à jour des géodatabase
- ARCinfo : pour le SIG professionnel complet

Il comprend une suite d'application intégrée :

- ArcMap : pour le traitement des données (cartographie, mise à jour/analyses associées à la carte)
- ArcCatalog : pour cataloguer (gestion des stocks de données spatiales, conception d'une base de données, enregistrement et gestion des métadonnées)
- ArcToolBox : une boîte à outil d'ArcGis (Conversion des données et géotraitements)
- ModelBuilder : pour l'automatisation, etc.

Les données natives du logiciel est le système de fichier de forme « shapefiles » contenant les fichiers portant les extensions suivantes :

- Un fichier de type « .shp » : qui contient les formes et les géométries
- Un fichier de type « .dbf » : qui contient la partie descriptive
- Un fichier de type « shx » : qui contient les formes, les géométries et la partie descriptive
- Un fichier de type « prj » : qui contient les projections

IV. Processus d'exécution des travaux topographiques

1. Travaux préparatoires

a. Recueil des documents nécessaires

Cela consiste à rassembler les divers documents nécessaires concernant la zone d'étude et la descente sur terrain tels que :

- La carte de localisation de la zone
- les éléments géodésiques environnants
- les données et les imprimés indispensables pour le levé
- les autorisations d'exécution de la mission

b. Etude de la mission

C'est l'étude d'une manière générale du déroulement du travail à faire. On détermine les éléments de rattachement, les éléments à lever, et les nombres d'équipes fructueuses.

Ainsi, la réalisation du levé sur la zone nécessite une équipe de 4 personnes :

- Un opérateur qui manipule l'appareil et faire les observations
- Un secrétaire qui prend en note les observations
- Deux portes prismes qui déplacent les prismes sur les points à lever
- c. Matériels utilisés

Pour assurer la bonne marche du travail, on utilise les appareils ci-après :

 Une station totale Leica WILD TC1610 avec ses accessoires : un théodolite électronique couplé à un distancemètre qui fonctionne par une émission d'une onde électromagnétique permettant la mesure du déphasage de l'écho de cette onde renvoyée par un réflecteur.

Ecart-type angulaire : $\sigma_a = 2 \text{ mgon}$

Ecart-type de distance : $\sigma_l = 2 \text{ cm}$

Portée maximale = 2 500 m

Portée minimale = 1.7 m

 Un trépied : instrument topographique composé de 3 jambes coulissantes qui supportent la station totale.

 Deux prismes : permettant de réfléchir le signal émis par le distancemètre

 Une chaîne : pour mesurer la hauteur de station et la hauteur du prisme

2. Descente sur terrain

a. Reconnaissance

La reconnaissance est une opération permettant de connaître de plus près les caractéristiques du terrain pour choisir la méthode à adopter lors de l'exécution des levés topographiques. Elle permet de vérifier l'existence des points d'appui sur le terrain et de matérialiser par des clous l'emplacement des sommets de la polygonale de base pour la facilité et la faisabilité des observations à effectuer.

b. Calibrage du récepteur GPS

Le Calibrage du récepteur GPS consiste à s'assurer que les coordonnées affichées par le récepteur soient égales à celles du point de calage pour avoir plus de précision sur le levé sur la zone. La précision du GPS peut atteindre jusqu'à 2m si le paramétrage a été fait convenablement. Le point de calage est un point connu en coordonnées.

Dans notre cas, on avait choisi le point géodésique situé à Ambohibe, de type R3, implanté le 08 décembre 1992, ayant des coordonnées connues dans la projection Laborde

Madagascar, fournies par le FTM pour le calage tel que : $\begin{cases} X = 519\ 872,17\ m \\ Y = 802\ 073,26\ m \\ Z = 1459\ m \end{cases}$

On introduit les paramètres « Datum » ou « offset », qui sont les différences entre l'ellipsoïde géocentrique GRS 80 et l'ellipsoïde HAYFORD 1909 avec la projection utilisateur UTM préétabli dans le GPS. Pour le GPS type GARMIN ETREX :

- $\Delta X = -185\text{m}$
- $\Delta Y = -231\text{m}$
- $\Delta Z = -112\text{m}$
- $Df = 0.00014192$
- $Da = -251\text{ m}$

De même pour les positions du format pour la projection Laborde Madagascar :

- $M_0 = 46^{\circ}26'14$
- Coefficient de réduction d'échelle : $K_0=0.9995$
- False easting : $E=400\ 000\text{ m}$
- False northing : $N=2\ 882\ 000\text{ m}$

On prend les coordonnées obtenues par le GPS, puis on calcule les différences ΔX et ΔY , après, on trompe l'appareil en corrigeant X_0 et Y_0 par les différences ΔX et ΔY .

On obtient ainsi les coordonnées ci-après pour point d'appui sur le terrain :

Tableau 17 : Coordonnées levés par GPS

Point	X(m)	Y(m)	Z(m)
1	522078	800732	1296
2	521971	800951	1307

c. Polygonation

La polygonation est l'établissement des points d'appui utiles pour l'ossature du levé à la suite de mesure d'angles horizontaux et de distances horizontales faites avec des grands soins tout en considérant qu'ils doivent être implantés de manière intervisible de l'un à l'autre et permettre d'apercevoir le maximum de points de détails. Aussi, la polygonation doit encercler la zone.

Elle sert comme une base pour le levé de détails.

Dans la présente polygonation, le cheminement est débuté à partir du point 1 et comportant 9 sommets. La détermination des coordonnées de chacun de ces sommets se fait par cheminement fermé c'est-à-dire on stationne en partant à un point d'appui connu en coordonnées et en arrivant sur ce même point.



d. Levé de détails

Le levé de détails est une opération consiste à déterminer par rayonnement à partir des points du canevas d'ensemble les détails existantes sur le terrain en vue de leur transcription sur plan ou sur carte et les divers traitements possibles .

Ce levé consiste à récolter toutes les données importantes comprises dans la zone d'études telles que : les limites de la zone d'études, les changements de pentes, les limites des zones bâties, etc.

De ce fait, on a levé 260 points de détails sur la zone. Comme prise de précaution, on vise le point de référence tous les 20 points levés pour contrôle.

3. Traitements des données

Le but du paraphe est de calculer des coordonnées des sommets du cheminement polygonal. On l'extract des données de terrain suivant:

Tableau 18 : Extrait des données obtenues sur terrain

Station	Point visé Hp=1,50	Hz		V		Di	
		CG	CD	CG	CD	CG	CD
2 Ha=1,51	1	0,0000	200,0098	102,8468	297,1589	243,562	243,568
	3	197,5858	397,589	97,8282	302,1725	208,243	208,445
3 Ha=1,50	2	0,0000	200,0104	102,1699	297,8391	208,384	208,378
	4	184,279	384,2752	94,7389	305,2632	175,128	175,126
4 Ha=1,52	3	0,0000	200,0205	105,2654	294,7318	175,155	175,157
	5	36,9869	236,9878	112,0094	287,982	73,543	73,545
5 Ha=1,45	4	0,0000	200,0256	88,0834	311,9163	73,65	73,657
	6	205,7662	5,7681	106,8368	293,1631	204,389	204,392
6 Ha=1,431	5	0,0000	200,0107	93,1257	306,879	204,316	204,312
	7	177,7559	377,7502	86,8897	313,0958	37,512	37,517
7 Ha=1,68	6	0,0000	200,0187	113,0991	286,8842	37,603	37,599
	8	215,3257	15,3247	96,9749	303,0191	51,798	51,806
8 Ha=1,49	7	0,0000	199,9981	103,0194	297,004	51,794	51,799
	9	211,1758	11,1736	103,1476	296,8692	122,135	122,132
9 Ha=1,47	8	0,0000	200,0009	96,8742	303,1348	122,254	122,264
	2	111,7981	311,8091	100,1518	299,8501	276,974	276,985
1 Ha=1,519	9	0,0000	200,0157	99,8502	300,152	276,953	276,932
	2	59,401	259,4015	97,1587	302,8465	243,483	243,479

a. Compensation d'observation

- ❖ Calcul des angles horizontaux: $HZ = \frac{Hz[CG] + Hz[CD] \pm 200}{2}$ (8)
- ❖ Calcul des angles verticaux : $V = \frac{V[CG] + 400 - V[CD]}{2}$ (9)
- ❖ Calcul des distances inclinées : $D_i = \frac{D_i[CG] + D_i[CD]}{2}$ (10)

Tableau 19 : Hz, V, Dp moy compensés

Station	Point visé ($H_p=1,50$)	Hz	V	Dp moy
2 Ha=1,51	1	0,0000	102,8440	243,565
	3	197,5825	97,8279	208,344
3 Ha=1,50	2	0,0000	102,1654	208,381
	4	184,2719	94,7379	175,127
4 Ha=1,52	3	0,0000	105,2668	175,156
	5	36,9771	112,0137	73,544
5 Ha=1,45	4	0,0000	88,0836	73,654
	6	205,7544	106,8369	204,391
6 Ha=1,431	5	0,0000	93,1234	204,314
	7	177,7477	86,8970	37,515
7 Ha=1,68	6	0,0000	113,1075	37,601
	8	215,3159	96,9779	51,802
8 Ha=1,49	7	0,0000	103,0077	51,797
	9	211,1757	103,1392	122,134
9 Ha=1,47	8	0,0000	96,8697	122,259
	1	111,8032	100,1509	276,980
2 Ha=1,519	9	0,0000	99,8491	276,943
	2	59,3934	97,1561	243,481

b. Détermination des coordonnées altimétriques des points de cheminement

Le nivelllement est l'ensemble des méthodes et procédés de mesures des dénivélés ou dénivellations et d'en déduire les altitudes. On dit qu'il est indirect ou trigonométrique lorsqu'on utilise un appareil autre que le niveau c'est-à-dire des appareils permettant de mesurer des angles et des distances. Ainsi, on procèdera un nivelllement indirect pour la détermination des altitudes des points de stations.

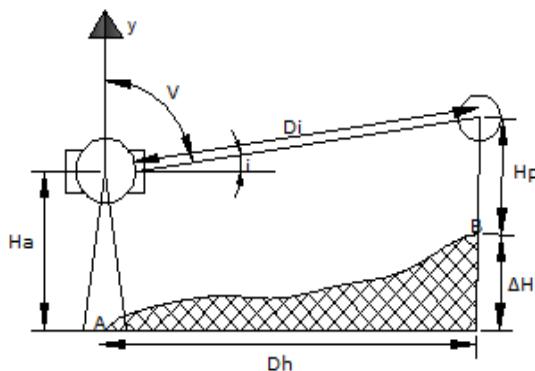


Figure 17 : Nivellement indirect

❖ Calcul des dénivélés : $\Delta H_{ij} = Dp_{ij} \cos V + H_a - H_p + NA$ (11)

Avec : ΔH_{ij} est la dénivélé entre le point i et le point j

D_{pij} est la distance suivant la pente de [ij]

V est l'angle vertical ou angle zénithal

H_a est la hauteur de l'appareil

H_P est la hauteur du prisme

$\text{NA} \cong \frac{D^2 [\text{Km}]}{15,2}$ (12) est l'erreur du niveau apparent dû à l'erreur de sphéricité et

l'erreur de réfraction. Elle est toujours négligeable pour $D_i < 400\text{m}$

Pour avoir plus de précision dans le niveling indirect, on fait une lecture aller-retour.

$$\text{Alors, } \Delta H_{ij} (\text{moy}) = \frac{\Delta H_{ij} (\text{aller}) + \Delta H_{ij} (\text{return})}{2} \quad (13)$$

❖ Calcul des altitudes : $H_j = H_i + \Delta H_{ij} (\text{moy})$ (14)

❖ Calcul de fermeture altimétrique : $f_Z = \sum_i^n \Delta H_{ij}$ (15)

$$f_Z = 3 \text{ mm}$$

❖ Calcul de tolérance altimétrique : $T_Z = \sqrt{\sum T_i^2}$ (16)

Avec T_i est la tolérance pour une dénivélé donnée par l'appareil

$$T_Z = 18 \text{ mm}$$

❖ Correction des dénivélés : $C_Z = -f_Z$ (17)

$$C_Z = -3 \text{ mm}$$

❖ Correction à apporter pour chaque dénivélé : $C_{Zi} = \frac{-f_Z}{n}$ (18), n étant le nombre de dénivélé

$$C_{Zi} = -1 \text{ mm} \text{ (pour les 3 premiers dénivélés)}$$

c. Réduction des distances à la projection Laborde

Quand on utilise la projection Laborde, il faut toujours appliquer les différentes corrections suivantes sur les mesures de distance :

❖ Correction à l'horizontale : $D_h = D_p \sin V$ (19)

Avec : D_h est la distance horizontale

D_p est la distance suivant la pente mesurée sur le terrain

$$D_h (\text{moy}) = \frac{D_h (\text{aller}) + D_h (\text{return})}{2} \quad (20)$$

On remarque qu'on peut moyenner la distance horizontale des mesures réciproques (aller-retour) mais on ne peut pas moyenner la distance inclinée.

❖ Correction au niveau zéro ou correction à l'ellipsoïde :

$$\frac{D_h}{R+h_{moy}} = \frac{D_0}{R}$$

$$\text{Alors, } D_0 = \frac{R * D_h}{R + h_{moy}} \quad (21)$$

Et la correction est : $D_h - D_0$

Avec : D_0 est la distance corrigée au niveau zéro

R est le rayon moyen de la terre (R=6 400 Km)

h_{moy} est la hauteur moyenne entre les deux points concernés ($h_{moy} = \frac{h_i + h_j}{2}$) (22)

❖ Correction à la corde : $(\frac{D [Km]}{10})^3$ (23)

On remarque que cette correction est toujours négligeable

❖ Correction à la projection : $\frac{D_{proj}}{D_0} = \frac{1}{\alpha} = k * k_0$

Alors, $D_{proj} = D_0 * \frac{1}{\alpha} = D_0 * k * k_0$ (24)

Avec : $X_0 = 400\ 000\text{m}$ et $Y_0 = 800\ 000\text{m}$

D_{proj} est la distance sur la projection

$\frac{1}{\alpha} = k * k_0$ est l'altération linéaire de la projection donnée par la formule

$$\frac{1}{\alpha} = k * k_0 = k_0 \left(1 + \frac{\eta^2}{2 R^2} \right) + \varepsilon$$

Où

- $k_0 = 0,9995$ est un coefficient de réduction d'échelle
- $\eta = (X - X_0) \cos 21\text{gon} - (Y - Y_0) \sin 21\text{gon}$ est la distance par rapport à l'isomètre central
- ε étant une correction correspondant à la 8^{ème} décimale de $k * k_0$ qui est négligeable

Dans l'application, l'altération linéaire $k * k_0$ est à voir dans la table de Laborde et on fait une interpolation pour les autres valeurs.

Exemple d'application :

Pour la station S₁, $X_1 = 521\ 971\text{m}$ et $Y_1 = 800\ 951\text{m}$

Alors, $\eta_1 = 115,087\text{ Km}$

Pour $\eta = 110\text{ Km}$, on a $k * k_0 = 0,99964958$

$\eta = 120\text{ Km}$, on a $k * k_0 = 0,99967801$

Par une interpolation linéaire, pour $\eta = 10\text{ Km}$ (différence entre $\eta = 120\text{ Km}$ et $\eta = 110\text{ Km}$),
 $k * k_0 = 0,00002843$

Et pour $5,087\text{ Km}$, $k * k_0 = 0,00001446$

D'où, pour $\eta_1 = 115,087\text{ Km}$, $k * k_0 = 0,99964958 + 0,00001446 = 0,99966404$

Tableau 20 : Réduction des distances à la projection Laborde

Station	Point visé Hp=1,50	ΔH_{ij} [m]	$\Delta H_{ij} (moy)$	H_{exacte} [m]	H_{moy} [m]	D_p [m]	D_h [m]	$D_h (moy)$ [m]	D_0 [m]	D_{proj} [m]
2 Ha=1,51	1	-10,69	10,70	1307	1301,649	243,565	243,322	243,280	243,231	243,149
	3	7,11	7,08		1310,542	208,344	208,223	208,242	208,199	208,129
3 Ha=1,50	2	-7,08		1314,08	208,381	208,260				
	4	14,48	14,48		1321,324	175,127	174,529	174,543	174,507	174,448
4 Ha=1,52	3	-14,48		1328,57	175,156	174,557				
	5	-13,78	-13,75		1321,691	73,544	72,238	72,303	72,288	72,263
5 Ha=1,45	4	13,63		1314,82	73,654	72,367				
	6	-21,94	-21,95		1303,840	204,391	203,213	203,168	203,127	203,058
6 Ha=1,431	5	21,95		1292,86	204,314	203,123				
	7	7,60	7,67		1296,702	37,515	36,723	36,765	36,757	36,745
7 Ha=1,68	6	-7,50		1300,54	37,601	36,807				
	8	2,64				51,802	51,744			
8 Ha=1,49	7	-2,45	2,45	1301,765	51,797	51,739	51,741	51,731	51,713	
	9	-6,05	-6,04		1299,969	122,134	121,985			
9 Ha=1,47	8	6,02		1296,95	122,259	122,111	122,048	122,023	121,982	
	2	-0,68	-0,65		1296,623	276,980	276,979			
2 Ha=1,519	9	0,67		1296,30	276,943	276,942	276,960	276,904	276,811	
	1	10,71	10,70		1301,649	243,481	243,238			

d. Détermination des coordonnées planimétriques des points de cheminement

❖ Calcul du gisement de départ

Le gisement G_{ij} est l'angle horizontal à compter positivement (sens de l'aiguille d'une montre) de l'axe des ordonnées vers la direction $[ij]$

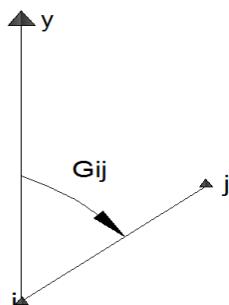


Figure 18 : Gisement

i et j sont des points connus.

$$g_{ij} = \arctan \frac{\Delta X_{ij}}{\Delta Y_{ij}} \quad (25) \text{ où } \Delta X_{ij} = X_j - X_i \text{ et } \Delta Y_{ij} = Y_j - Y_i$$

$$\text{Ainsi, } G_{ij} = |g_{ij}| \text{ si } \Delta X_{ij} > 0 \text{ et } \Delta Y_{ij} > 0$$

$$G_{ij} = 200 - |g_{ij}| \text{ si } \Delta X_{ij} > 0 \text{ et } \Delta Y_{ij} < 0$$

$$G_{ij} = 200 + |g_{ij}| \text{ si } \Delta X_{ij} < 0 \text{ et } \Delta Y_{ij} < 0$$

$$G_{ij} = 400 - |g_{ij}| \text{ si } \Delta X_{ij} < 0 \text{ et } \Delta Y_{ij} > 0$$

Exemple d'application

$$g_{21} = \arctan \frac{-107}{219} = -28,9327 \text{ gon}$$

$\Delta X_{21} < 0$ et $\Delta Y_{21} > 0$. Alors, $G_{21} = 371,0673$ gon

❖ Transmission des gisements : $G_{jk} = G_{ij} + \beta_i \pm 200$ (26)

❖ fermeture angulaire : $f_a = G_{ij} (\text{calculé}) - G_{ij} (\text{exacte})$ (27)

$$f_a = 0,0104 \text{ gon}$$

❖ Tolérance angulaire : $T_a = 2,76 \sigma_a \sqrt{n+1}$ (28)

Avec : $\sigma_a = 0,002 \text{ gon}$ est l'écart-type de mesure angulaire donné par l'appareil

n est le nombre de côté mesurées

$$T_a = 0,0162 \text{ gon}$$

❖ Compensation angulaire : $C_a = -f_a$ (29)

(Mesures d'angles compensables si $f_a < T_a$)

$$C_a = -0,0104 \text{ gon}$$

- ❖ Compensation angulaire pour chaque angle : $C_{ai} = \frac{c_a}{n+1}$ (30)

$C_{ai} = -0,0012$ gon pour les 5 premiers angles

$C_{ai} = -0,0011$ gon pour les 4 autres

D'où, $\beta_{i(comp)} = \beta_i + C_{ai}$ (31)

- ❖ Calculs de ΔX_{ij} et ΔY_{ij}

$$\Delta X_{ij} = D_{proj} \sin \beta_{i(comp)} \quad (32) \text{ et } \Delta Y_{ij} = D_{proj} \cos \beta_{i(comp)} \quad (33)$$

- ❖ Fermeture linéaire

$$f_x = \Sigma \Delta X_{(obs)} - \Sigma \Delta X_{(exacte)} = 0,112 \text{m} \quad (34)$$

$$f_y = \Sigma \Delta Y_{(obs)} - \Sigma \Delta Y_{(exacte)} = 0,073 \text{m} \quad (35)$$

Avec: $\Sigma \Delta X_{(obs)} = \Delta X_{ij} + \dots + \Delta X_{n-1,n}$ et $\Sigma \Delta X_{(exacte)} = X_{arrivé} - X_{départ}$

$\Sigma \Delta Y_{(obs)} = \Delta Y_{ij} + \dots + \Delta Y_{n-1,n}$ et $\Sigma \Delta Y_{(exacte)} = Y_{arrivé} - Y_{départ}$

$$f_p = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} \quad (36)$$

$$f_p = 0,133 \text{m}$$

- ❖ Tolérance linéaire ou tolérance planimétrique : $T_p = 2,7 \sigma_p \sqrt{n}$ (37)

Avec : $\sigma_p = 20 \text{mm}$ est l'écart-type linéaire donné par l'appareil

n est le nombre de côté mesuré

$$T_p = 0,153 \text{ m}$$

- ❖ Compensation linéaire

$f_p < T_p$. Alors, les mesures planimétriques sont compensables : $\begin{cases} C_X = -f_X \\ C_Y = -f_Y \end{cases}$

$$\begin{cases} C_X = -0,0112 \text{m} \\ C_Y = -0,073 \text{m} \end{cases}$$

- ❖ Compensations à apporter en ΔX_{ij} et ΔY_{ij} pour chaque portée :

$$C_{X_i} = \frac{-f_X}{n} \quad (38) \text{ et } C_{Y_i} = \frac{-f_Y}{n} \quad (39)$$

$$C_{X_i} = -0,014 \text{m}$$

$C_{Y_i} = -0,01 \text{m}$ pour le premier portée et $C_{Y_i} = -0,009 \text{m}$ pour les autres

D'où, $\Delta X_{ij(comp)} = \Delta X_{ij} + C_{X_i}$ (40) et $\Delta Y_{ij(comp)} = \Delta Y_{ij} + C_{Y_i}$ (41)

- ❖ Calcul des coordonnées planimétriques réelles

$$X_j = X_i + \Delta X_{ij(comp)} \quad (42)$$

$$Y_j = Y_i + \Delta Y_{ij(comp)} \quad (43)$$

Tableau 21 : Coordonnées planimétriques des points cheminés

Sommet	β_i (gon)	D_{ij} (m)	G_{ij} (gon)	$\beta_{i\text{(comp)}}$ (gon)	$G_{ij\text{(comp)}}$ (gon)	ΔX_{ij} (m)	ΔY_{ij} (m)	$\Delta X_{ij\text{(comp)}}$ (m)	$\Delta Y_{ij\text{(comp)}}$ (m)	Xexact (m)	Yexact (m)
1											
2	197,5825	243,149	371,0673	197,5813	371,0673					521971,000	800951,000
3	184,2694	208,129	368,6498	184,2682	368,6486	-98,994	183,507	-99,008	183,497	521871,992	801134,497
4	36,9714	174,448	352,9192	36,9702	352,9168	-118,174	128,874	-118,188	128,865	521753,804	801263,362
5	205,74935	72,263	189,8906	205,7482	189,8870	11,531	-71,054	11,517	-71,063	521765,321	801192,299
6	177,7477	203,058	195,6400	177,7465	195,6352	14,911	-202,381	14,897	-202,390	521780,219	800989,909
7	215,31785	36,745	173,3877	215,3168	173,3817	15,020	-33,510	15,006	-33,519	521795,225	800956,390
8	211,17565	51,713	188,7055	211,1746	188,6984	9,505	-50,901	9,491	-50,910	521804,715	800905,481
9	111,80315	121,982	199,8812	111,8021	199,8730	1,243	-122,582	1,229	-122,591	521805,945	800782,890
1	59,3934	276,811	111,6843	59,3923	111,6750	272,069	-50,881	272,055	-50,890	522078,000	800732,000
2		243,149	371,0777		371,0673						

Tableau 22 : Tableau récapitulatif des coordonnées des sommets

Sommet	X exact (m)	Y exact(m)	Z exact (m)
1	521971,000	800951,000	1307,00
2	522078,000	800732,000	1296,00
3	521871,992	801134,497	1314,08
4	521753,804	801263,362	1328,57
5	521765,321	801192,299	1314,82
6	521780,219	800989,909	1292,86
7	521795,225	800956,390	1300,54
8	521804,715	800905,481	1302,99
9	521804,715	800905,481	1296,95

4. Calcul de surface

Le calcul de surface se fait automatiquement avec AutoCAD. La surface calculée est de 19Ha75a19ca.

5. Calcul des cubatures

Le calcul des cubatures a pour objectif la détermination des quantités de terre à mettre en œuvre dans le projet puisqu'il permet de localiser et de quantifier les zones où il va falloir enlever des terres (déblai) et les zones où il falloir en apporter (remblai).

COVADIS automatise le calcul des cubatures. La méthode des prismes permet de comparer deux modèles numériques de terrain entre eux. On pose deux MNT tels que l'un pour le terrain naturel et l'autre pour le projet. Le logiciel topographique superpose ces deux MNT et calcule directement le volume de remblais. Et ce volume obtenu s'appelle « cubature ».

Pour notre projet, on construit les infrastructures suivant l'état actuel du terrain. Ainsi, on n'a pas besoin de calculer la cubature

6. Le Modèle Numérique de Terrain (MNT)

Un modèle numérique de terrain ou MNT ; en anglais, « digital elevation model » ou « DEM »est une représentation 2,5D de la surface d'un terrain, créée à partir des données d'altitude du terrain, sous une forme adaptée à son utilisation par un calculateur numérique (ordinateur).^[3]

Il ne prend pas en compte les objets présents à la surface du terrain telles les plantes et les bâtiments. Par contre, un Modèle Numérique d'Élévation (MNE) est une représentation des élévations sur un terrain comprenant les plantes et les bâtiments.

Il constitue donc une représentation approchée du terrain. Il sert ensuite de base aux

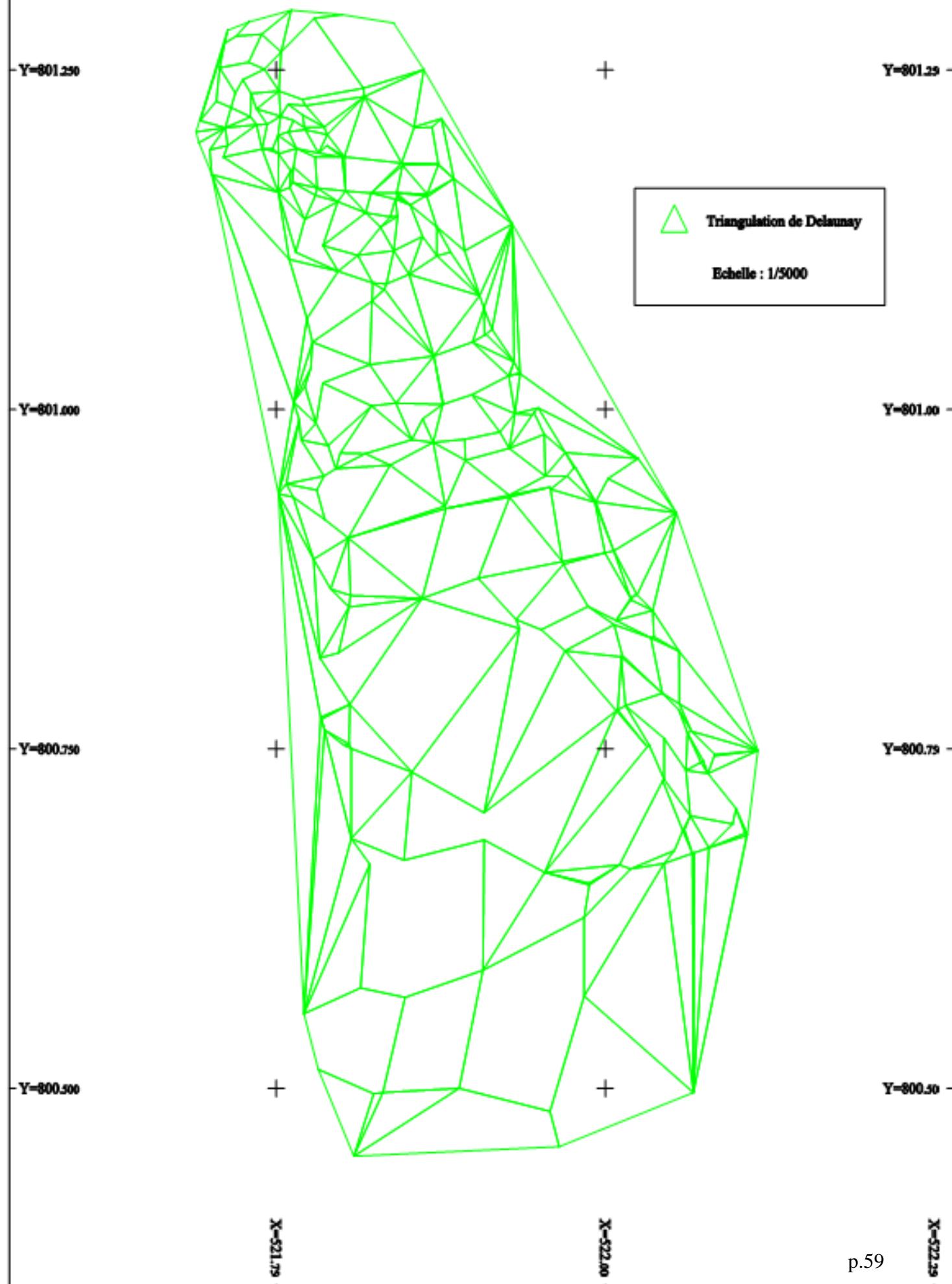
calculs de courbes de niveau, de cubatures, et de projets. Covadis permet la génération automatique de MNT à partir d'un semis de points, d'un contour délimitant la zone à modéliser et d'éventuelles lignes de rupture imposées. Mais avant tout, les semis de points doivent être transformés en points 3D. La modélisation utilisée par le logiciel utilise la triangulation de Delaunay qui crée les triangles les plus équilatéraux possibles.

7. Courbes de niveau

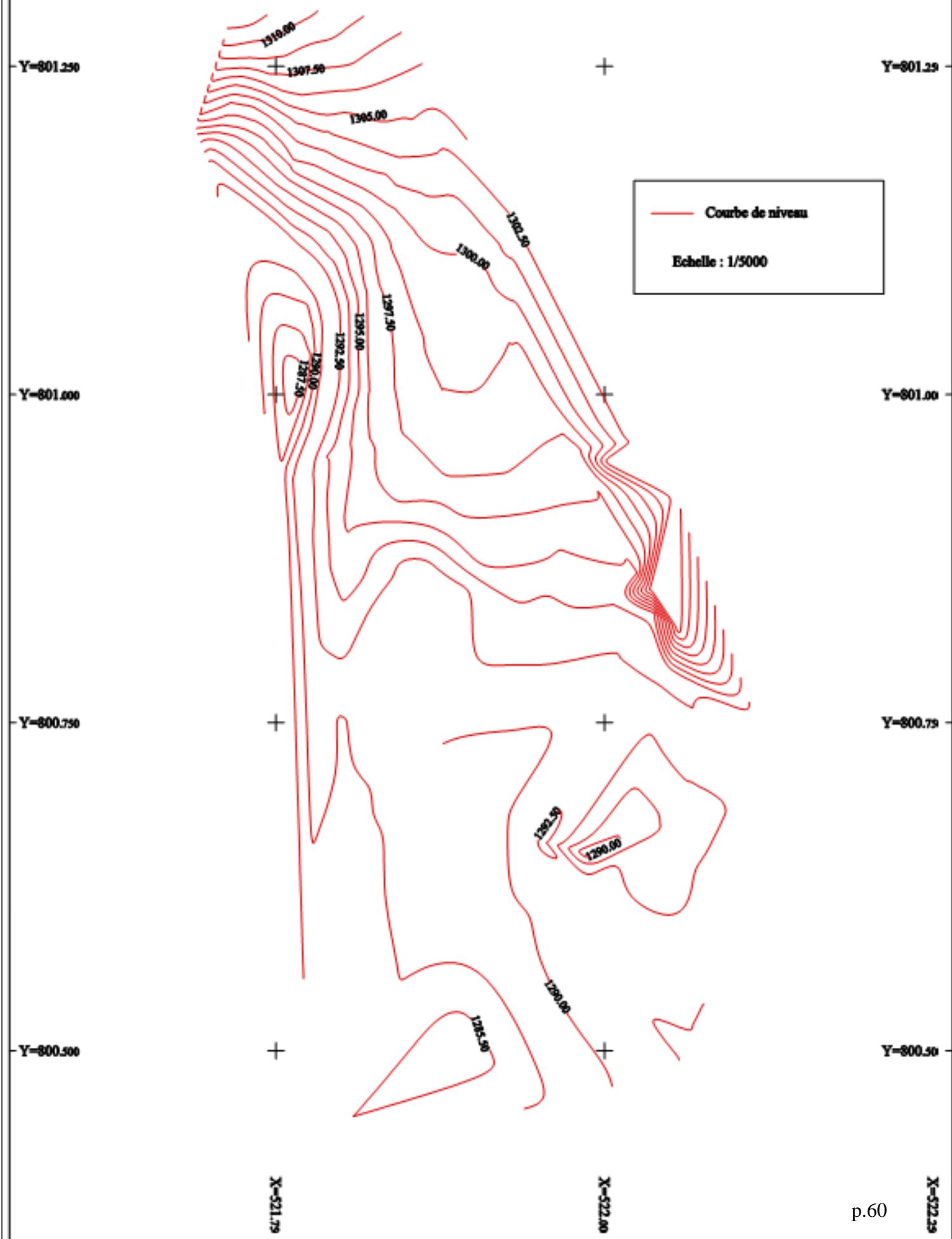
Une courbe de niveau est l'ensemble des lignes formées par les points du relief situés à la même altitude destinée à donner sur une carte un aperçu du relief réel. C'est l'intersection du relief réel avec un plan horizontal d'altitude donnée en cote ronde. Leur espacement horizontal dépend de la déclivité du terrain à représenter et de l'échelle du plan : Plus les courbes de niveau sont rapprochées, plus la pente est raide.

Elles ont été interpolées, dessinées et lissées automatiquement par le logiciel après avoir généré le MNT .Il existe trois types de courbe de niveau qu'on puisse présenter telles que la courbe de niveau maitresse, la courbe de niveau normale et la courbe de niveau intermédiaire.

MODELE NUMERIQUE DE TERRAIN



COURBE DE NIVEAU



CHAPITRE 2 : ETUDE HYDRAULIQUE

I. But

Le but principal de l'étude est de déterminer les différentes dimensions des réseaux d'assainissement à mettre en œuvre dans le nouveau quartier afin de les sécuriser et d'éviter toutes sortes d'accidents possibles causés par la surélévation du niveau d'eau au droit de l'ouvrage (Exemple : inondation, éboulement, etc.). En effet, l'étude conduit au dimensionnement des réservoirs proportionnel à un débit de crue maximale pour les périodes de retour de 10ans, 30ans, 100ans caractérisé par l'écoulement à surface libre et à ciel ouvert des eaux. Pour atteindre ce résultat, on se propose de calculer les débits ruisselés du bassin versant sur la zone d'étude. Il s'agit ainsi d'un petit bassin versant.

II. Pluviométrie

La pluviométrie est l'évaluation quantitative des précipitations, de leur nature, de leur quantité et de leur répartition dans le temps et dans l'espace. La hauteur de précipitation correspond à l'épaisseur d'eau qui aurait recouvert une surface horizontale et bien dégagée si l'eau tombée n'avait subi ni infiltration, ni ruissellement, ni évaporation. Elle s'exprime en millimètres ou en litres périmètre carré en notant qu'un millimètre est considéré comme équivalent à un litre par mètre carré.^[34]

III. Etude du bassin versant

1. Définitions

Bassin versant

Un bassin versant est une espace close correspondant à une surface recevant les eaux drainées par un cours d'eau et ses affluents vers un même cours d'eau ou/et vers une même nappe d'eau souterraine, limité par une ligne de partage des eaux. Les eaux de pluies de part et d'autre de la ligne de partage des eaux s'écoulent dans deux directions différentes en emportant avec elles les éléments dissous ou en suspension tels que les sédiments et les pollutions. Généralement un bassin versant se développe au-delà des lignes de crête et un sous bassin peut être défini pour chaque affluent à l'intérieur d'un grand bassin.

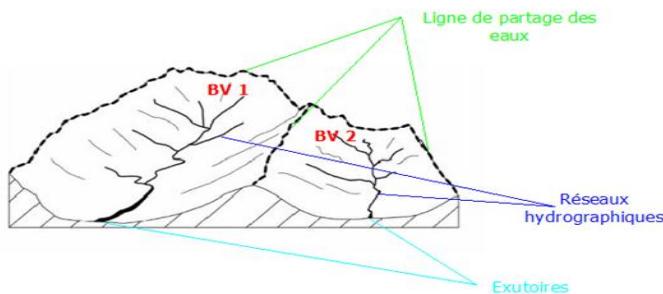


Figure 19 : Bassin versant

✚ Ligne de partage des eaux : C'est une ligne de divergence de pentes. Elle correspond souvent aux lignes de crête mais pas toujours. La ligne de partage des eaux sépare effectivement deux bassins versants.

✚ Exutoire

L'ensemble des eaux qui tombent dans cet espace convergent vers un même point de sortie appelé exutoire. L'exutoire d'un bassin versant est donc le point le plus en aval du réseau hydrographique par lequel passent toutes les eaux de ruissellement drainées dans le bassin. [35]

✚ réseau hydrographique: C'est l'ensemble des chenaux qui drainent les eaux de surface vers l'exutoire du bassin versant. C'est donc l'ensemble des cours d'eau, affluents et sous-affluents d'une source. Ils sont toujours dendritiques, c'est-à-dire ramifiés comme les branches d'un arbre. On peut ainsi distinguer 3 principaux types de réseaux:

- type chêne: la ramifications est bien développée avec un espacement régulier des confluences.
- Type peuplier: le bassin versant nettement plus long que large, présente de nombreux affluents parallèles
- Type pin: le bassin se caractérise par une concentration des confluences dans le secteur amont d'où sort un tronc qui ne reçoit plus d'affluents importants. [35]

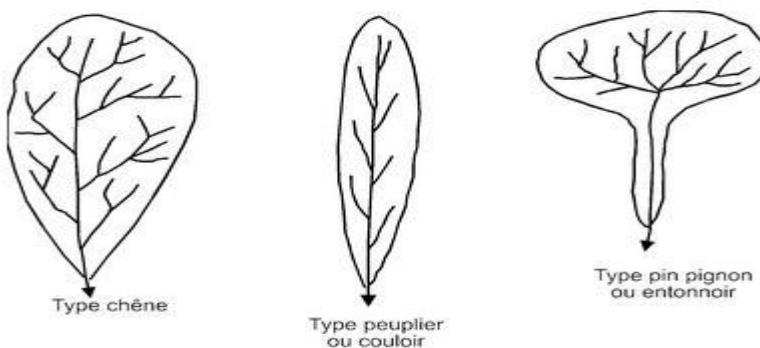


Figure 20 : Type de réseaux hydrographiques

2. Types de bassin versant

On peut distinguer trois types de bassin versant :

- ❖ le bassin versant topographique : déterminé par le relief c'est-à-dire les lignes de partage des eaux. C'est le bassin versant des ruissellements.
- ❖ le bassin versant hydrogéologique ou bassin versant réel : bassin versant des eaux souterraines qui n'est pas toujours le même que le bassin topographique conditionné par la perméabilité du sol ;
- ❖ le bassin versant hydraulique : prend en compte l'anthropisation du relief (les routes, les mises en canalisation, etc.).^[10]

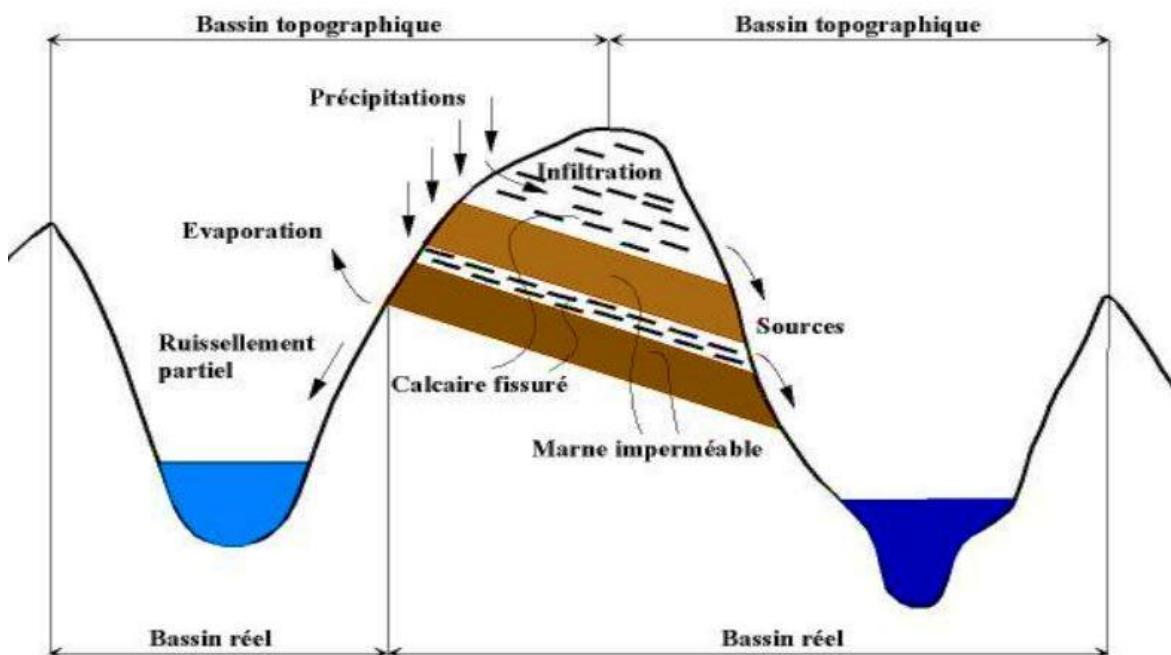


Figure 21 : Distinction entre bassin versant réel et bassin versant topographique

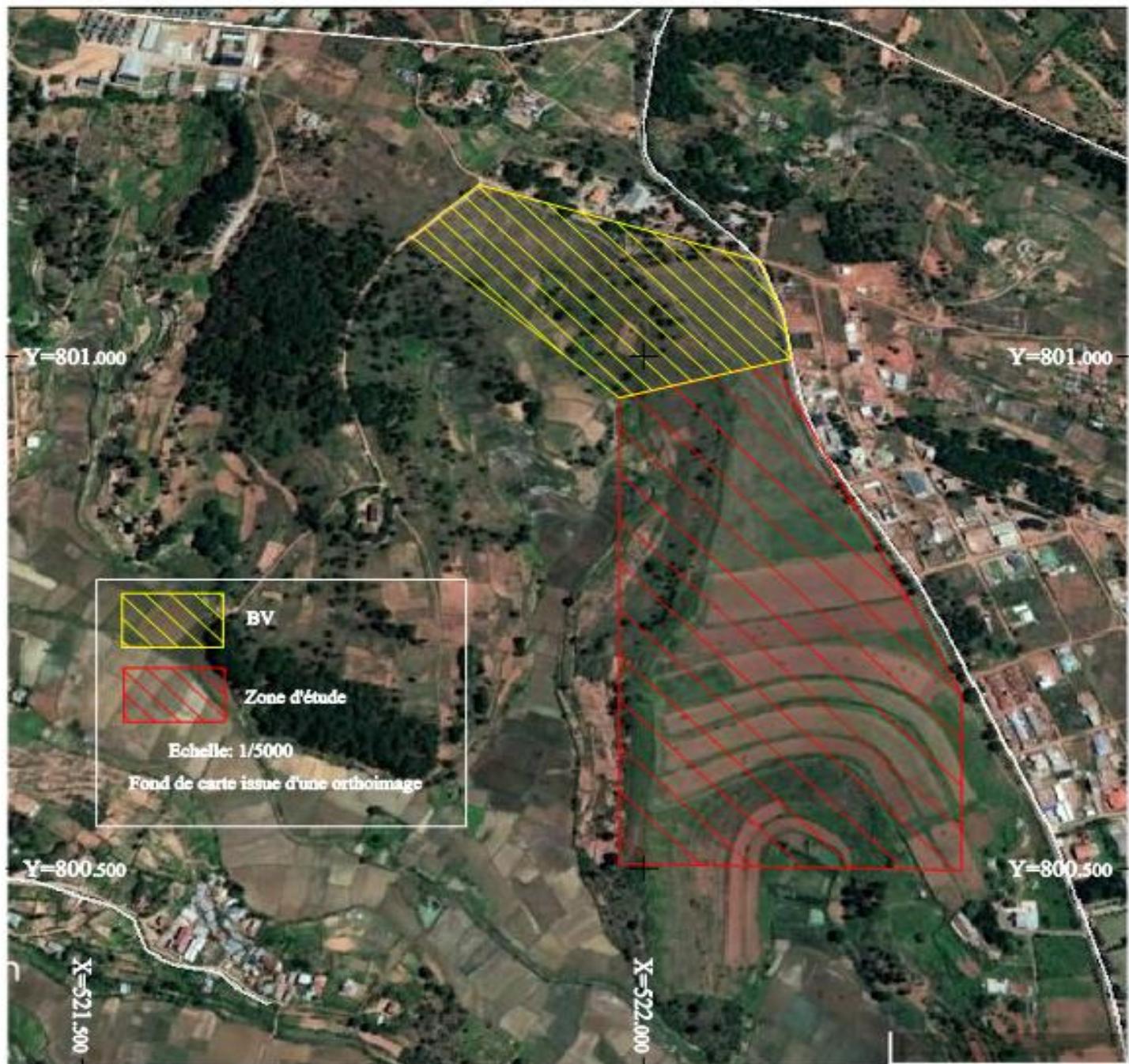
3. Caractéristiques d'un bassin versant

Chaque bassin versant se caractérise par différents paramètres :

- ❖ géométriques : surface, pente
- ❖ pédologiques : nature et capacité d'infiltration des eaux
- ❖ urbanistiques : présence de bâtiments, etc.
- ❖ biologiques : type et répartition de la couverture végétale

Dans notre étude, on se contentera de déterminer les paramètres géométriques puisque on va voir au fur et mesure les autres paramètres dans les paragraphes qui suivent.

DELIMITATION DU BASSIN VERSANT



- La Surface S : appelée aussi « aire », est la portion de réception des précipitations et d'alimentation des cours délimitée par la ligne de partage des eaux. Elle est toujours exprimée en Km². [11]

$$S=0,04\text{Km}^2$$

- Le périmètre P : C'est la longueur totale des lignes de partage des eaux contournant le bassin versant. Il est toujours exprimé en Km. [11]

$$P=0,9\text{Km}$$

- L'altitude maximale Z_{max}, l'altitude minimale Z_{min} et le dénivelé ΔZ

Les altitudes maximale et minimale sont obtenues directement à partir de cartes topographiques. L'altitude maximale représente le point le plus élevé du bassin tandis que l'altitude minimale considère le point le plus bas, généralement à l'exutoire.

$$Z_{\max} = 1332 \text{ m}$$

$$Z_{\min} = 1288 \text{ m}$$

Le dénivelé est la distance verticale entre les deux points.

$$\Delta Z = 44\text{m}$$

- La forme

La forme d'un bassin versant influence l'allure de l'hydrogramme à l'exutoire. Par exemple, une forme allongée favorise, pour une même pluie, les faibles débits de pointe de crue, ceci en raison des temps d'acheminement de l'eau à l'exutoire plus importants. En revanche, les bassins en forme d'éventail présentant un temps de concentration plus court auront les plus forts débits de point. Cependant, elle est caractérisée par l'indice de compacité de Gravelius, défini comme le rapport du périmètre du bassin au périmètre du cercle ayant la même surface, donné par la formule : $K_G = \frac{P}{2\sqrt{\pi S}} \approx 0,28 \frac{P}{\sqrt{S}}$ (44)

Avec : K_G est l'indice de compacité de Gravélius

S est la surface du bassin versant (km²)

P est le périmètre du bassin versant (km)

Il est proche de 1 pour un bassin versant de forme quasiment circulaire et supérieur à 1 lorsque le bassin est de forme allongé. [11]

K_G = 1,28 . Le bassin versant est ainsi de forme allongé.

- Dimensions de la surface rectangulaire équivalente

Un bassin versant peut être assimilé à une surface rectangulaire de même superficie, de même périmètre et aussi de même coefficient de Gravelius K_G appelée rectangle équivalent

ou rectangle de Gravelius . Ses dimensions équivalentes à savoir la longueur L et la largeur l peuvent être déterminées à l'aide des formules suivantes :

$$L = \frac{K_G \cdot \sqrt{S}}{1,12} \left[1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1,12}{K_G} \right)^2} \right] \text{ [Km]} \quad (45) \text{ et } l = \frac{K_G \cdot \sqrt{S}}{1,12} \left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1,12}{K_G} \right)^2} \right] \text{ [Km]} \quad (46)$$

Avec : K_G est l'indice de compacité de Gravélius

S est la surface du bassin versant (km^2)

P est le périmètre du bassin versant (km)

$L=0.35 \text{ Km}$ et $l= 0.12 \text{ Km}$

La pente moyenne du bassin versant

La pente moyenne est une caractéristique importante qui renseigne sur la topographie du bassin. Elle est considérée comme une variable indépendante. Elle donne une bonne indication sur le temps de parcours du ruissellement direct c'est-à-dire sur le temps de concentration et influence directement le débit de pointe lors d'une averse.

Elle est donnée par la formule : $I_m = \frac{0,95 (Z_{\max} - Z_{\min})}{L}$ [m/Km] (47)

Avec : Z_{\max} : Altitude maximale au niveau de la source

Z_{\min} : Altitude minimale au niveau de l'exutoire

L : longueur du rectangle équivalent [Km]

$I_m = 120.64 \text{ m/Km}$

Tableau 23 : TABLEAU RECAPUTILATIF DES CARACTERISTIQUES DU BV

Surface « S » [Km ²]	Périmètre « P » [Km]	Altitude maximale « Z _{max} » [m]	Altitude minimale « Z _{min} » [m]	Dénivelé « ΔZ » [m]
0,04	0,9	1332	1288	44
Indice de compacité de Gravelius « K _G »	Forme	Longueur « L » du rectangle de Gravelius [Km]	Largeur « l » du rectangle de Gravelius [Km]	Pente moyenne « I _m » [m/Km]
1,28	Allongé	0.35	0.12	120.64

IV. Etude hydrologique

L'étude hydrologique a pour objectif d'évaluer les débits de crue générés par les bassins afin de dimensionner les ouvrages d'évacuation appropriés à l'assainissement du projet.

1. Estimation de débit de crues

Le débit de crues est le débit maximal d'un bassin versant pour une précipitation donnée. Il peut être évalué en utilisant plusieurs méthodes.

Le débit de crues d'occurrence T peut être étudié à l'aide de la formule dite «rationnelle» : $Q_T = 0,278 \cdot S \cdot i_r \cdot C_r$ (48)

Avec : Q_T : Débit de crue de période de retour T en m³/s,

C_r : Coefficient de ruissellement pondéré pour la période de retour T,

i_T : Intensité maximale en mm/h pour la période de retour T,

S : surface totale de bassin versant en Km²

Celle-ci est bien adaptée aux bassins versants de l'ordre de 2 à 10 km² essentiellement et dont la pente longitudinale moyenne est supérieure à 0,5 %.

a. Le coefficient de ruissellement

Le coefficient de ruissellement C_r d'un bassin versant est un coefficient volumétrique mesurant l'importance des pertes à l'écoulement des eaux dans le bassin. Il en résulte la notion de pluie nette déduite de la pluie précipitée après abattement des pertes. [12]



Figure 22 : Pluie précipitée et pluie nette

Les pertes sont dues à :

- l'évaporation : qui est négligeable en hydrologie urbaine, car l'évaporation survient pour l'essentiel dans l'atmosphère au cours du trajet des gouttes de pluie entre le nuage et le sol.
- l'interception par la végétation
- l'infiltration

Le coefficient est fortement influencé par la couverture du sol comme le montre le tableau suivant dans lequel les quelques valeurs sont présentées. Ces valeurs reflètent la capacité des sols à ruisseler en fonction uniquement de la couverture du sol.

Tableau 24 : Coefficient de ruissellement

Nature superficielle du bassin Versant	Coefficient de ruissellement C_r
Forêt	0,1
Champs cultivés	0,2
Terrains nus	0,5
Rochers	0,7
Route sans revêtement	0,7
Route avec revêtement	0,9
Villages, toitures	0,9

Source : normes suisses SNV 640 351

On remarque notamment le très fort taux du coefficient de ruissellement donné pour les routes et toitures. Comme on l'a vu, cela s'explique par le fait que ces surfaces sont pratiquement imperméables. Les surfaces imperméables jouent un très grand rôle en hydrologie urbaine. Elles augmentent l'écoulement de surface, réduisent les infiltrations et la recharge des nappes, et diminuent le temps de concentration.

b. Temps de concentration T_C

Le Temps de concentration T_C est la durée maximale d'écoulement des eaux sur un bassin versant se définit comme le maximum de durée nécessaire à une goutte d'eau pour parcourir le chemin hydrologique entre un point du bassin et l'exutoire de ce dernier.^[12]

Il est composé de trois termes différents :

- ❖ T_H : le temps d'humectation c'est à dire le temps nécessaire à l'imbibition du sol par l'eau qui tombe avant qu'elle ne ruisselle.
- ❖ T_R : le temps de ruissellement ou d'écoulement c'est à dire le temps qui correspond à la durée d'écoulement de l'eau à la surface ou dans les premiers horizons de sol jusqu'à un système de collecte (cours d'eau naturel, collecteur).
- ❖ T_A : le temps d'acheminement c'est-à-dire le temps mis par l'eau pour se déplacer dans le système de collecte jusqu'à l'exutoire.

Il est donc égal le maximum de la somme de ces trois termes, soit :

$$T_C = \text{Max } \Sigma (T_H + T_R + T_A) \quad (49)$$

Théoriquement, on estime que T_C est la durée comprise entre la fin de la pluie nette et la fin du ruissellement. Plusieurs méthodes peuvent être utilisées pour estimer le temps de concentration sur le bassin versant : la méthode de Kirpich, la méthode de Mockus

Méthode de KIRPICH

Cette méthode est adaptée aux bassins versants dont la superficie varie entre 0,4 ha et 81 ha, les sols sont argileux et la pente moyenne est comprise entre 3% et 10%. Le temps de

$$\text{concentration est alors donné par la formule : } T_C = \frac{0,000325 \cdot L^{0,77}}{S^{0,385}} \quad (50) [13]$$

Avec : T_C : Temps de concentration [en h]

L : Longueur maximale du parcours de l'eau dans le bassin versant [en m] c'est-à-dire la distance entre les points 1 et 4 de la figure.

S : Pente longitudinale moyenne du bassin versant, en suivant l'écoulement de l'eau. Elle est calculée entre les points qui se trouvent à 10 % et à 85 % de la distance totale entre le point le plus éloigné de l'exutoire du bassin versant et l'exutoire du bassin versant c'est-à-

dire entre les points 2 et 3 de la figure. Elle doit être exprimée en mètres par mètre dont une pente de 1% équivaut à 0,01 m/m).

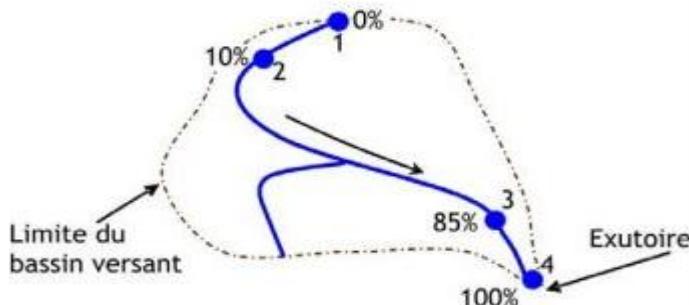


Figure 23 : Longueur et pente longitudinale du BV

✚ Méthode de MOCKUS

Cette méthode est adaptée aux bassins versants de superficie variant entre 4 ha et 1000 et qui sont caractérisés par une pente longitudinale moyenne inférieure à 1% et par des sols limoneux ou argileux.

$$\text{Le temps de concentration est donné par la formule : } T_c = \frac{L^{0.8} \left[\frac{1000}{NC} - 9 \right]^{1.67}}{20830 \cdot \sqrt{S}} \quad (51) \quad [13]$$

Où : T_c : Temps de concentration [en h]

L : Longueur maximale du parcours de l'eau dans le bassin versant [en m]

NC : Numéro de courbe (pas d'unités) représentant l'effet des conditions de surface du bassin versant sur le ruissellement. Il prend en compte l'ensemble des caractéristiques physiques et l'utilisation du sol de l'ensemble du bassin versant donnée par le tableau ci-après.

S : Pente longitudinale moyenne du bassin versant, suivant l'écoulement de l'eau.

Tableau 25 : Numéro de courbe

Utilisation du sol	Pente transversale du bassin versant (perpendiculaire au cours d'eau)	Condition hydrologique	Classe de sol			
			A	B	C	D
Culture intensive	<3%	Pauvre	63	74	80	82
		Bonne	60	70	78	81
	3-8%	Pauvre	65	76	84	88
		Bonne	63	75	83	87
	>8%	Pauvre	72	81	88	91
		Bonne	67	78	85	89
Culture extensive	<3%	Pauvre	39	61	74	80
		Bonne	25	40	70	78
	3-8%	Pauvre	49	69	79	84
		Bonne	39	61	74	80
	>8%	Pauvre	68	79	86	89
		Bonne	49	69	79	84
Boisé	<3%	Pauvre	25	55	70	77
		Bonne	22	53	65	74
	3-8%	Pauvre	41	63	75	81
		Bonne	25	55	70	77
	>8%	Pauvre	47	68	80	84
		Bonne	41	63	75	81
Résidentielle		Dense	73	83	88	90
		Peu dense	59	74	82	86

Source : normes suisses SNV 640 351

Conditions hydrologiques

Pauvre : Faible couvert végétal et conditions limitant l'infiltration

Bonne : Bon couvert végétal et conditions favorisant l'infiltration

Classes de sol

A : Graviers et sables grossiers (infiltration élevée)

B : Sables moyens et fins (infiltration moyenne)

C : Sables fins mal drainés, sols limoneux et argiles perméables (infiltration passable)

D : Argiles lourdes et sols minces (infiltration faible)

En outre du calcul, on peut aussi utiliser le nomogramme de Mockus suivant pour estimer le temps de concentration T_C .

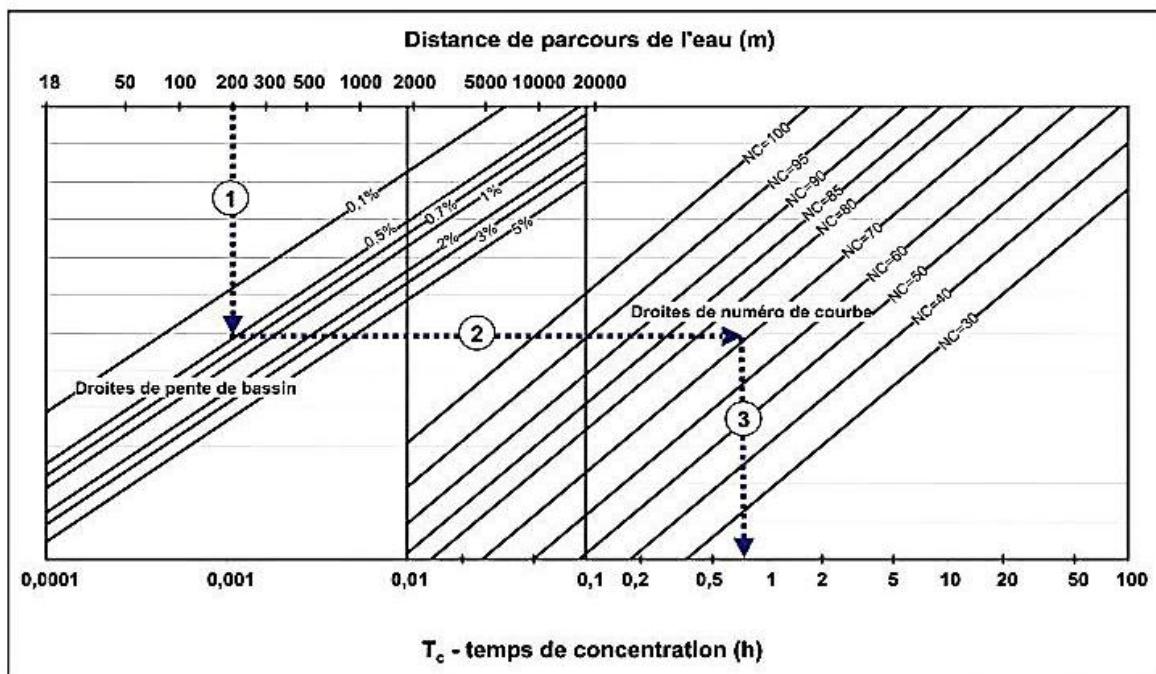


Figure 24 : Nomogramme de Mockus

Le nomogramme est utilisé de la façon suivante :

- ☞ Sur l'abscisse du haut, on cherche L et on descend à la verticale jusqu'à l'intersection avec la droite indiquant la pente moyenne I_m .
 - ☞ On poursuit à l'horizontale jusqu'à l'intersection avec la droite de NC du bassin versant.
 - ☞ On descend à la verticale jusqu'à l'abscisse du bas et on lit T_c
- L'échelle utilisée dans le nomogramme est logarithmique.

$$T_c = 1,9 \text{ h}$$

c. Intensité de précipitation maximale

L'intensité de précipitations est considérée comme des variables aléatoires. Elle se déduit par la relation « intensité - durée - fréquence » ou relation IDF qui traduit l'évolution de l'intensité moyenne maximale i_M en fonction du temps de concentration T_c et de la fréquence F dont la formulation analytique correspond à la formule de MONTANA :

$$i_T(T_c, F) = \frac{P(24,10)}{24^b} \cdot T_{c_{10}}^{-b_{10}} \quad (52) [13]$$

Avec : $i_T(T_c, F)$: Intensité moyenne en mm/h de période retour T

$P(24,10)$: intensité de pluie de durée de 24h pendant une période décennale. Elle est égale à 110mh/h pour Antananarivo

$T_{c_{10}}$: Temps de concentration de période décennale en mn

b : Paramètre régional de MONTANA qui est égale à 0,14, pour Antananarivo

$$i = 64.44 \text{ mm/h}$$

Tableau 26 : Tableau récapitulatif de l'étude hydrologique

coefficient de ruissellement « C_r »	Temps de concentration « T_C » [h]	Intensité de précipitation maximale « i » [mm/h]	Débit de crue « Q_T » [m ³ /s]
0,5	1,9	64.44	0,36

2. Canalisation d'assainissement

Une canalisation est une voie d'acheminement de matière liquide en vue d'un assainissement bien organisé.

a. Géométrie des canaux

Il existe 4 types de section d'ouvrage éventuel : canal à section rectangulaire, canal à section trapézoïdale, canal à section triangulaire, canal à section circulaire

Leurs éléments géométriques sont montrés sur la figure suivante :

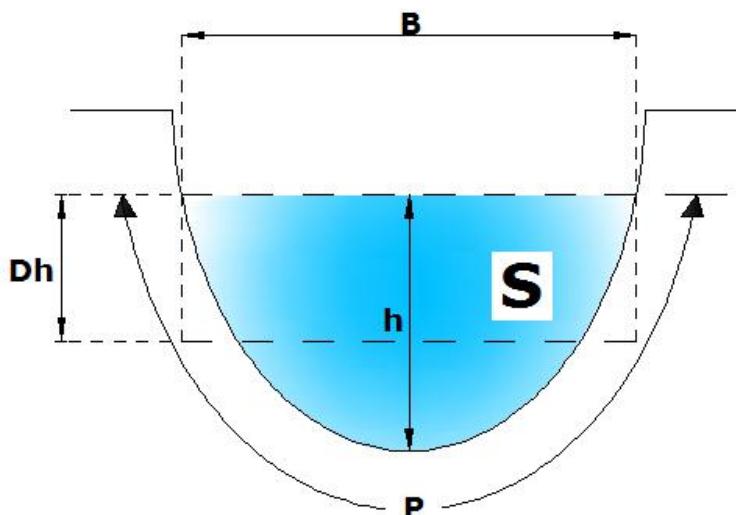


Figure 25 : Eléments géométriques d'un canal

- ❖ La largeur au miroir « B » : C'est la largeur de la section d'écoulement au niveau de la surface libre, exprimée en m.
- ❖ Le Périmètre mouillé « P » : C'est la longueur de la surface d'écoulement en contact avec le liquide, exprimée en m.
- ❖ La Surface mouillée « S », appelée aussi section d'écoulement ou section mouillée: C'est la partie de la section du canal limitée par les parois et la surface libre, exprimée en m².
- ❖ Le tirant d'eau « h » :C'est la profondeur maximale de la section d'écoulement, exprimée en m.
- ❖ Le Profondeur hydraulique « D_h » : C'est le rapport de la surface mouillée « S » sur la largeur au miroir « B », exprimée en m, $D_h = \frac{S}{B}$ (53) [14]
- ❖ Le rayon hydraulique « R_h » :C'est le rapport de la surface mouillée « S » sur le périmètre

mouillé « P », exprimée en m, $R_h = \frac{S}{P}$ (54) [14]

Tableau 27 : Eléments géométriques pour chaque section de canal

Largeur, B	b	$b + 2 \times m \cdot h$	$2 \times m \cdot h$	$(\sin \frac{\theta}{2}) \cdot D$ ou $2\sqrt{h \cdot (D - h)}$
Surface, S	$b \times h$	$(b + m \cdot h) \cdot h$	$m \times h^2$	$\frac{1}{8}(\theta - \sin \theta) \cdot D^2$
Périmètre mouillé, P	$b + 2h$	$b + 2 \cdot h \cdot \sqrt{1 + m^2}$	$2h \cdot \sqrt{1 + m^2}$	$\frac{1}{2}\theta \cdot D$
Rayon hydraulique, R_h	$\frac{bh}{b + 2h}$	$\frac{(b + m \cdot h) \cdot h}{b + 2h \cdot \sqrt{1 + m^2}}$	$\frac{m \cdot h}{2 \cdot \sqrt{1 + m^2}}$	$\frac{1}{4} \left[1 - \frac{\sin \theta}{\theta} \right] D$
Profondeur hydraulique, D_h	h	$\frac{(b + m \cdot h)h}{b + 2 \times m \cdot h}$	$\frac{1}{2}h$	$\left[\frac{\theta - \sin \theta}{\theta} \right] D$
Angle du segment circulaire, θ				$\theta = 2 \arccos \left(\frac{D - h}{\frac{D}{2}} \right)$

b. Calage hydraulique

Le calage hydraulique concerne l'étude des débits de ruissellement provenant du BV dans un canal pendant la période de crue.

Débit du canal

La formule de MANNING-STRICKLER permet de calculer le débit tout en tenant compte des caractéristiques géométriques du canal (conduite) tels que la pente, la rugosité et surtout la géométrie. D'après la formule : $Q_C = K \cdot S \cdot R_h^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}}$ (55) [14]

Avec :

Q_C est le débit capable de l'ouvrage exprimé en m^3/s

S est la section mouillée de l'ouvrage exprimée en m^2

R_h est le rayon hydraulique de l'ouvrage exprimé en m

I est la pente longitudinale de l'ouvrage exprimée en m/m

K est le coefficient de Strickler, déterminé empiriquement suivant les propriétés du canal, qui représente la rugosité des parois de l'ouvrage de freiner les écoulements, exprimée en $m^{\frac{1}{3}}/s$.

Tableau 28 : Coefficient de Strickler

Couverture	K en $m^{\frac{1}{3}}/s$
Canal bétonné, très lisse	75-100
Canal bétonné, état moyen	50-75
Canal en terre, non enherbé	60
Canal en terre, enherbé	50

Vitesse d'écoulement

La mesure de l'efficacité d'un canal est sa capacité à déplacer l'eau c'est-à-dire sa vitesse d'écoulement. Elle dépend de la géométrie de la section et la nature du canal.

Elle est donnée par la formule : $v = \frac{Q_c}{S}$ (56) [14]

v etant la vitesse d'écoulement , exprimée en m^2/s

Elle doit respecter les limites admissibles relatives à sa nature suivantes pour éviter les différents risques :

- Pour " $v \leq 1m/s$ ", le canal doit être en terre :
- Pour " $1 m/s < v \leq 2,5 m/s$ ", le canal doit être en maçonnerie de moellon
- Pour " $v \geq 2,5m/s$ ", le canal doit être bétonné

c. Contrainte de calage des réseaux

Les contraintes de calage des canalisations d'eaux pluviales sont :

- ❖ diamètre minimum : 300 mm pour éviter les risques d'obstruction.
- ❖ pente minimum : 0,003 m/m
- ❖ couverture minimale de la canalisation : 80 cm
- ❖ vitesse maximum : 4 m/s afin d'éviter la destruction des ouvrages. [12]

CHAPITRE 3 : ETUDE URBANISTIQUE

I. Justification du projet

1. Diagnostic de la situation actuelle de la Commune Ambohimangakely

Vu la situation actuelle par rapport à la situation démographique de la Commune dans la partie précédente (Chapitre 3, Paragraphe III), on peut faire un bilan en quantité et en qualité des infrastructures et équipements existants de la Commune .

a. Les zones résidentielles

C'est l'ensemble des parties de la zone où dominent les habitations destinées à la résidence ou au logement.

D'une part, la majorité des habitants ne tient pas compte voire même ignore des actes administratifs nécessaires pour des diverses constructions que le « Permis de construire ». D'autre part, la Commune ne se préoccupe pas de les faire connaître qu'il existe d'autres procédures. Par conséquent, on constate presque dans toute la Commune, surtout dans les zones périurbaines, bon nombre de constructions illicites qui ne respectent pas les règles exigées inscrites dans le Code de l'Urbanisme notamment au point de vue esthétique, lieu d'implantation, volume de construction, etc. En plus, la vétusté de quelques logements augmente l'ampleur du problème.

b. Les voiries et réseaux divers

• La voirie

Elle désigne à la fois l'ensemble des voies de circulation ou réseau routier (routes, chemins, rues, etc.) avec leurs dépendances, la nature et la structure de ces voies.

La Commune Rurale Ambohimangakely est une zone de transition entre l'Est de Madagascar et la Capitale puisqu'elle est traversée par la Route Nationale n° 2. D'autant plus, par le By Pass, pour échapper aux embouteillages en ville , elle devient un passage reliant à la Route Nationale n° 7 menant dans le Sud. L'inexistence des Parkings et de marché est une des raisons majeures pour lesquelles les voitures privées se garent dans des lieux sûrs et les marchands vendent sans ambiguïté sur les deux côtés de la route.

En ce qui concerne les autres voiries, la Commune possède 61,675 Km de routes communale et 50,383 de sentiers publics composés de parties en terre, bitumées et en pavés. Les Entretiens, les réhabilitations et réparations, qui ne se font pas périodiquement, engendrent la destruction et l'impraticabilité de ces routes pendant certaines saisons.

- Les Ordures

Les ordures sont les déchets issus des activités quotidiennes des habitants provenant des ménages, des commerçants, des hôteliers, des industries, etc.

La Commune dispose déjà un système de gestion de ces ordures à part des ménages qui ont creusé une fosse dans l'enceinte de leur propriété pour y jeter leurs ordures. De plus, le site de décharge d'Andralanitra se situe dans la Commune. Malgré cela, la Commune ne possède que 8 bacs à ordures et 13 fokontany ne jouissent encore de l'infrastructure et du service.

- L'adduction d'eau potable

L'eau est primordiale à l'existence, au développement et à la vie de l'homme. En plus des branchements particuliers qui approvisionnent directement les foyers, même si la Commune possède 44 bornes fontaines alimentées à partir d'un réseau de distribution de la JIRAMA, il existe encore 10 fokontany qui se trouvent loin de ladite ville qui utilise des eaux de puits artésiens ou/et les sources naturelles.

- Le réseau d'assainissement

Il regroupe l'évacuation des eaux pluviales, eaux usées et eaux vannées.

-Les eaux pluviales sont les eaux de pluie après qu'elles ont touché le sol, sur une surface construite ou naturelle susceptible de l'intercepter ou de la récupérer. Elles sont rejetées dans le réseau d'assainissement ou dans la nature. L'objectif de la récupération et de l'évacuation des eaux de pluie est d'éviter le ruissellement causant des dégâts sur chaussée et les inondations.

-Les eaux usées, aussi appelées « effluents liquides », sont des « eaux polluées » généralement formées du sous-produit d'une utilisation humaine (usage domestique, industriel, artisanal, agricole ou autre). Cependant, l'Agence de Protection de l'Environnement Américaine a défini les eaux usées comme des "eaux qui ont été utilisées et qui contiennent des matières résiduaires dissoutes ou en suspension". Les eaux usées sont collectées et acheminées par un réseau d'égout (ou réseau d'assainissement), soit jusqu'à une station de traitement soit jusqu'à son rejet dans le milieu naturel.^[15]

-Les eaux-vannées, connues également sous le nom d'eaux noires, appartiennent à une catégorie de déchets faisant généralement référence aux eaux d'évacuation domestiques entraînant les sous-produits de la digestion tels que les matières fécales et l'urine mais également des produits toxiques. Les eaux vannées sont alors issues des toilettes et des urinoirs.

Pour les systèmes d'assainissement collectif, les eaux vannées sont acheminées vers un collecteur et ensuite traitées puis dispersées dans la nature.

Pour les systèmes d'assainissement non collectif, les eaux vannées sont dirigées vers la fosse, s'infiltrent dans un puisard creusé dans le sol ou dans un massif de sable et s'écoulent ensuite vers le sous-sol.

78.864 Km de canaux d'irrigation sont répartis dans la Commune mais cela ne satisfait pas aux attentes des nécessités des habitants. Malgré cela, l'entretien et le curage de ces réseaux semblent difficiles vu l'extension fortifiée de la zone d'habitation dans ces dernières années et la pollution.

c. Les équipements et infrastructures

• Les équipements administratifs

Le Bureau de la Commune est le principal centre administratif local qui fournit ses services au public. Cependant, il est installé dans une zone plus ou moins saturée et là le problème se pose puisqu'il n'est pas équipé de parkings. Aussi, la salle de mariage pour les mariages civils, le bureau de la Police communale, le bureau pour les impôts s'y trouvent. Ainsi, les usagers et les personnels de la Commune connaissent des difficultés pour garer leur voiture.

La Commune dispose trois postes avancé de la Gendarmerie Nationale situés à Soamanandrariny, Ambohimangakely et Ambohimahitsy. On peut dire qu'ils sont bien répartis dans la Commune mais en observant l'insécurité de nos jours, c'est insuffisant. De plus, ces postes avancés nécessitent des travaux de réhabilitation puisqu'ils étaient installés de façon provisoire.

Concernant les autres bureaux nécessaires comme le bureau du JIRAMA, les habitants doivent se déplacer en ville pour payer leur facture.

• Infrastructures pédagogiques

Dans le domaine de l'éducation, la Commune éprouve un petit développement par rapport aux autres Communes rurales parce qu'elle possède 13 EPP, 2CEG et un lycée figurant dans la catégorie de lycée moderne d'Antananarivo. Même si ces établissements publics ne suffisent pas, les établissements privés sont nombreux pour compenser les lacunes.

Le problème se pose sur l'état de ces établissements, la plupart sont mal-équipés (salle de classe, table, chaises, enseignant spécialisé, etc.) qui influence considérablement le niveau de l'élève et le taux de réussite à l'examen. Ainsi, ce dernier incite les élèves à l'abandon. En ce qui concerne les établissements du troisième cycle, c'est-à-dire après le baccalauréat, la

Commune n'en dispose aucun. L'étudiant est alors obligé de se déplacer pour poursuivre une étude supérieure.

- **Infrastructures sanitaires**

L'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) définit la santé comme un état de complet bien-être physique, mental et social, et ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité.

D'une part, un hôpital est un établissement de soins où un personnel soignant peut prendre en charge des personnes dont la maladie est trop complexe pour être traitée à domicile.

Il doit présenter l'avantage d'avoir :

- une hygiène assurée par un personnel de nettoyage formé ;
- un accueil permanent et une surveillance continue par du personnel hospitalier médical et paramédical (infirmier ou infirmières, aides-soignants) ;
- des équipes de soignants, disposant de compétences particulières (médecins spécialistes) et du matériel nécessaire à des examens et soins plus poussés. ^[36]

D'autre part, il y a les dispensaires qui sont des établissements de santé qui dépendent d'un organisme public ou privé, où l'on peut soigner gratuitement les malades. Mais, la Commune ne dispose aucun dispensaire public tandis que les consultations dans les dispensaires privés sont payantes.

En principe, leur nombre est fonction du nombre total de la population résidant dans la Commune. Cependant, la Commune Ambohimangakely ne dispose pas encore d'infrastructures de santé suffisantes pour la totalité de sa population puisqu'elle n'a qu'un CSB II. D'autant plus, les effectifs du personnel soignant et les établissements sanitaires privés existant dans la Commune ne couvrent pas encore les besoins de la population. Aussi, la répartition de ces derniers est inégale.

- **Les équipements culturels**

Ce sont les bâtiments servant de lieu de culte.

La Commune est bien couverte d'églises surtout celle du FJKM. Pourtant, on constate une certaine insuffisance pour les autres établissements.

- **Les infrastructures sportives, culturels et de loisirs**

Les activités sportives et loisirs sont des besoins fondamentaux des jeunes qui assurent leur épanouissement. La pratique équilibrée d'un sport aide à se maintenir en bonne santé physique et mentale. Par conséquent, la pratique régulière du sport, que ce soit individuel ou

collectif, est un moyen efficient pour orienter les jeunes dans une bonne voie d'une part hors du danger de la toxicomanie et de l'alcoolisme ; d'autre part éloignée du banditisme et de l'oisiveté qui nuisent leur santé et leur bien-être et à ceux de leur entourage.

Malheureusement, la Commune Ambohimangakely ne possède pas d'équipements sportifs propres. En revanche, de nombreux équipements privés y sont installés. . En effet, le sport est plus ou moins délaissé faute d'équipements et d'installations sportives.

Le loisir est l'activité que l'on effectue durant le temps libre dont on peut disposer. Les infrastructures culturelles et de loisirs comme les Salles de spectacles, les Bibliothèques publiques appartenant à la Commune n'existent pas encore. Néanmoins, le projet de réhabilitation et construction de nouveaux bâtiments pour le lycée Ambohimangakely, en 2017, a conduit à la mise en place, au sein de l'établissement, d'une bibliothèque numérique informatiquement bien équipée.

- Les infrastructures commerciales

Les infrastructures commerciales sont les bâtiments où se vendent et s'achètent une certaine quantité de biens ou de service. Alors, le marché est le lieu réel ou fictif de rencontre entre l'offre et la demande pour un bien ou un service ;

Il contribue largement au développement de la Commune.

Comme marché, la Commune ne possède qu'une infrastructure commerciale (un marché couvert) sis à Mahazo du fokontany Soamanandrariny. Pour les autres fokontany, les marchés quotidiens sont au bord de la route.

- Lavoirs Publics

Un lavoir est un bassin alimenté en eau qui a pour vocation première de permettre de laver et rincer le linge. Il est le plus souvent public, gratuit ou payant selon les Communes. La fréquentation des lavoirs était exclusivement féminine. Ainsi, ils ont une importante fonction sociale. Ils constituaient en effet un des rares lieux où les femmes pouvaient se réunir et discuter. L'activité de nettoyage du linge était physiquement très difficile. Aussi, le fait de la pratiquer de façon collective la rendait plus facilement supportable : les femmes pouvaient échanger des idées ou des informations entre elles.

d. Les Espaces verts

Un espace vert désigne, en urbanisme, tout espace d'aménagement végétalisé (engazonné, arboré, éventuellement planté des fleurs et d'arbres ou buissons d'ornement, et souvent garni de pièces d'eau et cheminements). L'expression est généralement plutôt employée aux espaces publics ou semi-publics. Le mot sous-entend une situation en milieu

urbain ou péri-urbain, en tout cas en milieu construit. [37]

Elles sont destinées à un moment de détente et de délassement contenant des aires de jeu pour les enfants.

e. Infrastructure de transport

Les infrastructures de transport constituent l'ensemble des installations fixes qu'il est nécessaire d'aménager pour permettre la circulation des véhicules et plus généralement le fonctionnement des systèmes de transport routiers, ferroviaires, fluviaux, etc.

Les moyens de transport les plus utilisés par les habitants sont les taxis collectifs, les taxis-ville, les motos, les bicyclettes.

Vu que la Commune se trouve dans la périphérie de la ville, la majorité des habitants entreprennent leurs activités quotidiennes dans la Capitale ainsi que des jeunes qui y fréquentent également l'école. Le moyen de transport ordinaire est assuré par les taxis collectifs et les taxis-villes qui stationnent encore sur les emprises et les bords de route.

Tableau 29 : Moyen de transport existant

Moyen de transport	Coopérative	N° de lignes	Lieu de station/destination
Taxi Be	FIFIAMA	123	Ambohimahitsy
		135	Soamanandrariny
		135 (minibus)	Ambohimahitsy
	MITSINJO	144	Ambohimahitsy
	KOLOINA	E	Ambohimangakely
			Ambohidihilahy (JOVENNA)
			Alasora (Bypass)
	TAXI		Mahazo
			Ambohimangakely

Source : Commune Ambohimangakely, Année 2017

Leur itinéraire passe près de quelques fokontany. Ainsi, 12 fokontany peuvent en bénéficier de ces moyens de transport. Pour le reste, les habitants doivent se déplacer à pied en général pour les accéder. Très récemment, une nouvelle coopérative reliant Ambohimangakely et Antanetibe-Ikianja s'est mis en œuvre pour surmonter ce problème mais ne possède encore que 3 véhicules. Pourtant, des accessoires de transport en commun comme les abris-bus et les stationnements manquent encore à la Commune.

2. Problématique de la Commune

Suite au diagnostic, les problèmes majeurs de la Commune se reposent sur :

- ❖ L'inadaptation du droit de l'Urbanisme au sein de la Commune pour réglementer son extension et ses divers changements ;

- ❖ L'inexistence des nouvelles habitations en vue d'anticiper l'insuffisance des logements pour une augmentation massive de la population ou pour l'arrivée inattendue des immigrants. En se repérant sur sa situation géographique, par rapport à la Capitale, la Commune tend vers une forte poussée démographique
- ❖ Le manque des infrastructures qui ne favorise pas l'évolution et le développement humain dans le domaine culturel et pédagogique.
- ❖ Absence d'une place de marché vu que 58,4 % des habitants se consacrent toujours au secteur primaire
- ❖ La faiblesse du taux d'accès en eau potable et au système d'assainissement
- ❖ Le manque de l'infrastructure sportive publique pour les heures de détentes et les distractions qui présentent un avenir soucieux pour les jeunes qui sont très nombreux, représentant plus de la moitié de la population.
- ❖ Le mauvais état des routes communales et sentiers publics, le manque de parkings rattachés à la Route Nationale traversant le village et engendrant des problèmes de circulation, l'acheminement des produits provenant des Fokontany et les échanges avec les autres Communes avoisinantes.
- ❖ Absence des zones vertes aménagées qui ne permettent pas, d'une part, l'embellissement de la Commune et d'autre part le lieu de distraction pour les résidents et les visiteurs;
- ❖ La non-conformité et l'insuffisance des infrastructures administratives répondant au besoin de la population (emplacement, norme requise, etc.)
- ❖ La concentration des services de transport et infrastructure dans une zone d'accessibilité facile (bac à ordures, etc.), favorable uniquement pour quelques fokontany
- ❖ La pollution

3. Solutions proposées

En constatant le degré des problèmes de la Commune Ambohimangakely, on propose les solutions adéquates se portant sur quatre (4) points essentiels suivants :

- L'instauration et l'adaptation du droit de l'Urbanisme;
- la rénovation et la réhabilitation des infrastructures existantes et des VRD ;
- la mise en place des infrastructures manquantes ;
- la création des nouveaux quartiers en respectant le code de l'urbanisme

a. Instauration et adaptation du droit de l'Urbanisme

Le droit de l'Urbanisme concerne surtout la réglementation relative à l'art d'aménager les villes, les plans et les schémas d'urbanisme, les autorisations d'utilisation du sol et les servitudes en urbanisme.*

b. Rénovation et réhabilitation des infrastructures existantes et des VRD

En général, la rénovation et réhabilitation touche presque les infrastructures existantes dans la Commune si on respecte les normes requises de l'urbanisme.

Parmi cela, on peut citer :

- La réhabilitation des infrastructures pédagogiques
- La rénovation des bureaux du fokontany et des bureaux de la gendarmerie enfin, il y a les voies d'accès qui permettent la liaison entre Fokontany ou entre deux (02) localités.

Ensuite, pour les voiries, il faut un élargissement de la route nationale pour les parties traversant les villages. L'entretien, et la réhabilitation des routes communales et sentiers publics doivent avoir lieu périodiquement pour éviter l'isolation de certains fokontany pendant la période de pluie.

Enfin pour l'amélioration des réseaux d'assainissement, on doit mettre en œuvre des équipements adéquats pour les canalisations des eaux pluviales, des eaux usées et des eaux vannées.

c. La mise en place des infrastructures manquantes

La mise en place de quelques infrastructures serait incontournable dans la Commune Ambohimangakely pour avoir une Commune plus ou moins autonome et modérément urbanisée.

D'après les analyses précédentes, citons quelques exemples tels que :

- La mise en place des écoles, collèges et lycées publics ; des établissements universitaires et des centres de formation professionnelle équipés de laboratoires, de bibliothèque, de terrains de sport pour le gymnastique, etc.
- la mise en place de marchés en plein air ou/et couverts et des infrastructures pour les activités commerciales financières
- la mise en place des infrastructures administratives suivant les normes et les attentes de la population, pour qu'elles soient facilement accessibles telles qu'un bâtiment complémentaire de la mairie, un poste de police, un bureau pour les taxes et les impôts, etc. construites selon les normes de construction (équipé de parkings par exemple)

* cf partie 1, chap. 1 et annexe

- la mise en place des infrastructures pour la santé comme des dispensaires, des hôpitaux, des pharmacies communautaires, des foyers de vie, etc.
- la mise en place des infrastructures sportives et culturelles publiques comme les terrains de sport, salle d'exposition, etc.
- la mise en place d'un espace vert
- la mise en place des équipements urbains : toilettes et douches publiques, bornes fontaines, bacs à ordures, lavoirs publics, stationnement pour les taxis collectifs et les taxis, abribus, etc.

d. La création de nouveaux quartiers

La construction d'un « nouveau quartier » est l'un des processus essentiels dans le cadre de la qualification urbaine d'une Commune. Le « nouveau quartier » sera une subdivision de la Commune répondant aux besoins primordiaux et continus des résidents : écologie, transport, travail et habitat. Ainsi, on parle de « quartier durable » intégrant l'aspect social des résidents à travers une bonne qualité de vie et de bien-être, l'aspect environnemental par la diminution de l'impact des activités sur le milieu naturel et l'aspect économique par l'augmentation des actions pour une économie locale puissante.

Par le présent projet, la création du nouveau quartier concerne une partie des zones non bâties de la Commune. Quelques infrastructures s'avérant indispensables et adéquates à la situation actuelle de la zone d'étude seront donc créées pour relancer cette politique de qualification urbaine.

Les détails techniques de la création du nouveau quartier vont être traités dans le paragraphe ci-après.

II. Conception du plans d'urbanisme

1. Planification

La planification tient une importante place pour l'application de ces solutions proposées. C'est un processus d'organisation et d'amélioration de la Ville dans le respect du cadre actuel de vie des habitants, de prévoyance de leur avenir ainsi que l'équilibre nécessaire entre les populations, leurs activités et les équipements dont elles ont besoins .

Pour ce faire, il faut procéder à l'élaboration du plan d'urbanisme de la Commune, répondant à la solution n°1 qui est l'instauration et l'adaptation du Droit de l'urbanisme.

2. Elaboration du PuDi

a. Zonage

Le Zonage est le découpage en grandes zones ou « Zone d'activités » de la zone à urbaniser permettant de définir les modes d'occupation du sol afin d'y contrôler l'usage et les bâtiments ainsi que l'implantation, la forme et l'apparence des constructions compatibles.

Donc, le règlement de zonage se pose généralement :

- Les usages permis dans toute la partie de la zone: les habitations, les loisirs, les espaces verts, les activités culturelles, cultuelles, etc...
- Les densités d'occupation du sol pour chaque activité (souvent exprimées par un coefficient d'occupation des sols) ;
- L'espace qu'un immeuble peut occuper au sol ;
- Les proportions de chaque usage sur un même lot et la surface adéquate pour les parkings.^[16]

Dans notre cas, le zonage à effectuer servira à la mise en place des infrastructures manquantes indispensables pour le fokontany Antanambao.

b. Répartition de la zone

Tableau 30 : Répartition de la zone

Zone d'activités	Superficie approximative [Ha]	Pourcentage [%]
Espaces viaires	3.4046	17.24
Zone résidentielles	9,2287	46.72
Zone d'activités administratives	0.4027	2.04
Zone d'activités commerciales	1.3440	6.80
Zone d'activités culturelles	0.9278	4.70
Zone d'activités culturelles	0,6634	3.36
Zone d'activités sanitaires	1.5293	7.74
Zone d'activités sportives et de loisirs	0,8566	4.34
Espaces verts	1.3949	7.06
Total	19.7520	100

c. Fonction et rôle de chaque zone d'activités

L'espace viaire

L'espace viaire est destiné à l'implantation des voies de communication terrestre avec ses accessoires tels que les chemins, les ruelles, les trottoirs, les rues, les stationnements, les parkings, etc. Elle permet d'assurer la circulation et les déplacements des usagers selon leur nécessité pour leur bien-être, leurs activités, etc.

Pour les voies d'accès, on aura mis en place une rue principale et des ruelles

permettant aux résidents d'accéder facilement aux différentes zones d'activités. Ensuite, deux zones de stationnement à la disposition des transporteurs collectifs seront installées pour faciliter les déplacements des habitants par des transports en commun.

 Des zones résidentielles

La zone résidentielle désigne une zone appartenant à un quartier où l'habitat est la fonction dominante. Leur rôle est de donner une satisfaction aux citadins de posséder et habiter un logement répondant aux Normes et règles de construction en vigueur.

Ainsi, on se propose d'établir la zone résidentielle qui occupera une grande partie dans le nouveau quartier sous 4 zones de répartitions. Chaque zone serait aménagée et dispose des habitations individuelles et les habitations collectives bâties suivant les normes de construction.

 La zone d'activités administratives

L'Administration gère deux grands types d'activités :

- les services publics
- la sécurité publique

Les services publics constituent les activités d'intérêt général prises en charge soit par des personnes publiques, soit par des personnes privées mais sous le contrôle des premières (Exemple : Mairie, bureau du fokontany, bureau des services d'impôts, etc.) Si ces activités visent essentiellement à procurer des biens ou des services aux administrés, la raison d'être des agents pour la sécurité publique est d'assurer un certain ordre social (Exemple : Police, gendarmerie, etc.)

Ainsi, la zone d'activités administratives indique les espaces d'installation pour en jouir de ces services avec leur équipement nécessaire tel que les parkings, etc.

Leurs rôles :

- ❖ Héberger les bureaux pour l'administration
- ❖ Permettre la relation entre les autorités et la population
- ❖ Servir de centres d'accueil pour le public

Elle occupe une place importante dans la vie sociale des habitants et des visiteurs, c'est pourquoi on l'implante au cœur de la zone résidentielle.

 La zone d'activités commerciales

Elle regroupe les lieux permettant les trois catégories d'activités commerciales suivantes :

- Les activités commerciales financières

- le marché ou vente en détails
- les ventes en gros

Ainsi, la zone d'activités commerciales désigne une zone sécurisée, intime et propice aux diverses échanges comme les marchés en plein en air, les marchés couverts, les différents kiosques et points de vente, les épiceries, les lieux de restauration et d'hôtellerie, les grandes surfaces, les magasins, les centres commerciaux, la banque, l'assurance, les agences de microcrédits etc.

Comme elle marque la progression économique de la Commune et son installation est un souhait précieux aux habitants, on la subdivise en 2 zones d'une façon plus ou moins réparti dans le nouveau quartier et proche de la zone résidentielle pour éviter toute dépense et perte de temps inutiles.

Elle sera dotée d'équipement indispensable pour l'aisance matérielle et financière des usagers comme les parkings, les Bornes Fontaines, toilette et douche publiques.

La zone d'activités cultuelles

Elle sert aux lieux de culte permettant aux habitants de se former et de développer les facultés intellectuelles et morales.

Exemple : les chapelles, les temples, les cathédrales, les églises.

La zone d'activités culturelles

Elle est constituée de tous les lieux d'implantation des infrastructures destinés à l'éducation et à l'acquisition de diverses connaissances.

La zone d'activités sanitaires

Elle rassemble les zones destinées à l'implantation des hôpitaux, des cliniques, des CSB, des cabinets spécialisés, des pharmacies etc. veillant au bien-être, soins et traitements des habitants. Elle a besoin d'un environnement calme et serein c'est pourquoi on l'installe loin de la zone d'activités commerciales.

La zone d'activités sportives et de loisirs

Elle comporte des lieux de distraction et d'exercices sportifs tels que les divers terrains des sports collectifs ou individuels, les terrains des jeux, les salles de sport, les piscines, les gymnases, piste pour sports auto-moto, les salles de spectacle etc. Ils peuvent être en plein air ou couverts.

L'existence de la zone d'activités sportives et de loisirs publics dans la Commune permet de :

- Mobiliser les jeunes à participer aux activités culturelles, sportives et aux loisirs en tant

que nécessités fondamentales contribuant à leur épanouissement physique et mental

- Former un esprit sportif aux jeunes : esprit d'équipe, solidarité, unité, fair-play, etc.
- Rationaliser la gestion des temps libres des pour éviter l'oisiveté
- Promouvoir et organiser les échanges interculturels et la relation entre jeunes
- Eviter la délinquance juvénile (toxicomanie, alcoolisme, banditisme, etc.)

D'autant plus, elle est toujours indispensable dans le domaine de l'éducation pour pratiquer les séances de l'EPS (Education Physique et Sportive), les manifestations et compétitions scolaires comme la journée des écoles, etc.

L'espace vert

C'est une étendue où on crée des espaces planté qui ont des rôles essentiels pour avoir un environnement sain et ordonné. Parmi ces espaces verts, on peut citer les jardins, les parcs, les forêts, les pépinières, les arbres, etc. dotés d'espaces de loisirs pour les enfants et d'équipements urbains utiles. Elle est placée au milieu du nouveau quartier mais simultanément, on la trouve presque dans toutes les zones d'activités.

d. Emplacement de chaque zone

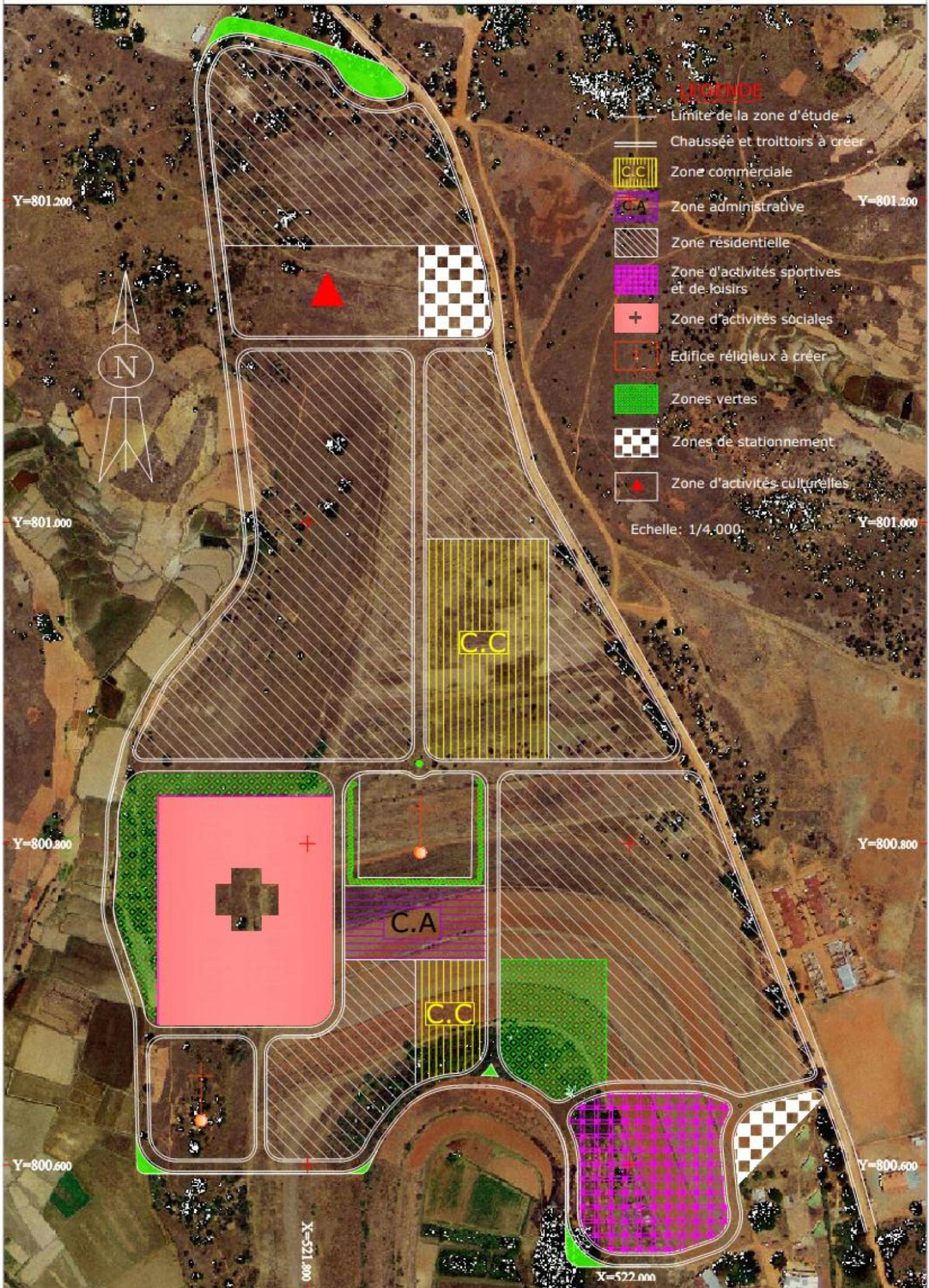
L'emplacement d'une zone d'activités dépend des facteurs suivants :

- Le relief du terrain à aménager
- La configuration du terrain
- La distance (éloignement ou proximité) de cette zone par rapport aux zones d'activités environnantes
- Les exigences dont il faut tenir compte avant toutes décisions

Exemple :

- Exigence de tranquillité aux alentours de l'hôpital ou de l'école
- Facilité d'accès pour les activités concernant une foule importante : le marché, sport, les cas d'urgences tels que les accidents et les soins urgents)

PLAN D'URBANISME DIRECTEUR



3. Elaboration du PuDe

Le PUDé est destiné à compléter au fur et à mesure les détails sur le PUDi. On y trouve alors la spécificité de chaque zone d'activités ainsi que le tracé des espaces viaires.

a. Les zones réservées aux voies d'accès et équipements routiers

Comme on a vu dans le précédent paragraphe, la zone réservée aux voies d'accès se divise en deux parties: la voie principale ou rue et la voie secondaire ou ruelle.

La largeur de la rue principale est de 6m et accompagné des trottoirs de 1,5m de part et d'autre de la chaussée qui relie toutes les zones d'activités. Elle est bitumée. Les ruelles à l'intérieur de la ville est de 5 m de large ayant 1,5m de trottoirs revêtues en pavés.

En ce qui concerne les équipements routiers, une aire de stationnement est importante dans le monde de l'automobile puisqu'il est la finalité de tout trajet. Ainsi, deux aires seront installées dont l'une attribuée au stationnement des taxis collectifs et l'autre au stationnement des taxis- villes. Leurs capacités d'accueil est jusqu'à 30 taxis collectifs et 20 taxis. Chaque stationnement est doté de toilettes et douches publiques.

b. La zone résidentielle

La zone résidentielle est composée de 2 types d'habitation : il y a d'une part les maisons d'habitation individuelle et d'autre part les logements collectifs.

❖ Habitations individuelles : Ce sont des maisons pour une famille de trois à sept personnes. Elles sont chacune dotée d'un jardin individuel. Deux catégories sont représentées dans le nouveau quartier à savoir :

-Les villas basses : comportant un vestibule d'entrée, un séjour, 3 chambres, une cuisine, 2 salles d'eau et toilettes. Elles seront équipées d'un garage couvert et 2 chalets dans la cour.

-Les Duplex de type maisons jumelées : bâtiment d'habitation identique juxtaposé comprenant chacun deux niveaux (Rez-de-chaussée + un étage) séparées d'une haie vive. Chacun des duplex est composé au RDC un hall d'entrée, un séjour, une cuisine, un garage, une salle d'eau et toilettes sous l'escalier ; à l'étage 3 chambres, une salle de travail, une salle d'eau et toilettes; et dans la cour un demi-terrain de basket et 2 chalets au milieu d'un jardin.

Ces maisons seront construites pour garantir le confort des usagers et les offrir des multiples choix. Des espaces verts borderont la limite de chaque propriété et elles seront clôturées afin d'assurer la sécurité des habitants.

Cependant, on compte 40 logements individuels dans le nouveau quartier dont 20 villas basses et 20 duplex (10 maisons jumelées).

❖ Habitations collectives : Ce seront des immeubles construits par une collectivité publique dont

les logements, à loyers abordables sont attribués à des personnes de revenus modestes. Chaque HLM comporte quatre (04) étages et un rez-de chaussée destiné pour garer les voitures en plus des parkings et deux halls d'entrées vers l'étage. Chaque étage comporte trois appartements dont deux pour les résidents à famille de 3 à 6 personnes formé par un séjour, une cuisine, une salle d'eau et toilettes, une mezzanine et des chambres à coucher et le reste un studio pour un étudiant ou un couple récemment marié . Des éléments communs sont destinés à tous les résidents de la cité comme l'escalier, l'ascenseur, le vide ordure, le couloir, etc. De même, des espaces verts se place à coté de chaque immeuble pour avoir toujours une bonne vue et de l'air pur;

Ainsi, leurs avantages sont basés sur leurs énormes capacités d'accueil parce que chaque HLM peut héberger jusqu'à 50 personnes.

Dans notre nouveau quartier, on propose de construire 5 HLM. Des bacs à ordures seront placés à proximité de ces habitations.

c. La zone d'activités administratives

On propose d'édifier 2 bâtiments administratifs à un étage en forme de L avec un Parking à l'extérieur pouvant accueillir 10 voitures chacun, pour stationner les véhicules du personnel administratif et ceux des visiteurs. Ces bâtiments sont répartis comme suit :

- ❖ Un bâtiment servant d'annexe complémentaire pour le bureau de la mairie de la Commune Ambohimangakely composé d'une grande salle destinée à la célébration du mariage civile , du bureau du maire et du personnel administratif et un local pour toilettes et salle d'eau au rez de chaussée et un bureau du fokontany Antanambao à l'étage comportant une salle d'attente, deux salles pour le chef du fokontany, le secrétaire et l'adjoint, une salle de conférences et un local pour toilettes et salle d'eau.
- ❖ Un bâtiment pour le poste de police comprenant trois salles pour les bureaux du commissaire, de l'inspecteur, et des agents de police, deux locaux réservés aux gardes à vues (cellules) , une salle de réception et un local pour toilettes et salle d'eau dans le rez de chaussée ; et l'étage est destiné pour d'autres services comme le bureau de la JIRAMA et du service des impôts (caisse et réception)

Chaque bâtiment est équipé de toilettes et de salle d'eau à l'intérieur. La zone est clôturée, entourée de jardin couverte de végétations décoratives, des gazons et des parterres.

d. La zone d'activités commerciales

La zone d'activités commerciales est un espace fonctionnel privilégié d'achats divers pour les habitants. Afin d'obtenir une variété de commerces, d'une part, le nouveau marché

proposé dans la zone Centre- Nord-est est destiné pour :

- ❖ les pavillons pour les marchandises générales, les boucheries, les charcuteries, les poissonneries, les produits artisanaux, la quincaillerie, etc.;
- ❖ le marché en plein air pour la vente des fruits, des légumes, des fleurs, etc.

Par conséquents, on y trouvera :

- 15 bâtiments pouvant chacun héberger 4 pavillons
- 10 étals en béton armé pour le marché en plein air
- Un bureau pour la commission de la gestion et sécurité du marché : responsable du marché, les agents de sécurité et le gardien parking
- Un parking pour 80 voitures
- Des toilettes pour le public et les commerçants
- Un bac à ordures
- Une borne fontaine

On se propose de réserver une partie de la zone à côté du marché pour le parking afin de demeurer les camions transporteurs et les véhicules des consommateurs. Aussi, des bacs à ordures, des bornes fontaines, des douches et toilettes qui seront accessibles pour tout public.

D'autre part, la zone commerciale dans la partie Sud-Ouest du nouveau quartier sera classée pour un bâtiment d'une banque à micro-crédits et 8 bâtiments attribués aux boutiques de prêt-à-porter, salons de coiffure et d'esthétique, boutiques d'appareils électro-ménagers, électriques et électroniques, etc... . Chaque bâtiment est doté d'un petit parking pour éviter les stationnements au bord de la rue qui provoquent l'embouteillage.

e. La zone d'activités cultuelles

Chaque subdivision de la zone est composée d'un édifice religieux pouvant accueillir jusqu'à 800 personnes, équipé d'un parking, clôturé et possède des toilettes à proximité à l'intérieur de l'enceinte.

f. La zone d'activités sanitaires

Pour préserver la santé et l'hygiène publique, on propose d'implanter dans une zone clôturée :

- ❖ Un bâtiment en forme de C destiné à un centre de santé de base multiservice comprenant une salle de réception et de soins des urgences, une dentisterie, un cabinet pédiatrique, un cabinet de médecin généraliste, 2 salles d'eau et toilettes dont l'une pour le personnel et l'autre pour les patients, un bureau pour l'administration.
- ❖ Une pharmacie comprenant une salle de stockage des médicaments, un laboratoire

d'expérimentation, un bureau pour le responsable de la pharmacie, une chambre froide, une grande salle pour la réception, la caisse et la livraison des médicaments, caisse ,une salle d'eau et toilettes.

La zone sera équipée d'un parking et des jardins avec des banquettes.

g. La zone d'activités culturelles

Dans le but d'ouvrir grande ouverte la porte du travail, celle de la production et de la compétence, et éveiller un certain nombre de capacité physiques, intellectuelles et morales ; on propose de mettre en place un centre de formation à multi-branche. Il est constitué 9 salles de formations, 3 salles pour les bureaux d'administration et une toilette. La zone est doté d'une grande cour de récréation avec des 6 banquettes et d'un parking.

h. La zone d'activités sportives et de loisirs

Dans le but de recevoir des grands matchs, de tournois, de diverses compétitions et des rencontres sportives et de pratiquer des entraînements, on propose de mettre en place quelques terrains de sports à dimensions réglementaires. La zone est composée :

- ❖ d'une piscine olympique de dix couloirs avec deux bâtiments répartis pour les deux sexes et contenant chacun des vestiaires et des douches pour garantir l'hygiène corporelle.
- ❖ Trois terrains :un terrain de basket ,un terrain de volley-ball ,un terrain de tennis

Chaque équipement est doté de gradins pour le confort et l'aisance des spectateurs. Ainsi, les terrains sont orientés Nord-Sud pour éviter l'ensoleillement des joueurs.

Les zones sont affectées des parkings et des bacs à ordures à proximité.

i. La zone verte

Le but d'installation des zones vertes attractives et distractives est d'acquérir l'appellation de « quartier vert » favorisant l'atténuation des effets de la pollution urbaine, l'embellissement du nouveau quartier, la sauvegarde des espaces verts , le bien-être , la paix et la sérénité des habitants .

Dans le nouveau quartier, on trouve quelques espaces verts le long des rues et au niveau des zones d'activités mais il est beaucoup mieux de créer un espace vert spécialement dédié pour la détente et le divertissement. On y trouve ainsi :

- ❖ un jet d'eau circulaire
- ❖ des mobiliers distractifs tels que des trampolines et des balançoires
- ❖ des banquettes et des chalets préservés aux snacks variés
- ❖ des places destinées aux jeux de sociétés comme le fanorona, le katro, les dominos, les jeux de cartes, ...

X=521.800

PLAN D'URBANISME DE DETAILS





PARTIE 3:
ETUDES
COMPLEMENTAIRES
et
ESTIMATION DU
COUT DU PROJET

CHAPITRE 1 : ETUDES COMPLEMENTAIRES

A. Etude de la voirie et réseaux divers

I. Réseau routier

1. Eléments caractéristiques d'une route

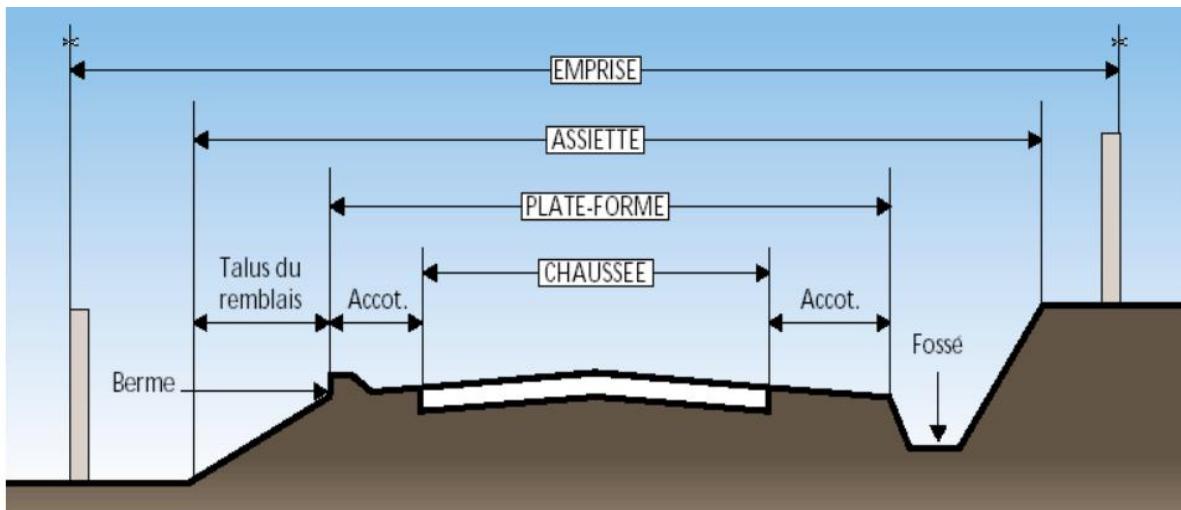


Figure 26 : Eléments caractéristiques d'une route

- ❖ **L'EMPRISE** : C'est une partie du terrain qui appartient à la collectivité et affectée à la route ainsi qu'à ses dépendances.
- ❖ **L'ASSIETTE** : C'est la surface du terrain réellement occupée par la route.
- ❖ **LE PLATE-FORME** : C'est la surface de la route qui comprend la chaussée et les accotements.
- ❖ **LE CHAUSSÉE** : C'est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules.
- ❖ **ACCOTEMENTS** : Ce sont les zones latérales de la plate-forme qui bordent extérieurement la chaussée. Il est constitué de la berme et de la bande dérasée.
- ❖ **ÉVACUATION DES EAUX** : Ce sont les ouvrages de collecte et d'évacuation des eaux de ruissellement.

2. Eléments géométriques d'une route

a. Virage

Le dimensionnement des rayons du tracé en plan et des dévers correspondant est lié:

- À la dynamique des véhicules
- Aux conditions de contact pneu/chaussée
- Au confort de l'usager.

Les paramètres purement dynamiques permettent de définir une valeur minimale de rayon en fonction de la vitesse pratiquée et du dévers et la définition d'un seuil de sécurité. Ces calculs

permettent de déterminer deux valeurs fondamentales en matière de virages :

- le rayon minimal qui assure la stabilité des véhicules à la vitesse de référence lorsqu'il est associé au dévers maximal (généralement 7%).
- le rayon non déversé qui assure cette même stabilité en l'absence de dévers (profil en toit)

Tableau 31 : Rayon de virage

		Vitesse [Km/h]					
		50		70		90	
		R ₁ [m]	R ₂ [m]	R ₁ [m]	R ₂ [m]	R ₁ [m]	R ₂ [m]
Dévers [%]	-2,5	112	72	286	181	580	362
	0	98	66	242	162	473	318
	2,5	87	61	209	146	399	282
	5	78	57	184	134	345	254
	7	73	54	168	125	311	235

R₁: Valeur du rayon au seuil de confort,

R₂: Valeur du rayon au seuil de sécurité^[17]

b. Dévers

Le dévers est la valeur de la pente transversale d'un ou des deux versants d'une chaussée permettant l'évacuation des eaux de surface.^[38] Il est donné dans les tableaux suivants :

Tableau 32 : Dévers d'une route de catégorie R60(vitesse de référence 60 km/h)

Valeur du rayon	Sens du dévers	Valeur du dévers
120 m (<i>minimal</i>)	Vers l'intérieur du virage	7 % (<i>maximal</i>)
Compris entre 120 et 450 m	Vers l'intérieur du virage	0,86 + 736,4/R
450 m	Vers l'intérieur du virage	2,5 %
Compris entre 450 et 600 m	Vers l'intérieur du virage	2,5 %
600 m ou plus	en toit	2,5 %

Tableau 33 : Dévers d'une route de catégorie R80(vitesse de référence 80 km/h)

Valeur du rayon	Sens du dévers	Valeur du dévers
240 m (<i>minimal</i>)	Vers l'intérieur du virage	7 % (<i>maximal</i>)
Compris entre 240 et 650 m	Vers l'intérieur du virage	-0,13 + 1712,2/R
650 m	Vers l'intérieur du virage	2,5 %
Compris entre 650 et 900 m	Vers l'intérieur du virage	2,5 %
900 m ou plus	en toit	2,5 %

3. Stationnement

Des aires de stationnement situées en dehors de la chaussée devraient être prévues pour les taxis collectifs, les taxis-ville et les voitures. Les arrêts des taxis collectifs devraient être échelonnés et répondent les besoins des habitants.

II. Le réseau d'adduction d'eau potable

D'après le Haut-Commissariat des droits de l'Homme de l'ONU, le droit de l'eau consiste en un approvisionnement suffisant, physiquement accessible et à un coût abordable, d'une eau salubre et de qualité acceptable pour les usages personnels et domestiques de chacun. Une quantité adéquate d'eau salubre est nécessaire pour prévenir la mortalité due à la déshydratation et pour réduire le risque de transmission de maladies d'origine hydrique ainsi que pour la consommation, la cuisine et l'hygiène personnelle et domestique.

L'adduction d'eau potable (AEP) comprend toutes les opérations et techniques permettant d'amener l'eau depuis sa source à travers un réseau de conduites vers les lieux de consommation. Il existe deux types d'adduction en eau: l'adduction gravitaire et l'adduction par refoulement.^[18]

L'AEP se fait en 3 étapes qui sont :

Etape 1 : Approvisionnement en eau

Il se fait par captages, forages, pompages depuis les sources, les cours d'eau cours d'eau naturel, un plan d'eau et les nappes phréatiques.

Etape 2 : Epuration de l'eau

L'épuration de l'eau est une phase importante permettant d'assurer la potabilité de l'eau qui requiert des traitements nécessitent des contrôles et analyses multiples dans un cadre sanitaire réglementé. L'étape consiste à :

- ❖ La désinfestation des eaux : l'élimination de micro-organismes pathogènes qui peuvent être responsables de nombreuses maladies (parasites, virus et bactéries) par le biais de désinfectants physiques ou chimiques.
- ❖ L'addition des produits

Etape 3 : Distribution de l'eau

La distribution de l'eau doivent passer :

- ❖ un réseau de transport constitué de maillage de canalisations souvent enterrées et des ouvrages d'arts
- ❖ un système, automatisé ou non, de vannées et de pompes,
- ❖ des divers systèmes de stockage intermédiaires comme les châteaux d'eau

- ❖ un réseau terminal de distribution amenant l'eau aux consommateurs finaux ou à des points de distribution collectifs (pompes, bornes fontaines, etc.)



Figure 27 : Réseau d'adduction d'eau potable

III. Les réseaux d'assainissement

Le « système d'évacuation des eaux » ou « réseau d'assainissement » est l'ensemble des dispositifs, des produits utilisés et raccordés entre eux, vu la raison qu'en outre des eaux pluviales, les eaux domestiques doivent être évacuées pour des raisons d'hygiène, le bon fonctionnement des appareils ménagers et les équipements sanitaires.

L'évacuation des eaux est donc indispensable, mais ne peut pas se faire n'importe comment. La loi oblige chaque ménage à respecter certaines normes et réglementations pour évacuer leurs eaux domestiques une fois qu'elles sont usées.

1. Types d'assainissement

L'assainissement se différencie selon la taille de la ville, le type de zone (urbaine, périurbaine, communauté urbaine), les moyens disponibles et les habitudes culturelles.

Ainsi, il existe trois sortes d'assainissement :

- a. L'assainissement collectif : constitué de grandes canalisations de collecte des eaux usées reliées des canalisations en provenance des habitations, qui sont acheminées de manière gravitaire vers une station d'épuration.
- b. L'assainissement individuel : également appelé assainissement non collectif (ANC) ou

assainissement autonome, système d'évacuation des eaux totalement indépendant du réseau collectif.

- c. L'assainissement semi-collectif : alternative à opter lorsque l'assainissement collectif n'est pas suffisant de collecter les eaux usées d'un grand nombre d'habitations. Il prend en charge l'assainissement d'une dizaine ou d'une vingtaine d'habititations (petits hameaux, villages isolés, endroit situant à une topographie trop coûteuse pour être relié à l'installation d'un assainissement collectif).^[19]

2. Types de réseau d'assainissement

Le réseau d'assainissement tient, en général, deux grands rôles importants :

- Permettre aux habitants de se débarrasser des eaux domestiques
- Les traiter pour les dépolluer, afin qu'une fois déversées dans la nature, elles ne représentent plus aucun menacé.

Ils sont classifiés en deux types :

- Réseaux d'assainissement unitaires
- Réseaux d'assainissement séparatifs

a. Le Réseau d'assainissement séparatif

Le Réseau d'assainissement séparatif est composé de deux canalisations distinctes en parallèle c'est-à-dire qu'il y a un double réseau dont l'un pour les eaux usées qui sont acheminées vers une station d'épuration et l'autre pour les eaux pluviales qui sont évacuées vers le milieu naturel soit infiltrée dans le sol sur site, soit déversée dans un cours d'eau à proximité, soit raccordée au réseau d'évacuation des eaux de pluie.

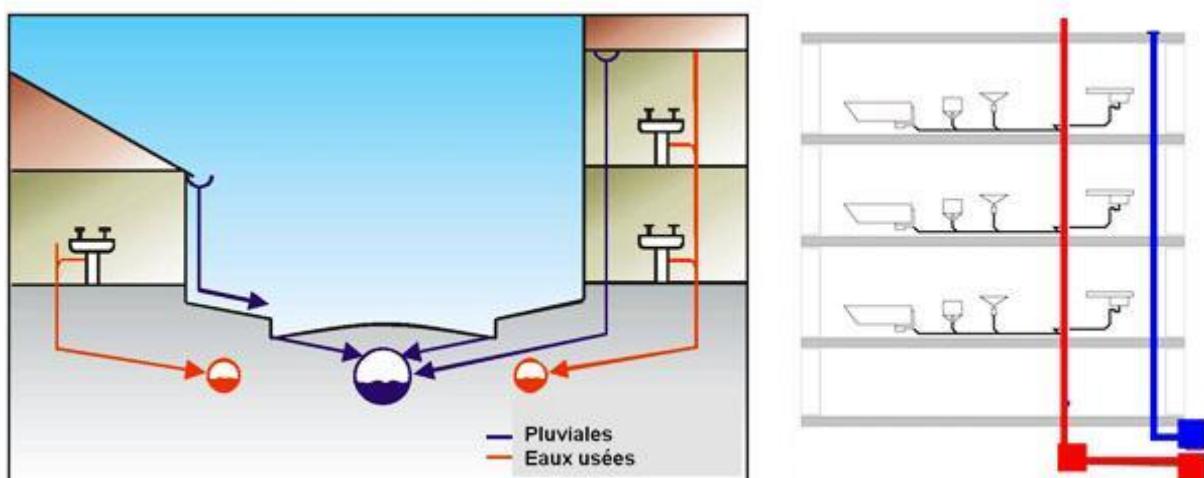


Figure 28 : Réseau d'assainissement séparatif

b. Le réseau d'assainissement unitaire

Le réseau d'assainissement unitaire est composé d'une seule canalisation récoltant les eaux usées et les eaux pluviales, acheminées vers la station d'épuration.

Lorsque les pluies sont plus importantes, une partie du mélange d'eaux usées et d'eaux pluviales est déversé dans le milieu naturel par l'intermédiaire de déversoirs d'orages positionnés à des points stratégiques du réseau.

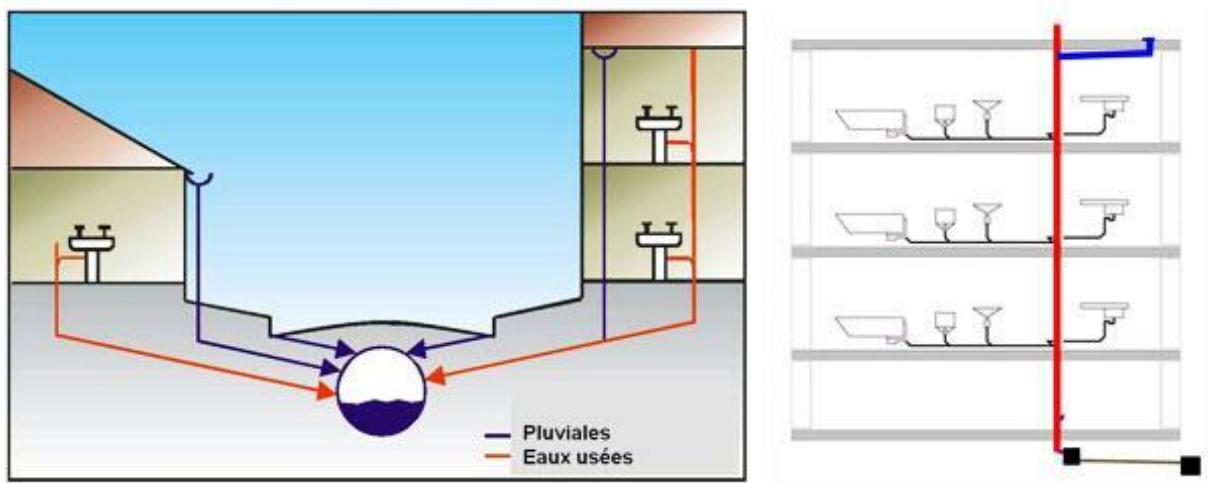


Figure 29 : Réseau d'assainissement unitaire

Remarque :

Il a aussi une variante qui ne s'adapte pas de façon rigoureuse à aucune de deux types : les réseaux pseudo-séparatifs et les réseaux séparatifs doubles.

❖ Les réseaux pseudo-séparatifs sont ceux où il y a une séparation des eaux pluviales. Il comporte un réseau double, l'un, seulement pour les eaux de pluie et des rues, des espaces verts, etc., et l'autre qui ramasse les eaux de fermes qui ont des drainages évacuant des eaux de pluie conjointement avec des eaux usées.

❖ Les réseaux séparatifs doubles disposent de conduits séparés pour les eaux usées et pour le réseau d'eaux pluviales.

3. Avantages et désavantage du réseau d'assainissement unitaire et réseau d'assainissement séparatif^[20]

Tableau 34 : Comparaison du réseau séparatif et réseau unitaire

	Réseau Unitaire	Réseau séparatif
AVANTAGES	<ul style="list-style-type: none"> -Construction plus économique : il nécessite des infrastructures et des raccordements moindres par rapport à un réseau séparatif. -Construction plus facile : il n'y a pas de possibilité d'erreur de branchement -Dimensions équivalentes à celles du réseau d'eaux pluviales en réseau collectif : le débit des eaux usées a peu d'incidence sur le débit total. -Entretien plus économique : les eaux pluviales ont un effet d'auto-nettoyage important. 	<ul style="list-style-type: none"> -Equipements de traitement réduite qui compense en partie le coût plus important des infrastructures supplémentaires de collecte des eaux de pluie. -Charge supplémentaire d'eaux usées à traiter moins importante en cas de construction de nouveaux quartiers qu'avec un réseau unitaire -Régime d'épuration plus régulier : les pluies ne l'altèrent pas. -Coûts d'épuration inférieurs. -Inutilité de dépôts anti-DSU (dilution de solides urbains)
DÉSAVANTAGES	<ul style="list-style-type: none"> -Capacité du station d'épuration à supporter les débits des eaux de pluie faible. -Besoin de déversoirs d'orage : systèmes de séparation des eaux de pluie avant de son arrivée à la station de traitement au moyen. -Altération du déroulement de l'épuration : le débit d'eau qui arrive à la station d'épuration, est supérieur en cas de pluie -Rejet de déversoirs polluant, surtout celui de premières minutes : entraîne une certaine pollution dans le moyen récepteur et dans l'environnement. -Coût d'épuration et d'installations augmenté : construction de bassins d'orage anti-DSU -Curage ultérieur nécessaire en période de temps sec prolongé : le réseau est largement surdimensionnés et peuvent être sujet à des dépôts 	<ul style="list-style-type: none"> -Après une période sec, lorsque les surfaces imperméables (rues, toits etc.) sont particulièrement sales, l'eau de pluie peut alors se révéler être polluée et se retrouve directement dans l'environnement sans traitement. -Cout d'entretien et fréquence de nettoyage élevés : la réduction de la charge dans les canalisations d'eau usée peut conduire à la disparition de l'« auto-curage » et à un encrassement plus important, voire une obstruction des tuyaux

B. Analyse des impacts environnementaux

I. Cadre réglementaire

Comme toutes autres projets, le projet d'urbanisme doivent prendre en compte dès la phase préparatoire jusqu'à la phase fermeture que il est soumis par le code de l'environnement. La réalisation des études environnementales appliquées à l'urbanisme doit permettre l'intégration de la réglementation nationale à l'échelle d'un territoire et d'en accroître le niveau d'application. Pourtant, la résolution des problèmes environnementaux à Madagascar est une résolution de la pauvreté des malgaches. Le cadrage de la solution est basé sur :

- ❖ Le cadrage juridique : Loi, décret, arrêté
- ❖ La participation de tout citoyens de conserver l'environnement par une gestion de transfert : GELOSE « Gestion Locale Sécurisée »
- ❖ Le cadrage programmatique : PNAE « Plan Nationale d'Action Environnementale »,

La loi n°2015-003 du 19 février 2015, portant la charte de l'environnement Malagasy , dans l'article 13, adopte une obligation de réalisation des Etudes d'Impacts Environnementaux (EIE) pour les projets d'investissements publics ou privés, qu'ils soient soumis ou non à autorisation ou à approbation d'une autorité administrative, susceptibles de porter atteinte à l'environnement.

Par le Décret n° 99-954 du 15 décembre 1999 modifié par le décret n° 2004-167 du 03 février 2004 , relatif à la Mise en Compatibilité des Investissements avec l'Environnement (MECIE), il est promulgué , la réalisation des Etudes d'Impacts pour les projets d'investissements publics ou privés susceptibles d'avoir des conséquences dommageables sur l'environnement, selon leur nature technique, leur ampleur ou de la sensibilité du milieu d'implantation. Le décret a pour objet de fixer les règles et procédures à suivre en vue de la mise en compatibilité des investissements avec l'environnement et de préciser la nature, les attributions respectives et le degré d'autorité des institutions ou organismes habilités à cet effet. Le choix de la forme des études est décrété dans le décret MECIE.** [21]

Ainsi, dans le cadre juridique, le ministère de l'Environnement, avec l'appui de l'Office National pour l'Environnement (ONE), édicte les directives techniques en matière d'environnement sur les projets.

** Cf. Annexe / [23] Cf. Bibliographie

II. Définitions

1. L'environnement

L'environnement est « l'ensemble des éléments (biotiques ou abiotiques) qui entourent un individu ou une espèce et dont certains contribuent directement à subvenir à ses besoins », ou encore comme « l'ensemble des conditions naturelles (physiques, chimiques, biologiques) et culturelles (sociologiques) susceptibles d'agir sur les organismes vivants et les activités humaines ». [39]

Dans la loi n°2015-003 du 19 février 2015, portant la charte de l'environnement Malagasy , c'est l'ensemble des milieux naturels, artificiels y compris les facteurs humains et socioculturels et climatiques qui intéressent le développement national »

Ainsi, l'environnement est l'ensemble des circonstances qui conditionnent la vie des êtres vivants en communauté.

Alors, elle est constituée de :

- ❖ Milieu physique : sol, air, eau, etc.
- ❖ Milieu biologique : Faune et flore
- ❖ Milieu humain : social, économique, culturel, sanitaire, etc.

2. L'impact environnemental

D'après Wathern en 1988, l'impact environnemental est l'effet d'une activité humaine sur une composante de l'environnement pendant un temps donné et sur un espace défini en comparaison de la situation probable advenant de la non-réalisation du projet.

C'est ainsi la différence de valeur d'état de l'environnement comparativement avec ou sans une action. Il peut être négatif et positif.

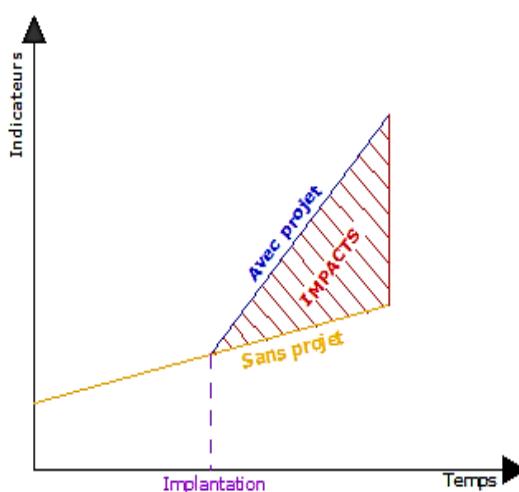


Figure 30 : Impact

Par Impacts sur l'environnement, on entend les aspects suivants:

- Les effets sur la santé et le bien-être des populations
- Les effets sur les écosystèmes (flores et faunes) : La dénaturation (changement de qualité), la dégradation (perte de qualité et de quantité), la destruction, l'extinction (disparition)
- Les effets sur les activités quotidiennes et les habitations de la population
- Les effets sur le climat et l'atmosphère,etc.

3. Etude d'Impact Environnemental

Selon l'article 7 du Décret n° 99-954 du 15 décembre 1999 modifié par le décret n° 2004-167 du 03 février 2004 , relatif à la Mise en Compatibilité des Investissements avec l'Environnement (MECIE), L'EIE consiste en l'examen préalable des impacts potentiels prévisibles d'une activité donnée sur l'environnement; elle devra mettre en œuvre toutes les connaissances scientifiques pour prévoir ces impacts et les ramener à un niveau acceptable pour assurer l'intégrité de l'environnement dans les limites des meilleures technologies disponibles à un coût économiquement viable. Le niveau d'acceptabilité est apprécié en particulier sur la base des politiques environnementales, des normes légales, des valeurs limites de rejets, des coûts sociaux, culturels et économiques, et des pertes en patrimoines.

Elle est effectuée aux frais et sous la responsabilité du promoteur. Son contenu est en relation avec l'importance du projet et leurs incidences possibles sur l'environnement.

Ainsi, l'étude d'impact s'intègre dans la démarche d'évaluation environnementale d'un projet, destinée à prévoir , analyser et évaluer les effets positifs et négatifs de celui-ci sur l'environnement, à établir des mesures d'atténuation qui peuvent être adoptées pour éviter les effets environnementaux négatifs ou pour les réduire à des niveaux acceptables.

Les objectifs fondamentaux de l'EIE d'un projet sont alors :

- Concevoir le meilleur projet possible
- Eclairer l'autorité administrative sur la décision à prendre
- Informer le citoyen et le faire participer à la décision
- Minimiser les impacts négatifs à l'environnement^[40]

4. La gestion environnementale

A travers la réalisation de l'EIE, l'identification et l'évaluation de l'importance des impacts significatifs et des mesures d'atténuation proposées, le projet doit aussi planifier une amélioration de la qualité de l'environnement en proposant des plans de gestion rationnelle de l'environnement et des ressources naturelles au niveau de son site d'implantation et, le cas

échéant, dans les zones environnantes pouvant être soumises à son influence

5. L'évaluation environnementale

L'évaluation environnementale désigne au sens large l'évaluation d'un lieu, d'une stratégie, d'un plan, programme ou schéma au regard de ses conséquences sur l'environnement. Elle comprend donc une évaluation de la composition et des conditions de l'environnement biophysique (la part abiotique de l'environnement) et de l'environnement humain et non-humain (le vivant). ^[41] Ainsi, elle consiste à vérifier si dans le projet, le promoteur a fait une exacte application des dispositions prévues pour l'EIE du Décret MECIE, et si les mesures proposées pour prévenir et/ou corriger les effets néfastes prévisibles de l'investissement sur l'environnement sont suffisantes et appropriées. L'évaluation environnementale mettra en relief que le projet soumis est celui du moindre impact, les impacts anticipés pourraient être atténués et les impacts résiduels acceptables.

Les étapes de l'évaluation environnementale d'une EIE est comme suit :

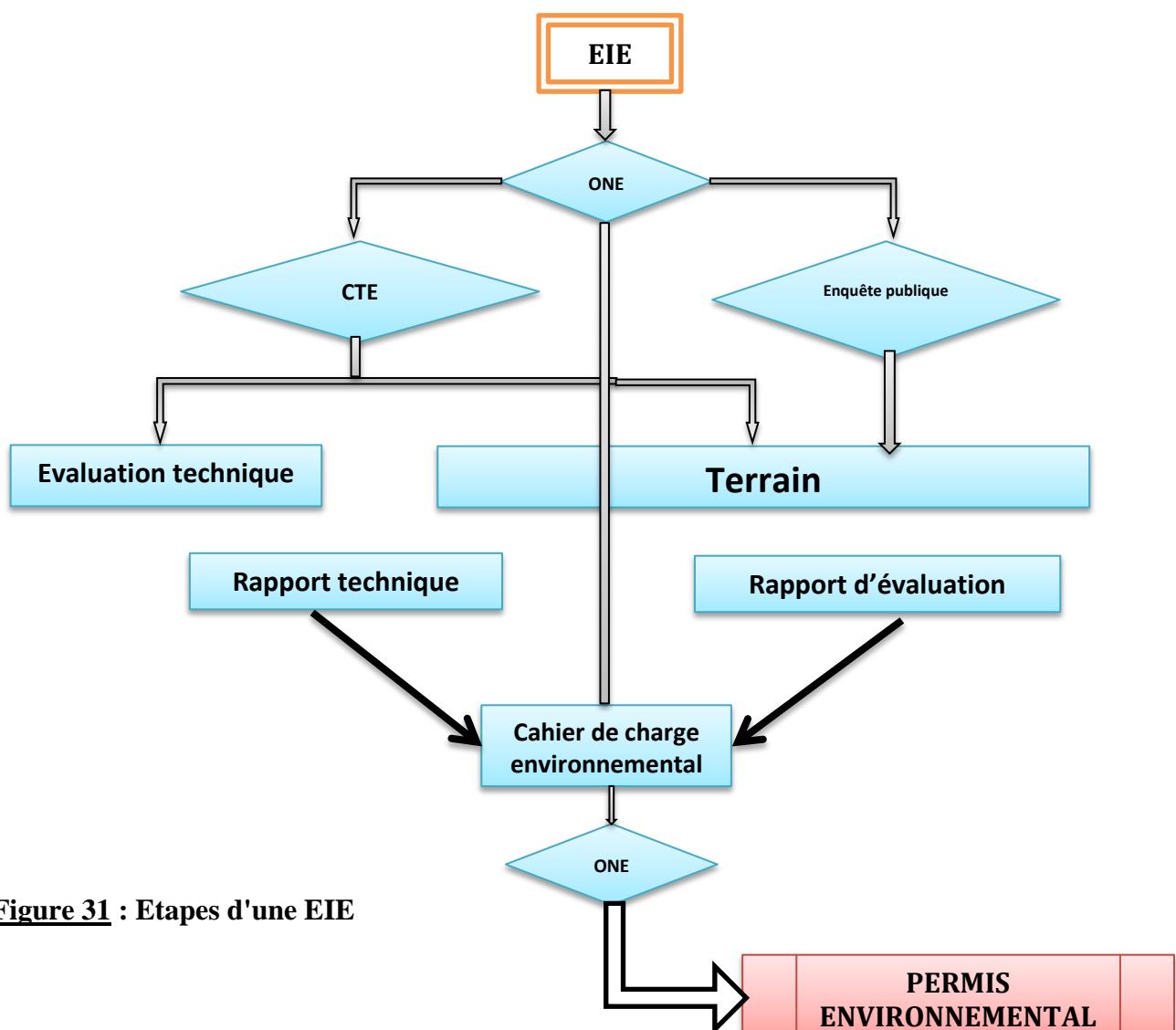


Figure 31 : Etapes d'une EIE

L'ONE ou Office National de l'Environnement est l'organe opérationnel, maître d'ouvrage délégué et guichet unique pour la mise en compatibilité des investissements avec l'environnement, placé sous la tutelle du Ministère chargé de l'Environnement. Le CTE ou Comité Technique d'Evaluation ad' hoc étant le Comité Technique d'Evaluation chargé de l'évaluation du dossier d'EIE prévu par le Décret MECIE.

Le Permis Environnemental est l'acte administratif délivré par l'ONE à la suite d'une évaluation favorable de l'EIE par le CTE.

Dans le domaine de l'urbanisme, l'évaluation environnementale est une démarche qui contribue considérablement au développement durable .D'autant plus, à l'échelle des plans d'urbanisme, l'évaluation environnementale s'intéresse à l'ensemble des potentialités ou décisions d'aménagement concernant le territoire, et donc à la somme de leurs incidences environnementales. [42]

III. L'analyse des impacts environnementaux proprement dite

La démarche de l'analyse des impacts environnementaux comprend :

- ❖ L'analyse de l'état actuel du site et son milieu environnant
- ❖ La description des phases du projet et description du milieu récepteur
- ❖ L'identification des impacts probables du projet
- ❖ La synthèse des impacts avec les mesures d'atténuation adéquates

1. L'analyse de l'état actuel du site et son milieu environnant

Comme on a déjà vu dans les parties précédentes, le site d'implantation du projet se trouve dans les pénéplaines d'Ambohimangakely, étendu sur une superficie d'environ 19 ha75a. L'analyse se porte notamment sur les caractéristiques des milieux environnants du site.

a. Milieu physique :

- Topographie : C'est une zone en pente faible et régulière, encadrée par deux bassins versants
- Sol : Le sol est généralement limon-Argileux. Donc, l'aptitude de l'infiltration est faible.
- Eau : Une partie de la zone est riche en eaux vu qu'il est proche d'une plaine.
- Air : Le fait que le site se situe à côté d'une route communal, d'autant plus à quelques mètres de la route nationale n° 2, l'air supporte pas mal de gaz d'échappement des voitures
- Climat : il est caractérisé d'un climat saisonnier essentiellement d'une alternance très marquée d'une saison sèche et d'une saison des pluies. Les vents dominants soufflent avec une vitesse moyenne de 6.1 km/h.
- Espaces naturels : La zone est constituée des terrains de cultures, des zones arbustives, des zones de pâturage pour les zébus et des terrains nus. L'environnement contigu du site est

occupé par des habitations et des cultures saisonnières de la population riveraine.

b. Milieu biologique :

-Faune : elle est constituée essentiellement d'insectes terrestres, de l'avifaune (oiseaux), de petits reptiles, d'amphibiens et de mammifères sauvage.

-Flore : on peut trouver sur la zone des différents cultures saisonnières tels que des maïs, des arachides, des haricots, etc. ainsi que beaucoup pieds de pin.

c. Milieu humain :

-Habitation : les lieux d'habitation de la population ainsi que leur occupation sont dans la majorité traditionnels qui ne respectent ni les normes ni les règles d'urbanisme.

-Pollution : puisque la zone est inhabitée et il n'y a pas d'infrastructures mises en place, on peut dire que le site est plus ou moins soumis aux divers agents de pollution de l'environnement.

-Sanitaire : l'état de santé de la population n'est pas rassuré puisque les infrastructures sanitaires pour les habitants près du site semblent toujours insuffisantes.

-Economique : les activités les plus pratiquées des habitants sont l'agriculture, l'élevage, l'artisanat et le commerce.

-Social : L'insécurité règne toujours vu la manque des équipements pour les forces de l'ordre

-Culturel : les offres en équipements distractives existantes sont insuffisantes par rapport aux demandes

2. La description des phases du projet et description du milieu récepteur

La réalisation d'un projet comporte généralement quatre phases bien distinctes, à savoir :

- La phase préparatoire : qui regroupe tous les préparatifs avant la mise en œuvre des travaux
- La phase d'exécution : qui comprend toutes les activités du projet
- La phase d'exploitation : qui concerne l'utilisation des infrastructures mises en place
- La phase de fermeture : qui marque la fin du projet.

On s'est rendu compte que chaque phase du projet, surtout les trois premières phases, influence l'état initial du site ainsi que ses environs immédiats.

Tableau 35 : DESCRIPTION DU PROJET ET DU MILIEU RECEPTEUR

DESCRIPTION DU PROJET	DESCRIPTION DU MILIEU RECEPTEUR
Phase préparatoire	
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Occupations du terrain ❖ Préparation du site : opération de nettoyage, opération de décapage ❖ Installation du chantier : installation des camps pour les travailleurs, installation des magasins pour le dépôt des matériaux et matériels 	Population, milieux physiques (eau, air et sol), paysage, biodiversité (faune et flore), économie, culture.
Phase d'exécution	
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Travaux de terrassement ❖ Construction et mise en place des ouvrages : bâtiments, infrastructures, VRD ❖ Utilisation des engins et plus de véhicules 	Population, milieux physiques (eau, air et sol), paysage, habitat, faune et flore, économie et socio-culturelles.
Phase d'exploitation	
Présence des nouvelles infrastructures	Population, eau de surface et nappe phréatique, paysage, air, faunes, flores, social, économie, culturel, sanitaire

3. L'identification des impacts probables du projet

L'identification des impacts consiste à déterminer les composantes des milieux physique, biologique et humain susceptibles d'être affectées par les activités du projet.

Tableau 36 : Identification des impacts

Milieu récepteur		Impacts négatifs	Impacts positifs
MILIEU PHYSIQUE	Air	Dégradation de la qualité de l'air par la propagation de poussières et des gaz d'échappement des engins et des véhicules dans l'air.	Néant
	Sol	-Détérioration du sol causé par les terrassements -Compression du sol du à la circulation des personnes et des véhicules. -Pollution du sol par suite de déversements accidentels de contaminants chimiques (huiles usagées, autres produits stockés).	-Occupation du sol conformément à la règle d'urbanisme -Réseau d'assainissement aménagé selon les normes réduisant les risques d'inondations et d'éboulement
	Eau	- Changement de mode d'écoulement des eaux de surface et souterraines -Pollution des eaux superficielles et souterraines. - Baisse de la qualité de l'eau due à la contamination des polluants chimiques	-Amélioration de qualité des eaux usées et eaux pluviales avant le rejet dans le milieu nature
	Espace	-Modification du paysage -Diminution des espaces naturels -Réduction des terres cultivables	-Mise en place d'un nouveau quartier respectant la règle d'urbanisme, améliorant les conditions de vie indispensable à la population. -Création d'un nouveau paysage plus décoratif
MILIEU BIOLOGIQUE	Flore	-Disparition et dégradation des espèces végétales existantes sur le site à cause de l'implantation du chantier -Coupure forcée des arbres -Diminution de la biodiversité -Indisponibilité des terrains de cultures pour les paysans	Mise en place d'une zone verte merveilleusement aménagée
	Faune	-Disparition et diminution des espèces animales existantes sur le site à cause de l'implantation du chantier -Diminution de la biodiversité -Indisponibilité de la zone de pâturage pour les zébus	Néant

Milieu récepteur	Impacts négatifs		Impacts positifs
MILIEU HUMAIN	Habitation	Exode urbain	Nouvelle habitation moderne et durable respectant les règles de construction pour les habitants
	Pollution	Augmentation de la pollution pendant la phase d'exécution	-Mise en place des réseaux d'assainissements -Mise en place des bacs à ordures à proximité
	Sanitaire	-Troubles respiratoires pour la population dues à l'émission de poussières et de gaz d'échappement des engins et camions dans l'air ambiant - Nuisances sonores dues aux passages fréquents des camions et engins -Augmentation d'incidence du VIH et d'autres maladies sexuellement transmissibles par la présence de nombreux travailleurs sur le site.	-Condition de vie agréable de population -Amélioration de la santé publique par la mise en place des infrastructures sanitaire : dispensaire, toilettes publiques
	Economique, Social, Culturel	Diminution et abandon des activités dans les secteurs privés : agriculture et élevage	-Jouissance des infrastructures et équipements économique, social et culturel : marché public, bornes fontaines, poste de police, bureau de fokontany, terrains de sport, etc. -Mixité de la population -Accroissement de la pratique de l'activité socio-économique et culturelle locales -Création d'emplois et réduction du taux de chômage

4. La synthèse des impacts

La synthèse des impacts consiste à définir l'importance des impacts associés à la mise en œuvre du projet. L'importance d'un impact est fonction de la valeur environnementale de l'élément affecté, du degré de perturbation appréhendé et des paramètres de durée, d'intensité et d'étendue de l'impact.

Ainsi, les étapes de la synthèse sont montrées dans le diagramme suivant :

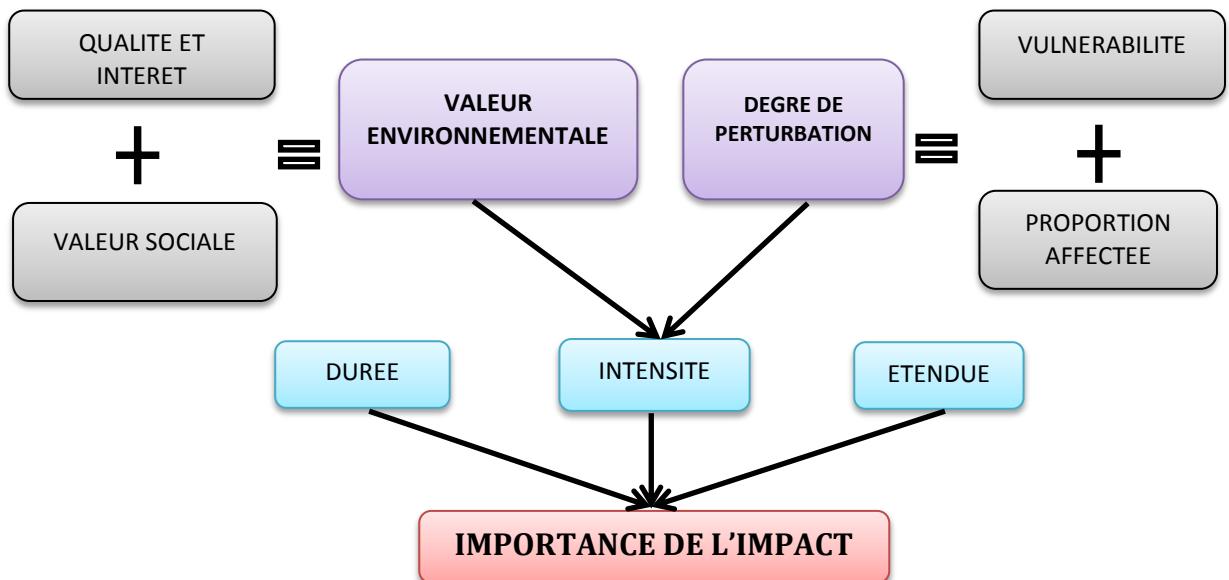


Figure 32 : Etude d'une synthèse des impacts

a. L'intensité de l'impact^[22]

L'association de la valeur environnementale et du degré de perturbation permettra de déterminer l'intensité de l'impact .Elle variera de faible à forte, selon la grille d'évaluation du tableau suivant :

Tableau 37 : Grille d'évaluation de l'intensité d'un impact

Degré de perturbation	Valeur environnementale			
	Très grande	Grande	Moyenne	Faible
Fort	Forte	Forte	Moyenne	Faible
Moyen	Forte	Forte	Moyenne	Faible
Faible	Moyenne	Moyenne	Faible	Faible

-La valeur environnementale : exprime l'importance relative d'une composante dans son environnement. Elle est déterminée en considérant, d'une part le jugement des spécialistes et d'autre part la valeur sociale que démontrent les intérêts populaires, légaux et politiques à l'égard de cette composante. La valeur environnementale comporte quatre niveaux, soit très grande, grande, moyenne et faible.

-Le degré de perturbation : évalue l'ampleur des modifications négatives apportées aux

caractéristiques structurales et fonctionnelles de l'élément affecté par le projet.

Trois degrés de perturbation qualifient l'ampleur des modifications apportées:

- ❖ **Fort:** Lorsque l'intervention entraîne la perte ou la modification de l'ensemble ou des principales caractéristiques propres à l'élément affecté de sorte qu'il risque de perdre son identité;
- ❖ **Moyen:** Lorsque l'intervention entraîne la perte ou la modification de certaines caractéristiques propres à l'élément affecté pouvant ainsi réduire ses qualités sans pour autant compromettre son identité;
- ❖ **Faible:** Lorsque l'intervention ne modifie pas significativement les caractéristiques propres à l'élément affecté de sorte qu'il conservera son identité sans voir ses qualités trop détériorées.

b. Durée

La durée précise la dimension temporelle de l'impact. Elle évalue, de façon relative, la période de temps durant laquelle les répercussions d'une intervention seront ressenties par l'élément affecté. Les termes, momentanée, temporaire et permanente sont utilisés pour qualifier cette période de temps.

- ❖ **Momentanée:** L'impact disparaît promptement, c'est-à-dire en moins d'une semaine dans le cadre du présent projet;
- ❖ **Temporaire:** L'impact est ressenti durant toute la période de construction;
- ❖ **Permanente:** L'impact a des conséquences pour toute la durée de vie de l'infrastructure ou lorsque les impacts ressentis sont irréversibles.

c. Étendue

L'étendue qualifie la dimension spatiale de l'impact. Les termes, ponctuelle, locale et régionale ont été retenus pour qualifier l'étendue.

- ❖ **Ponctuelle:** Lorsque l'intervention n'affecte qu'un élément environnemental situé à proximité du projet, c'est-à-dire sur le site d'intervention ou dans le secteur environnant (rayon inférieur à 100 m) dans le cadre du présent projet;
- ❖ **Locale :** Lorsque l'intervention affecte un ou plusieurs éléments environnementaux situés à une certaine distance du projet ou lorsqu'un milieu dit «local» est affecté, c'est-à-dire à l'échelle d'une municipalité dans le cadre du présent projet;
- ❖ **Régionale:** Lorsque l'intervention a des répercussions sur un ou plusieurs éléments environnementaux situés à une distance importante du projet ou lorsque l'intervention affecte un milieu dit régional.

Pour la détermination de l'importance de l'impact qui variera entre « Forte, Moyenne et Faible » ; connaissant les paramètres intensité, durée et étendue ; on utilisera consécutivement les tableaux grille d'évaluation ci-après :

Tableau 38 : Grille d'évaluation de l'indice « Intensité/Durée »

Durée	Intensité		
	Forte	Moyenne	Faible
Momentanée	Fort	Fort	Moyen
Temporaire	Fort	Moyen	Faible
Permanente	Moyen	Faible	Faible

Tableau 39 : Grille d'évaluation de l'importance de l'impact

Étendue	Indice « Intensité/Durée »		
	Fort	Moyen	Faible
Ponctuelle	Forte	Forte	Moyenne
Locale	Forte	Moyenne	Faible
Régionale	Moyenne	Faible	Faible

Ainsi, le tableau de la synthèse du présent projet est le suivant :

Tableau 40 : Synthèse du projet

Milieu récepteur	Impacts négatifs		Valeur environnementale	Degré de perturbation	Intensité	Durée	Étendue	Indice « Intensité/Durée »	Importance de l'impact
MILIEUPHYSIQUE	Air	Dégradation de la qualité de l'air par la propagation de poussières et des gaz d'échappement des engins et des véhicules dans l'air.	Moyenne	Moyen	Moyenne	Temporaire	Locale	Moyen	MOYENNE
	Sol	Détérioration du sol causé par les terrassements	Faible	Faible	Faible	Permanente	Ponctuelle	Moyen	FAIBLE
		Compression du sol du à la circulation des personnes et des véhicules.	Faible	Moyen	Faible	Momentanée	Ponctuelle	Faible	MOYENNE
		Pollution du sol par suite de déversements accidentels de contaminants chimiques (huiles usagées, autres produits stockés).	Faible	Faible	Faible	Momentanée	Ponctuelle	Faible	MOYENNE
	Eau	Changement de mode d'écoulement des eaux de surface et souterraines	Moyenne	Fort	Moyenne	Permanente	Ponctuelle	Fort	FORTE
		Pollution des eaux superficielles et souterraines.	Moyene	Moyen	Moyenne	Temporaire	Ponctuelle	Moyen	FAIBLE
		Baisse de la qualité de l'eau due à la contamination des polluants chimiques	Moyenne	Moyen	Moyenne	Permanente	Locale	Fort	FORTE
	Espace	Modification du paysage	Moyenne	Fort	Moyenne	Permanente	Locale	Fort	FORTE
		Diminution des espaces naturels	Moyenne	Fort	Moyenne	Permanente	Ponctuelle	Fort	FORTE
		Réduction des terres cultivables	Moyenne	Fort	Moyenne	Permanente	Locale	Fort	FORTE

Milieu récepteur	Impacts négatifs	Valeur environnementale	Degré de perturbation	Intensité	Durée	Étendue	Indice « Intensité/Durée »	Importance de l'impact	
MILIEU BIOLOGIQUE	Flore	Disparition et dégradation des espèces végétales existantes sur le site à cause de l'implantation du chantier	Grande	Moyen	Moyenne	Permanente	Ponctuelle	Fort	MOYENNE
		Coupe forcée des arbres	Grande	Fort	Forte	Permanente	Ponctuelle	Fort	MOYENNE
		Diminution de la biodiversité	Grande	Moyen	Forte	Permanente	Locale	Fort	FORTE
		Indisponibilité des terrains de cultures pour les paysans	Grande	Fort	Forte	Permanente	Locale	Fort	FORTE
	Faune	Disparition et diminution des espèces animales existantes sur le site à cause de l'implantation du chantier	Grande	Moyen	Forte	Permanente	Ponctuelle	Fort	MOYENNE
		Diminution de la biodiversité	Grande	Moyen	Forte	Permanente	Locale	Fort	FORTE
		Indisponibilité de la zone de pâturage pour les zébus	Grande	Fort	Forte	Permanente	Locale	Fort	FORTE
MILIEU HUMAIN	Habitation	Exode urbain	Moyenne	Moyen	Moyenne	Permanente	Régionale	Fort	FORTE
	Pollution	Augmentation de la pollution pendant la phase d'exécution	Faible	Faible	Faible	Temporaire	Ponctuelle	Faible	FAIBLE
	Sanitaire	Troubles respiratoires pour la population dues à l'émission de poussières et de gaz d'échappement des engins et camions dans l'air ambiant	Faible	Fort	Faible	Temporaire	Locale	Faible	FAIBLE
		Nuisances sonores dues aux passages fréquents des camions et engins	Faible	Fort	Faible	Temporaire	Locale	Faible	FAIBLE
		Augmentation d'incidence du VIH et d'autres maladies sexuellement transmissibles par la présence de nombreux travailleurs sur le site.	Faible	Faible	Faible	Temporaire	Locale	Faible	FAIBLE
	Economique, Social, Culturel	Diminution et abandon des activités dans les secteurs privés : agriculture et élevage	Moyenne	Moyen	Moyenne	Permanente	Locale	Fort	FORTE

5. Les mesures d'atténuation

Les mesures d'atténuation visent à réduire, compenser voire même éviter les impacts environnementaux anticipés du projet. L'atténuation consiste à la modification de certains aspects du projet.

Les mesures d'atténuation sont énumérées par catégories d'activités affectées du milieu récepteur.

Tableau 41 : Mesures d'atténuation

SOURCE D'IMPACTS	IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX	MESURE D'ATTÉNUATION
Phase préparatoire		
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Occupations du terrain ❖ Préparation du site : opération de nettoyage, opération de décapage ❖ Installation du chantier : installation des camps pour les travailleurs, installation des magasins pour le dépôt des matériaux et matériels de chantier 	<ul style="list-style-type: none"> -conflits sociaux : Mésentente avec la population locale -Pollution et dégradation de l'environnement physique ; -Bruit -Accident pouvant surgir à la sortie de l'enceinte; 	<ul style="list-style-type: none"> - Choix judicieux du site (loin des sites sacrés ou site non boisé). -Visite de courtoisie à faire avec présentation de l'équipe; -Sensibilisation de la population locale; -Apporter des mesures de compensations pour les occupants du terrain -Construction des toilettes en nombre suffisant des ouvriers et placé au moins à 50 m d'un puits ou du passage du cours d'eau. -Aménagement de l'enceinte d'installation sur des terrains incultes ou non utilisées -Implantation de panneaux préventifs bien en vue sur les voies de desserte (danger particulier, sortie de camion, limitation de vitesse)
Phase d'exécution		
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Travaux de terrassement ❖ Construction et mise en place des ouvrages : bâtiments, infrastructures, VRD ❖ Utilisation des engins et plus de véhicules de route. 	<ul style="list-style-type: none"> -Gêne des voies et chemins raccourcis publiques; -Démolition de l'esthétique du paysage; -Réduction de la biodiversité -Dérangement de l'activité de la population. -Pollution de l'air entraînant des maladies de l'appareil respiratoire; -Pollution du sol par suite de déversements accidentels de contaminants chimiques (huiles usagées, autres produits stockés). -Emission des bruits et poussières au niveau des villages; - Accidents; 	<ul style="list-style-type: none"> -Utilisation de bac pour récupération de l'huile de vidange, gasoil, etc. -Maintenance régulière des engins et véhicules utilisées dans le chantier -Planifier des endroits spécialement destinés pour stocker les produits de décapage, de terrassement et de forage - Port obligatoire des accessoires de sécurité (gants et du casque) pour les ouvriers. -Construction des dispositifs nécessaires pour éviter les éboulements et glissements de terrains et limiter l'érosion. -Humidification des matériaux dès leur chargement et en cours d'épandage. -Eviter de travailler aux décharges pendant les jours de marché et les heures de pointe
Phase d'exploitation		
Présence et utilisation des nouvelles constructions	<ul style="list-style-type: none"> -Risque d'accidents; -Pollution de l'environnement physique -Nécessité d'une nouvelle adaptation à une vie plus moderne -Corruption, népotisme, favoritisme, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> -Installation des panneaux et des marges sur les chaussées; -Suppressions de toutes les installations provisoires -Cession au profit des collectivités décentralisées des constructions bâties (bureau de chantier); -Mise en œuvre des règles et lois régissant les occupations dans le nouveau quartier -Formation des habitants

CHAPITRE 2 : ESTIMATION DU COUT DE PROJET

L'estimation du cout du projet ne tiendra compte que des charges portant sur les travaux jusqu'à l'élaboration des plans d'urbanisme : les travaux topographiques ainsi que les traitements de ces données et la conception des plans qui ont eu recours à des ressources humaines, matérielles et des données.

I. Cout des ressources humaines

1. Terrain et enquête

Tableau 42 : Coût de terrain

Désignation	Quantité	Prix unitaire [Ar]	Temps d'exécution [j]	Montant [Ar]
Ingénieur Topographe	1	80 000	8	640 000
Opérateur	1	30 000	5	150 000
Secrétaire	1	10 000	8	80 000
Mancœuvres	2	10 000	5	100 000
TOTAL				970 000

Source : Entreprise Miaro, année 2018

2. Conception

Tableau 43 : Coût de la conception des plans

Désignation	Quantité	Prix unitaire [Ar]	Temps d'exécution [j]	Montant [Ar]
Ingénieur Topographe	1	80 000	15	1 200 000
Ingénieur Hydraulicien	1	80 000	5	400 000
Sigiste	1	50 000	5	250 000
Dessinateur	2	50 000	10	1 000 000
TOTAL				2 850 000

Source : Entreprise Miaro, année 2018

II. Coût des matériels

Tableau 44 : Coût des matériels

Désignation	Quantité	Prix unitaire [Ar]	Temps d'exécution [j]	Montant [Ar]
Station totale	1	160 000	5	800 000
GPS de poche	1	30 000	5	150 000
Ordinateur	3	30 000	15	1 350 000
Total				2 300 000

Source : Entreprise Miaro, année 2018

III. Coût des données

Tableau 45 : Coût des données

Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire [Ar]	Montant [Ar]
Orthophoto	Ha	20	45 000	900 000
BD 100	Tranche	1	15 000	15 000
TOTAL				915 000

Source : FTM, année 2018

IV. Autres dépenses

Tableau 46 : Coût des autres dépenses

Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire [Ar]	Montant [Ar]
Charges des personnels	U	66	20 000	1 320 000
Préparation	J	2	30 000	60 000
Fournitures	U	1	20 000	20 000
Tirage et impression	U	1	50 000	50 000
Déplacement	U	26 x 2	5 000	260 000
TOTAL				1 710 000

Source : Entreprise Miaro, année 2018

V. Récapitulation

Tableau 47 : Récapitulation des coûts

Désignation		Montant [Ar]
ressources humaines	Terrain et enquête	970 000
	Conception	2 850 000
Coût des matériels		2 300 000
Coût des données		915 000
Autres dépenses		1 710 000
Imprévu de 10% du coût total		874 500
TOTAL		9 619 500

Le somme total de la conception du projet vaut ***neuf millions six-cents dix-neuf milles cinq-cents Ariary (9 619 500 Ar)*** avec un imprévu de 10% du coût total .

CONCLUSION

Le territoire malgache nécessite beaucoup de programme et de projet visant un développement durable adéquat à la situation actuelle du pays vu qu'il est toujours classifié parmi les pays en voie de développement. Les phénomènes actuels des conditions de vie et la façon de vivre des Malagasy symbolisent cette classification : la pauvreté, l'exode rural, le surpeuplement, etc. Le remède doit se faire étape par étape, d'une solution à court terme jusqu'au long terme. Cependant, le présent mémoire a pour objectif de créer de nouveaux quartiers résidentiels pour surmonter en partie l'urbanisation sauvage et la crise de logements, de donner aux nouveaux résidents et aux riverains l'opportunité de se développer et de s'épanouir au point de vue socio-économique et culturel, dans le rayon de la zone d'étude sis à Antanambao Ambohimangakely. Le projet se concentre à une élaboration de plans d'urbanisme qui est un fondement des marches vers un développement local voire même du pays. De ce fait, le plan d'urbanisme détermine l'ensemble des actions à entreprendre, les aménagements à effectuer et les mesures à prescrire.

Un géomètre-topographe, grâce à sa formation obtenue devrait posséder l'aptitude nécessaire à la conception de ces plans, tout en respectant les règlements et les normes d'urbanisme. Elle requiert des différentes études telles que l'étude topographique, l'étude hydraulique, l'étude urbanistique contenant le diagnostic de l'état actuel et environnant de la zone ainsi que les besoins de la population, sans oublier l'analyse des impacts environnementaux pouvant être inhérent par le projet. A travers l'évolution technologique actuelle, l'orthophotographie numérique, qui est la technique la plus utilisée dans le repérage à haute précision, offre une aide précieuse concernant la collecte de données nécessaires et l'élaboration des plans d'urbanisme.

Le nouveau quartier pourrait non seulement apporter des solutions aux problèmes des populations d'Ambohimangakely et de ses alentours mais, d'autant plus, de stimuler l'urbanisation des Communes voisines. Pour la mise en exécution du projet, l'étude faite dans le présent ouvrage n'est pas suffisante mais nécessite encore des contributions des experts dans d'autres domaines pour ne citer que l'étude relative aux constructions et la mise en place des infrastructures et équipements divers planifiés dans le plan qui peuvent être traités dans d'autres sujets de mémoire.

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages, articles, mémoire :

- [1] PLAN CLIMAT TERRITORIAL DES ALPES-MARITIMES, *Guide d'aménagement et d'urbanisme durable*, 169 pages
- [2] ANDRIANIRINA et RATSIALONANA Rivo, *Notes contextuelles pour l'évaluation des indicateurs et dimensions*, Cadre d'Analyse de la Gouvernance Foncière à Madagascar, 13 pages
- [3] *Decret n° 63 -192 du 27 mars 1963 fixant le code de l'urbanisme et de l'habitat (J.O. n° 291 du 31.05.63, p. 1265)*, modifié par décret n° 69-335 du 29 juillet 1969 (*J.O. n° 658 du 09.08.69, p. 1744*)
- [4] AGGLOMÉRATION D'AGEN, *Le certificat d'urbanisme*, article 5 pages,
- [5] Legifrance, *Code de l'urbanisme*, Dernière modification le 01 janvier 2018 - Document généré le 11 janvier 2018 Copyright (C) 2007-2018
- [6] InterAtlas, *Le guide indispensable de l'orthophoto numérique*, 2008, 41 pages
- [7] J. Muraz, S. Durrieu, S. Labbe, V. Andreassian, M. Tangara, *Comment valoriser les photos aériennes dans les SIG ?*
- [8] BORNEVAL H., *Photogrammétrie Générale*, édition IGN 1972, 361pages
- [9] Pr. Mohammed ESSADIKI, *Topographie générale*, 90 pages
- [10] Roche, *Hydrologie de surface*, Ed. Gauthier-Villars, 97pages
- [11] *Le bassin versant et son complexe*, Suisse
- [12] KERLOC'H Bruno et MAELSTAF Damien, *Le dimensionnement des réseaux d'assainissement des agglomérations*, 67pages
- [13] Nicolas STÄMPFLI, *Évaluation des débits de pointe pour les petits bassins versants agricoles du Québec*, FICHE TECHNIQUE, 6 pages
- [14] LENCASTRE A, *Manuel d'Hydraulique générale*, 9ème Edition, Paris, Eyrolles 1984, 411pages
- [15] Heliopure, *Les eaux usées: quels sont les bénéfices de cette ressource trop peu exploitée ?*, articles
- [16] RAMANTSOA Sariaka Manaja, *Elaboration du plan d'urbanisme de details de la Commune rurale d'ambohidrapeto*, Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur, 105 pages
- [17] Martine Vertet et Sylvain Giausserand, *Comprendre les principaux paramètres de conception géométrique des routes*, Sétra/CSTR , 30 pages
- [18] *Approvisionnement en eau potable : enjeux et solutions*, spécialiste ProMinent, *L'expopermanente*, article
- [19] Assainissement, Expert Ooreka, (<https://assainissement.ooreka.fr/comprendre/assainissement>), article
- [20] *Des réseaux unitaires ou des réseaux séparatifs pour l'assainissement ?*, blogplastics
- [21] *Décret n° 99-954 du 15 décembre 1999 modifié par le décret n° 2004-167 du 03 février 2004 relatif à la mise en compatibilité des investissements avec l'environnement (MECIE)*, MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DES EAUX ET FORETS (Publié au Journal Officiel n° 2648 du 10 juillet 2000 et n° 2904 du 24 mai 2004)
- [22] Ministère des Transports du Québec, *Étude d'impact sur l'environnement rivière Richelieu*, 93pages, décembre 2004

Cours :

- [23] Cours urbanisme
- [24] Cours photographie aérienne

WEBOGRAPHIE

- [25] <https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Urbanisme&oldid=144005789> (08 janvier 2018)
- [26] <https://www.toupie.org/urbanisme>
- [27] <https://www.toupie.org/urbanisation>
- [28] <https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=aménagement&oldid=135689401>
- [29] https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=documents_et_règles_d_d%27urbanisme&oldid=13409576
- [30] https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Règlement_national_d%27urbanisme&oldid=136516419
- [31] <https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Orthophotographie&oldid=135751835>
- [32] https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=topographie_d%27urbanisme&oldid=136516419
- [33] https://fr.wikipedia.org/wiki/Syst%C3%A8me_d'information_g%C3%A9ographique?oldid=1997721
- [34] https://www.gralon.org/La_Pluviom%C3%A9trie_Guide_Pratique
- [35] [<imgsrc="COURS%20BASSI N%20VERSANT_fichiers](http://medhycos.mpl.ird.fr/en/data/hyd/Drobot/Chapitre1.htm)
- [36] <https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=H%C3%B4pital&oldid=147910330>
- [37] https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Espace_vert&oldid=149058553
- [38] <https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=D%C3%A9vers&oldid=148408140>
- [39] <https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Environnement&oldid=150105682>
- [40] <https://www.pnae.mg/eie-2/pcp-dd-eie>
- [41] https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=%C3%89valuation_environnementale&oldid=149946597
- [42] <http://www.driee.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/qu-est-ce-qu-uneevaluationenvironnementale-r858.html>

ANNEXES

Annexe 1 : Etude du réseau électrique

1. Définition

Un réseau électrique est un ensemble d'infrastructures énergétiques plus ou moins disponibles permettant d'acheminer l'énergie électrique des centres de production vers les consommateurs d'électricité. Son rôle est d'assurer la gestion dynamique de l'ensemble «Production-Transport-Consommation» et mettant en œuvre des réglages pour assurer la stabilité de l'ensemble.

2. Constituants d'un réseau électrique

Le réseau électrique est constitué non seulement de matériel de puissance mais également de nombreuses fonctions utiles telles que la téléconduite ou le système de protection.

Le voyage de l'électricité du JIRAMA se fait comme suit :

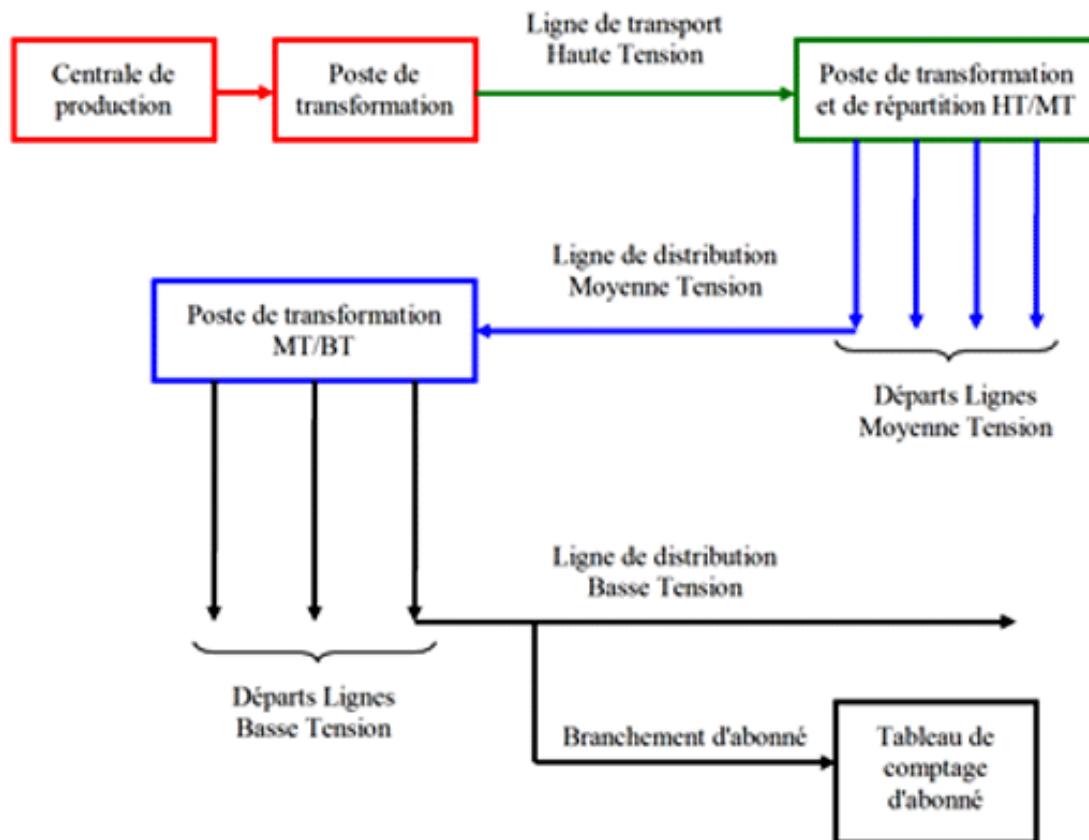


Figure 33 : Principe de la production, du transport et de la distribution de l'électricité
Ainsi, il comporte :

- **LE CENTRALE DE PRODUCTION** : qui produit l'électricité à l'aide de générateurs (appareil qui transforme l'énergie mécanique en énergie électrique) à un niveau de tension 20 000 Volts. Pour des raisons techniques et environnementales, les centrales sont installées dans des endroits éloignés des agglomérations.

- **LE POSTE DE TRANSFORMATION ET DE DISTRIBUTION:** machine électrique permettant de faire passer un niveau de tension et d'intensité du courant délivrées par une source d'énergie électrique alternative, en un système de tension et de courant de valeurs différentes ou les maintenir constantes. Il convertit la haute tension en moyenne tension, avant d'être répartie sur le réseau de distribution.
- **LES LIGNES DE TRANSPORT :** relient les postes entre eux et assurent la fonction « transport de l'énergie » sur les longues distances. Ils peuvent être aériennes (suspendues par des poteaux électriques : en béton, en bois ou métalliques), ou souterraines (enfouies sous terre).
- **TABLEAU DE COMPTAGE D'ABONNE :** Compteur électrique permettant de mesurer la consommation d'énergie équipé à chaque branchement d'abonné.

3. Structure des réseaux électriques

Les réseaux électriques peuvent être organisés selon plusieurs types de structures.

Chaque type de structure possède des spécificités et des modes d'exploitation très différents.

❖ La structure maillée ou interconnectée

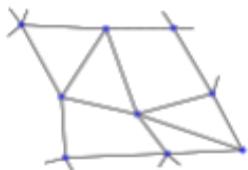


Figure 34 : Structure maillée

Les postes électriques sont reliés entre eux par de nombreuses lignes électriques et apportent une grande sécurité d'alimentation. Elle est utilisée dans les niveaux de tension les plus élevés : c'est le réseau de transport. Les réseaux de transport sont à très haute tension (HTB) (de 50 kV à 400 kV) et ont pour but de transporter l'énergie des grands centres de production vers les régions consommatrices d'électricité.

❖ La structure radiale ou bouclée

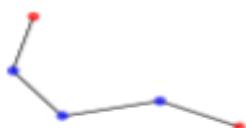


Figure 35 : Structure radiale

Elle apporte une sécurité d'alimentation élevée, bien qu'inférieure à celle de la structure maillée. Elle est utilisée en parallèle de la structure maillée dans les niveaux de tension inférieurs : c'est le réseau de répartition.

Les réseaux de répartition sont à haute tension (de l'ordre de 30 à 150 kV) et ont pour but d'assurer à l'échelle régionale la fourniture d'électricité. L'énergie y est injectée essentiellement par le réseau de transport via des transformateurs, mais également par des centrales électriques de moyennes puissances (inférieures à environ 100 MW). Les réseaux de répartition sont distribués de manière assez homogène sur le territoire d'une région.

❖ La structure arborescente



Figure 36 : Structure arborescente

Elle apporte une sécurité d'alimentation faible à cause d'un défaut sur la ligne électrique ou sur le poste électrique rouge qui coupe l'ensemble des postes en aval. Elle est quasiment exclusivement utilisée pour les plus bas niveaux de tension: c'est le réseau de distribution.

Les réseaux de distribution ont pour but d'alimenter l'ensemble des consommateurs. Il existe deux sous niveaux de tension :

- les réseaux moyens tension (1 à 50 kV)
- les réseaux bas tension (50 à 1 000V),^[32]

Annexe 2 : Extrait du Règlement National de l'urbanisme » ou « RNU »

Section I : Localisation et desserte des constructions

- L'article R. 111-2 du code de l'urbanisme protège la salubrité ou la sécurité publique.
- L'article R. 111-3 du code de l'urbanisme permet d'interdire ou de limiter les constructions pour les protéger du bruit ou d'autres nuisances graves.
- L'article R. 111-4 du code de l'urbanisme protège les sites et vestiges archéologiques
- Les articles R. 111-5 et R. 111-6 du code de l'urbanisme permettent de réglementer les accès, voiries et aires de stationnement afin qu'ils soient adaptés au trafic prévisible et ne soient pas dangereux.
- L'article R. 111-7 du code de l'urbanisme permet d'imposer des espaces verts, voire des aires de jeux, proportionnés à l'importance de l'immeuble.
- Les articles R. 111-8, R. 111-9, R. 111-10, R. 111-11 et R. 111-12 du code de l'urbanisme est relatif à l'adduction en eau potable et à l'assainissement des eaux usées.
- L'article R. 111-13 du code de l'urbanisme permet d'interdire ou de réglementer les constructions qui, par leur importance, occasionneraient des dépenses excessives pour la collectivité (création de nouveaux équipements...).
- L'article R. 111-14 du code de l'urbanisme limite la construction en complément de la règle de constructibilité limitée, afin de préserver les espaces naturels, et de favoriser les activités agricoles, forestières ou minières.
- L'article R. 111-15 du code de l'urbanisme limite la construction pour des raisons de protection de l'environnement.

Section II : implantation et volume des constructions

- L'article R. 111-16 réglemente l'implantation des bâtiments sur le même terrain, afin de protéger les vues et l'éclairement des locaux.
- L'article R. 111-17 du code de l'urbanisme réglemente l'implantation et la hauteur des constructions par rapport à la voie publique (ou privée), de manière à garantir la règle dite du H (hauteur) = L (Largeur) : la hauteur d'un bâtiment doit être au plus égale à la distance entre :
 - ce bâtiment et la voie
 - plus celle de la voie.

de manière à ce que l'ambiance de la voie soit dégagée et d'éviter le sentiment

d'enfermement des anciennes rues étroites bordées de bâtiments hauts.

➤ L'article R. 111-18 du code de l'urbanisme réglemente l'implantation et la hauteur des constructions par rapport aux limites parcellaires autres que celles donnant sur une voie publique ou privée. L'implantation par rapport aux limites séparatives doit respecter L=H/2 minimum 3 m.

➤ Article R111-18 Modifié par Décret n°2007-18 du 5 janvier 2007 - art. 1 JORF 6 janvier 2007 en vigueur le 1er octobre 2007

À moins que le bâtiment à construire ne jouxte la limite parcellaire, la distance comptée horizontalement de tout point de ce bâtiment au point de la limite parcellaire qui en est le plus rapproché doit être au moins égale à la moitié de la différence d'altitude entre ces deux points, sans pouvoir être inférieure à trois mètres.

➤ L'article R. 111-19 du code de l'urbanisme organise le régime de mise en conformité des constructions existantes par rapport aux dispositions précédentes

➤ L'article R. 111-20 du code de l'urbanisme organise un régime de dérogations aux règles des articles R 111-16 à 19, en fonction des usages locaux.

Section III : aspect des constructions

➤ L'article R. 111-21 permet de refuser le permis ou d'imposer des prescriptions spéciales pour des raisons d'esthétique.

➤ L'article R. 111-22 permet de limiter la hauteur d'un projet en fonction de la hauteur atteinte par les immeubles voisins.

➤ L'article R. 111-23 permet d'imposer que les murs aveugles, les murs séparatifs d'une construction par rapport à la propriété voisine aient un aspect harmonisé avec celui des façades principales.

➤ L'article R. 111-24 permet d'imposer des aménagements paysagers ou des marges de recullement pour enjoliver ou masquer les bâtiments industriels ou les constructions légères ou provisoires

Annexe 3 : Extrait du code de l'urbanisme et de l'habitat de Madagascar

SECTION PREMIERE : Localisation et desserte des constructions

Art. 133 - Le permis de construire doit être refusé :

- si les constructions, par leur situation ou leurs dimensions sont de nature à porter atteinte à la salubrité ou à la sécurité publique ;
- si le constructeur ne peut justifier de son droit de propriété ou d'une autorisation du propriétaire.

Art. 134 - La construction sur des terrains exposés à un risque naturel tel que : inondation, croissons, affaissement, éboulement, peut, si elle est autorisée, être subordonnée à des conditions spéciales dégageant la responsabilité de la puissance publique.

Art. 135 - Le permis de construire peut être refusé sur des terrains qui ne seraient pas desservis par des voies publiques ou privées dans les conditions répondant à l'importance et à la destination de l'immeuble ou de l'ensemble d'immeubles qui y sont établies, notamment en ce qui concerne la commodité de la circulation et des accès et des moyens d'approche permettant une lutte efficace contre l'incendie.

Il peut être subordonné :

- A la réalisation d'installations propres à assurer le stationnement hors des voies publiques, des véhicules correspondant aux besoins de l'immeuble à construire ;
- A la réalisation d'aménagements particuliers concernant les accès et tenant compte de l'intensité de la circulation.

Art. 136 - A- Sous réserve de ce qui est prévu à l'alinéa C ci-après le permis de construire ne peut être accordé pour une construction à usage d'habitation commerciale, industrielle, agricole, si elle doit être édifiée à moins de :

- 50 mètres de part et d'autre de l'axe des autoroutes,
- 25 mètres de part et d'autre de l'axe des routes nationales, ainsi que de l'axe des routes assimilées ou des voies inscrites sur une liste publiée par décret à l'initiative du Ministre des travaux publics,
- 15 mètres de part et d'autre de l'axe des routes provinciales ainsi que de l'axe de routes assimilées ou des voies inscrites sur une liste publiée par arrêté préfectoral.

B - Ces dispositions cessent de s'appliquer à l'intérieur des parties, agglomérées des villes et bourses. Sera retenue comme limite des parties agglomérées la limite de l'agglomération telle qu'elle est déterminée et matérialiste en application du code de la route.

C - Des dérogations aux règles de recel définies ci-dessus peuvent être autorisées, en raison notamment d'une topographie particulière par le préfet, sur proposition conjointe du représentant local du service de l'architecture, de l'urbanisme et de l'habitat et de l'ingénieur chef d'arrondissement des ponts et chaussées.

Art. 137 - Le permis de construire peut être subordonné au maintien ou à la création d'espaces verts correspondant à l'importance de l'immeuble à construire.

Art. 138 - L'alimentation en eau potable et l'assainissement de toute construction à usage d'habitation et de tout local pouvant servir de jour ou de nuit de travail, au repos ou à l'agrément, ainsi que l'évacuation, l'épuration et le rejet des eaux résiduaires industrielles, doivent être assurés dans des conditions conformes aux règlements en vigueur, aux prévisions des projets d'alimentation en eau potable et d'assainissement et aux prescriptions particulières prévues aux articles 133 à 142 ci-après.

Art. 139 - Les lotissements et les ensembles d'habitations doivent être desservis par un réseau de distribution d'eau potable sous pression et par un réseau d'égouts évacuant directement et sans aucune stagnation les eaux de toute nature.

Ces réseaux sont raccordés aux réseaux publics du quartier où est établi le lotissement ou l'ensemble d'habitations.

Art. 140 - En l'absence de réseaux publics et sous réserve de l'hygiène générale et la protection sanitaire soient assurée, le réseau de distribution d'eau potable, est alimenté par un seul point d'eau ou, en cas d'impossibilité, par le plus petit nombre possible le point d'eau, le réseau d'égouts aboutit à un seul dispositif d'épuration et de rejet en milieu naturel, ou, en cas d'impossibilité, au plus petit nombre possible de ces dispositifs.

En outre, ces installations collectives sont établies de manière à pouvoir se raccorder ultérieurement aux réseaux publics prévus dans les projets d'alimentation en eau et d'assainissement.

Art. 141 - Des dérogations à l'obligation de réaliser des installations collectives de distribution d'eau potable peuvent être accordées, à titre exceptionnel, lorsque la grande superficie des parcelles ou la faible densité de construction, ainsi que la facilité d'alimentation individuelle, font apparaître celle-ci comme nettement plus économique, mais à la condition que la potabilité de l'eau et sa protection contre tout risque de pollution puissent être considérées comme assurées.

Des dérogations à l'obligation de réaliser des installations collectives peuvent être accordées pour l'assainissement lorsque, en raison de la grande superficie des parcelles ou de

la faible densité de construction ainsi que de la nature géologique du sol et du régime hydraulique des eaux superficielles et souterraines, l'assainissement individuel ne peut présenter aucun inconvénient d'ordre hygiénique.

Art. 142 - Les eaux résiduaires industrielles et autres eaux usées de toute nature, à épurer, ne doivent pas être mélangées aux eaux pluviales et eaux résiduaires industrielles qui peuvent être rejetées en milieu naturel sans traitement. Cependant, ce mélange est autorisé si la dilution qui en résulte n'entraîne aucune difficulté d'épuration.

L'évacuation des eaux résiduaires, industrielles dans le réseau public d'assainissement, si elle est autorisée, peut être subordonnée notamment à un pré traitement approprié.

L'autorisation d'un lotissement industriel ou la construction d'établissements industriels groupés peut être subordonnée à leur desserte par un réseau d'égout recueillant les eaux résiduaires industrielles après qu'elles ont subi éventuellement un pré traitement approprié, et les conduisant, soit au réseau public d'assainissement, sur ce mode d'évacuation peut être autorisé compte tenu notamment des pré traitements, soit à un dispositif commun d'épuration et le rejet en milieu naturel.

Art. 143 - Le permis de construire peut être refusé si les constructions par leur situation ou leur importance, imposent la réalisation par la Commune d'équipements publics nouveaux hors de proportion avec des ressources actuelles, il peut toutefois être délivré sous réserve d'un accord entre le demandeur et la Commune

Art. 144 - En cas de construction d'immeubles à usage d'habitation groupés ou non, dont l'implantation suppose soit des aménagements des réserves d'emplacements publics ou des servitudes particulières d'utilisation, soit une division parcellaire, ainsi qu'en cas de construction de bâtiment ou d'installations industrielles, l'autorité qui délivre le permis de construire peut exiger :

- la réalisation par le constructeur des travaux de viabilité, notamment la voirie, la distribution d'eau, l'évacuation, des eaux usées, l'éclairage, la réalisation d'aires de stationnement, d'espaces libres ou de plantations ;
- la participation du constructeur aux dépenses d'exécution des équipements publics correspondant aux besoins des constructions et rendues nécessaires par leur édification dans les conditions de l'article 80
- la construction de locaux spécialement destinés à l'équipement commercial et artisanal nécessaire aux besoins des occupants des immeubles projetés

➤ la constitution d'une association syndicale chargée du remembrement des terrains de la gestion et de l'entretien des ouvrages et aménagements d'intérêt collectif.

Art. 145 - Lorsque, par leur importance, leur situation et leur affection des constructions contrarieraient l'action d'aménagement du territoire et d'urbanisme telle qu'elle résulte des plans régionaux de développement économiques et sociaux ainsi des directives d'aménagement national arrêtées par le gouvernement, le permis de construire peut être refusé ou n'être accordé que sous réserve du respect de prescriptions spéciales.

SECTION II : Implantations et volume des constructions

Art. 146 - Les bâtiments situés sur un terrain appartenant au même propriétaire doivent être implantés de telle manière que les baies éclairant les pièces d'habitation ne soient masquées par aucune partie d'immeuble qui, à l'appui de ces baies, serait vue sous un angle de plus de 45° au-dessus du plan horizontal. (R = 6)

Toutefois, pour la façade la moins ensoleillée, cet angle peut être porté à 60° , à condition que la moitié au plus des pièces habitables prennent jour sur cette façade.

En cas de véranda couverte, l'appui des baies considéré serait celui de la main courante du garde-corps (même fictif) de ladite véranda.

De plus, un espace d'au moins quatre mètres de largeur sera imposé entre deux bâtiments non contigus si les baies éclairant les pièces d'habitation y prennent le jour. Cette distance pourra être ramenée à deux mètres si aucune ouverture de pièces d'habitations n'y prend le jour.

Art. 147 - Lorsque le bâtiment est édifié en bordure d'une voie ou d'un chemin public, la distance comptée horizontalement de tout point de l'immeuble au point le plus proche de l'alignement opposé doit être au moins égale à la différence d'altitude entre ces deux points. Lorsqu'il existe une obligation de construire au retrait de l'alignement, la limite de ce retrait se substitue à l'alignement. Il en sera de même pour les constructions élevées en bordure des voies privées, la largeur effective de la voie privée étant assimilée à la largeur réglementaire des voies publiques.

Aucun bâtiment ne pourra être érigé à moins de 2 mètres de la ligne médiane de chemins piétonniers qu'ils soient privés ou publics et ayant moins de 4 mètres de largeur.

Art. 148 - A moins que le bâtiment à construire ne jouxte la limite parcellaire, la distance comptée horizontalement de tout point de ce bâtiment au point de la limite parcellaire qui en est le plus rapproché doit être au moins égale à la moitié de la différence d'altitude

entre ces deux points, sans pouvoir être inférieure à 4 mètres si des baies ou vérandas ouvrant sur cet espace donnent le jour sur des pièces d'habitation. Sa distance sera réduite au tiers de la différence d'altitude entre ces deux points sans pouvoir être inférieure à 2 mètres. S'il n'y a pas de baies donnant le jour sur des pièces d'habitation.

Art. 149 - Les règles édictées par les plans d'urbanisme approuvés peuvent déroger à celles édictées dans la présente section.

Des décrets fixant les conditions d'implantation et le volume des constructions pourront compléter le programme d'aménagement des plans d'urbanisme déjà approuvés.

SECTION III : Aspect des constructions

Art. 150 - Le permis de construire peut être refusé si les constructions, par leur situation, leurs dimensions ou l'aspect extérieur des bâtiments ou ouvrages à édifier ou à modifier sont de nature à porter atteinte au caractère ou à l'intérêt des lieux avoisinants, aux sites, aux paysages naturels ou urbains ainsi qu'à la conservation des perspectives monumentales.

Art. 151 - Dans les secteurs déjà bâties, même partiellement, présentant une unité d'aspect et non compris dans les programmes de rénovation, l'autorisation de construire à une hauteur supérieure à la hauteur moyenne des constructions avoisinantes peut être refusée ou subordonnée à des conditions particulières.

Art. 152 - Les murs séparatifs et les murs aveugles apparents d'un bâtiment doivent, lorsqu'ils ne sont pas construits avec les mêmes matériaux que les murs de façades principales, avoir un aspect qui s'harmonise avec celui des façades.

Art. 153 - La nature, la hauteur et l'aspect des clôtures pour la construction desquelles le permis de construire est exigé peuvent être soumis à des règles qui sont fixées, pour une ou plusieurs Communes, par arrêté du Ministère des travaux publics.

Art. 154.- La création ou l'extension d'installation ou de bâtiment à caractère industriel ainsi que de constructions légères ou provisoires, peut être subordonnée à des conditions spéciales, notamment à l'aménagement d'écrans de verdure ou à l'observation d'une marge de recullement.

Annexe 4 : Extrait du décret MECIE

Article 4 (nouveau) : Les projets suivants, qu'ils soient publics ou privés, ou qu'ils s'agissent d'investissements soumis au Droit Commun ou régis par des règles particulières d'autorisation, d'approbation ou d'agrément, sont soumis aux prescriptions ci-après :

- a) la réalisation d'une étude d'impact environnemental (EIE),
- b) l'obtention d'un permis environnemental délivré à la suite d'une évaluation favorable de l'EIE,
- c) la délivrance d'un Plan de Gestion Environnementale du Projet (PGEP) constituant le cahier des charges environnemental du projet concerné.

1. Toutes implantations ou modifications d'aménagements, ouvrages et travaux situés dans les zones sensibles prévues par l'Arrêté n° 4355/97 du 13 Mai 1997 portant désignation des zones sensibles.

La modification de cet arrêté peut être initiée, en tant que de besoin, par le Ministre chargé de l'Environnement, en concertation avec les Ministères sectoriels concernés, sur proposition de l'ONE.

2. Les types d'investissements figurant dans l'Annexe I du présent Décret.
 3.Toutes implantations ou modifications des aménagements, ouvrages et travaux susceptibles, de par leur nature technique, leur contiguïté, l'importance de leurs dimensions ou de la sensibilité du milieu d'implantation, d'avoir des conséquences dommageables sur l'environnement, non visées par l'article 4.1 ou par l'annexe 1 du présent Décret et pour lesquelles l'ONE, dûment saisi ou non par le promoteur, et après consultation de la Cellule Environnementale du secteur concerné, notifie au promoteur qu'une EIE est nécessaire.

Article 5 (nouveau) : Les projets d'investissements, publics ou privés, figurant dans l'Annexe II du présent Décret sont soumis aux prescriptions ci-après, suivant les résultats d'un "screening" préalable établi par l'ONE sur la base d'un descriptif succinct du projet présenté par le promoteur :

- la production par l'investisseur d'un Programme d'Engagement Environnemental (PREE) dont le contenu, les conditions de recevabilité et les modalités d'application sont définis par voie réglementaire et par les dispositions transitoires du présent Décret.

- une évaluation du PREE par la Cellule Environnementale du Ministère sectoriel directement concerné, qui établira et enverra les rapports y afférents au Ministère chargé de l'environnement et à l'ONE. Toutefois, en cas de modification d'une activité prévue à l'Annexe II tendant à accroître les conséquences dommageables sur l'environnement, une EIE

peut être requise, conformément aux dispositions de l'article 4.3, avant l'exécution des travaux de modification

Article 38 (nouveau) : Tout investissement en cours au jour de la publication du présent Décret et rentrant dans les catégories visées à l'article 4 du présent Décret, doit s'ajuster aux directives et normes de gestion rationnelle de l'environnement mentionnées à l'article 7 du présent Décret. Sont considérés comme investissements en cours, les investissements pour lesquels le dossier complet de demande d'autorisation, d'approbation ou d'agrément est déjà déposé selon les prescriptions légales ou réglementaires en vigueur. Dans les neuf (9) mois suivant la sortie du présent Décret, les promoteurs concernés sont tenus d'en faire la déclaration à l'ONE avec copie au Ministère chargé de l'Environnement, et de faire connaître, compte tenu des directives et normes environnementales applicables pour les types d'investissement considéré, les mesures déjà prises, en cours ou envisagées pour la protection de l'environnement. La déclaration accompagnée de tout document utile, doit faire ressortir les moyens permettant le suivi, l'évaluation et le contrôle de l'investissement. La déclaration qui vaut demande d'évaluation est établie et déposée suivant les mêmes procédures qu'une demande d'évaluation d'une EIE.

Article 39 (nouveau) : L'évaluation environnementale des dossiers visés à l'article 38 précédent est faite par le CTE suivant les mêmes procédures qu'une évaluation d'une EIE. L'ONE peut demander à l'investisseur tout élément d'informations complémentaires ou même prescrire une nouvelle étude environnementale. Un certificat de conformité est délivré par l'ONE à l'issue d'une évaluation positive d'une demande d'agrément environnemental. Le PGEP issu de la demande d'agrément environnemental est suivi et contrôlé suivant les dispositions prévues par les articles 29 à 33.

Article 40 (nouveau) : Dans les quinze (15) mois suivant la sortie du présent Décret, les promoteurs de toutes les activités en cours visées à l'article 5 du présent Décret sont tenus de présenter au Ministère sectoriel compétent, une demande d'agrément environnemental suivant les mêmes procédures qu'une demande d'évaluation d'un PREE. L'analyse du dossier d'évaluation incombe à la Cellule Environnementale du Ministère de tutelle de l'activité qui délivre, à l'issue d'une évaluation positive, un agrément environnemental et envoie les rapports y afférents à l'ONE avec copie au Ministère chargé de l'Environnement

Article 41 (nouveau) : La mise en conformité de tous les projets d'investissement en cours, selon les déclarations ou demandes d'agrément environnemental y afférentes, ne peut

excéder une période de trois (3) ans. Toutefois, si les activités en cours entraînent des préjudices objectifs, des mesures conservatoires seront prononcées conjointement par le Ministre chargé de l'Environnement et le Ministre sectoriellement compétent, sur proposition de l'ONE. Copie de la décision est communiquée à l'autorité locale du lieu d'implantation pour information. Ces dispositions ne portent pas préjudice à l'application des dispositions des textes réglementaires en vigueur au niveau des secteurs concernés.

Article 42 : Le promoteur qui, après avoir fait l'objet d'un rappel par lettre recommandée des autorités compétentes, ne se conforme pas aux présentes dispositions, et ne présente pas la demande d'agrément environnemental exigé encourt les sanctions prévues à l'article 36 du présent Décret

ANNEXE I Au décret n° 99 954 du 15 Décembre 1999 fixant les nouvelles dispositions relatives à la mise en compatibilité des investissements avec l'environnement

« PROJETS OBLIGATOIUREMENT SOUMIS A ETUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL (EIE) »

- ❖ Sont soumises à l'étude d'impact environnemental toutes activités citées ci-dessous ou atteignant l'un des seuils suivants : Tous aménagements, ouvrages et travaux pouvant affecter les zones sensibles
- ❖ Tout plan, programme ou politique pouvant modifier le milieu naturel ou l'utilisation des ressources naturelles, et/ou la qualité de l'environnement humain en milieu urbain et/ou rural
- ❖ Toute utilisation ou tout transfert de technologie susceptible d'avoir des conséquences dommageables sur l'environnement
- ❖ Tout entreposage de n'importe quel liquide au-delà de 50 000 m³
- ❖ Tout transport commercial régulier et fréquent ou ponctuel par voie routière, ferroviaire ou aérienne de matières dangereuses (corrosives, toxiques, contagieuses ou radioactives, etc.)
- ❖ Tout déplacement de population de plus de 500 personnes
- ❖ Les aménagements, ouvrages et travaux susceptibles, de par leur nature technique, leur ampleur et la sensibilité du milieu d'implantation d'avoir des conséquences dommageables sur l'environnement. Parmi ces activités, on peut citer :

INFRASTRUCTURES ET AMENAGEMENTS / AGRICULTURE / ELEVAGE

- ❖ Tout projet de construction et d'aménagement de route, revêtue ou non
- ❖ Tout projet de construction et d'aménagement de voie ferrée

- ❖ Tout projet de réhabilitation de voie ferrée de plus de 20 km de long
- ❖ Tout projet de construction, d'aménagement et de réhabilitation d'aéroport à vocation internationale et régionale et nationale et/ou de piste de plus de 1.500 m
- ❖ Tout projet d'aménagement, de réhabilitation et d'entretien (précisément dragage) des ports principaux et secondaires
- ❖ Tout projet d'implantation de port maritime ou fluvial
- ❖ Tout projet d'excavation et remblayage de plus de 20.000 m³
- ❖ Tout projet d'aménagement de zones de développement
- ❖ Tout projet d'énergie nucléaire
- ❖ Toute installation hydroélectrique de plus de 150 MW
- ❖ Tout projet de centrale thermique ayant une capacité de plus de 50 MW
- ❖ Tout projet d'installation de ligne électrique d'une tension supérieure ou égale à 138 KV
- ❖ Tout projet de barrage hydroélectrique d'une superficie de rétention de plus de 500 ha
- ❖ Tout projet d'aménagement des voies navigables (incluant le dragage) de plus de 5 km
- ❖ Tout projet d'aménagement ou de réhabilitation hydro agricole ou agricole de plus de 1000 ha
- ❖ Tout projet d'élevage de type industriel ou intensif
- ❖ Tout prélèvement d'eau (eau de surface ou souterraine) de plus de 30 m^{3/h}
- Tout projet d'épandage de produits chimiques susceptible, de par son envergure, de porter atteinte à l'environnement et à la santé humaine

ANNEXE II Au décret n°99 954 du 15 décembre 1999 fixant les nouvelles dispositions relatives à la mise en compatibilité des investissements avec l'environnement « INVESTISSEMENT OBLIGATOIUREMENT SOUMIS À UN PROGRAMME D'ENGAGEMENT ENVIRONNEMENTAL » (PREE)

Sont soumises à l'approbation d'un programme d'engagement environnemental (PREE) toutes activités citées ci-dessous ou atteignant l'un des seuils suivants :

INFRASTRUCTURES ET AMÉNAGEMENTS / AGRICULTURE / ELEVAGE

- ❖ Tout projet d'entretien périodique de route revêtue de plus de 20 km
- ❖ Tout projet d'entretien périodique de route non revêtue de plus de 30 km
- ❖ Toute industrie en phase d'exploitation
- ❖ Toute installation hydroélectrique d'une puissance comprise entre 50 et 150 MW
- ❖ Tout projet de centrale thermique d'une puissance comprise entre 25 et 50 MW
- ❖ Tout aménagement de terrain destiné à recevoir des équipements collectifs de plus de

5000 spectateurs ou de plus de 3 ha

- ❖ Tout projet de barrage hydroélectrique d'une superficie de rétention comprise entre 200 et 500 ha
- ❖ Tout projet d'aménagement ou de réhabilitation hydroagricole ou agricole d'une superficie comprise entre 200 et 1000 ha
- ❖ Tout projet d'élevage de type semi-industriel et artisanal

Annexe 5 : PARAMETRE REGIONAL

Tableau 48 : Paramètre régional

Ville	B
Antananarivo	0,14
Arivonimamo	0,28
Ivato	0,26
Fianarantsoa	0,26
Toliara	0,24
Mahajanga	0,35
Toamasina	0,4
Antsiranana	0,39
Andapa	0,27
Morondava	0,29
Reste	0,288

**Annexe 6 : TABLE POUR LE CALCUL DES LONGUEURS SUR L'ELLIPSOÏDE ET
TABLE INVERSE**

TABLE DIRECTE Donnant la distance sur l'ellipsoïde				TABLE INDIRECTE Réduction à la projection			
η_2	$\frac{1}{K} \frac{D_{\text{ellipsoïde}}}{D_{\text{projection}}}$	Δ_1	Δ_2	$K = \frac{D_{\text{projection}}}{D_{\text{ellipsoïde}}}$	Δ_1	Δ_2	η_2
					+	+	
0	1,0005.0025			0,99995.0000			0
		124			124		
10	4.9901		247	5.0124		247	10
		371			371		
20	4.9530		248	5.0495		247	20
		619			618		
30	4.8911		247	5.1113		247	30
		866			865		
40	4.8045		247	5.1978		247	40
		1113			1112		
50	1,0004.6932		248	0,9995.3090		248	50
		1361			1360		
60	4.5571		248	5.4450		247	60
		1609			1607		
70	4.3962		247	5.6057		248	70
		1856			1855		
80	4.2106		247	5.7912		246	80
		2103			2101		
90	4.0403		248	6.0013		248	90
		2351			2349		
100	1,0003.7652		247	0,9996.2362		247	100
		2598			2596		
110	3.5054		247	6.4958		247	110
		2845			2843		
120	3.2209		247	6.7801		248	120
		3092			3090		
130	2.9117		247	7.0891		248	130
		3339			3338		
140	2.5778		248	7.4229		247	140
		3587			3585		
150	1,0002.2191		247	0,9997.7814		247	150
		3834			3832		
160	1.8357		247	8.1646		247	160
		4081			4079		

Tableau 49 : Abaque k^*k_0

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	I
SOMMAIRE	II
LISTE DES ABREVIATIONS	III
LISTE DES TABLEAUX	IV
LISTE DES FIGURES	V
LISTE DES CARTES	V
LISTE DES PLANS	V
LISTE DES FORMULES	VI
INTRODUCTION	1
PARTIE I :	2
GENERALITES	2
CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'URBANISME	3
I. Définitions	3
1. L'urbanisme	3
2. L'urbanisation	3
3. L'aménagement	3
II. Objectifs et raisons de l'urbanisation	3
III. Typologie de l'urbanisme	4
1. L'urbanisme réglementaire	4
2. L'urbanisme opérationnel	4
IV. Les plans et les schémas d'urbanisme ou de gestion de l'espace	5
1. Le « Plan d'urbanisme directeur » ou « PUDi »	5
2. Le « Plan d'urbanisme détaillé » ou « PuDé »	6
3. Le « Plan sommaire d'urbanisme » ou « PSU »	7
4. Le « Plan local d'urbanisme » ou « PLU »	8
5. Le « Plan d'occupation des sols » ou « POS »	8
6. Le « Schéma de cohérence Territoriale » ou « SCoT »	9
7. Le Schéma National d'Aménagement du Territoire ou « SNAT »	9
8. Le Schéma Régional d'Aménagement du Territoire ou « SRAT »	10
V. Réglementation de l'urbanisme	10
1. Le « Règlement National de l'urbanisme » ou « RNU »	10
2. Les autorisations d'utilisation du sol	11
a. Le certificat d'urbanisme	11
b. Le permis de construire	11
c. Les autorisations spécifiques	12
d. Les droits de préemption	12
3. Servitudes en urbanisme	12
CHAPITRE 2 : GENERALITES SUR L'ORTHOGRAPHIE	13
I. Définition	13
II. Méthodologie	13
1. La prise de vue aérienne (PVA)	13
2. La stéréopréparation	15
3. L'aérotriangulation	15
4. Le scannage	16
5. Le calcul du MNT	16
6. L'orthorectification	17
III. Utilisation des orthographies	17
IV. Fonction de l'orthophotographie dans l'urbanisme	17
V. Précision	18
CHAPITRE 3: DESCRIPTION DE LA ZONE D'ETUDES	19

I.	Description de la région Analamanga	19
1.	Localisation administrative et géographique	19
2.	Situation démographique.....	21
II.	Description du district Antananarivo-Avaradrano	21
1.	Localisation administrative et géographique	21
2.	Situation démographique.....	23
III.	Description de la Commune d'Ambohimangakely.....	23
1.	Localisation administrative et géographique	23
2.	Situation démographique.....	28
3.	Situation socio-économique et culturelle	31
PARTIE 2 : METHODOLOGIE D'ELABORATION DE PLANS D'URBANISME		36
CHAPITRE 1 : ETUDE TOPOGRAPHIQUE		37
I.	Présentation générale de la topographie	37
1.	Définition	37
2.	Objectif.....	38
3.	Principe	38
4.	Différence entre topographe et géomètre	38
5.	Bases de la topographie	38
a.	Le canevas.....	38
b.	La planimétrie	38
c.	L'altimétrie	39
II.	Présentation générale du SIG	39
1.	Définitions.....	39
2.	Composants et Fonctionnalités du SIG.....	40
a.	Les matériels informatiques ou HARDWARE	40
b.	Les logiciels ou SOFTWARE.....	41
c.	Les données ou DATA	41
d.	Les méthodes.....	42
e.	Les utilisateurs	42
3.	Utilisations	43
4.	Quelques exemples de domaines d'application	43
III.	Logiciels utilisées	43
1.	AutoCAD-Covadis	43
a.	Présentation d'AutoCAD	43
b.	Présentation de Covadis.....	44
2.	Présentation d'ArcGis Desktop	44
IV.	Processus d'exécution des travaux topographiques	45
1.	Travaux préparatoires.....	45
a.	Recueil des documents nécessaires	45
b.	Etude de la mission	45
c.	Matériels utilisés	46
2.	Descente sur terrain.....	46
a.	Reconnaissance.....	46
b.	Calibrage du récepteur GPS	46
c.	Polygonation.....	47
d.	Levé de détails	49
3.	Traitements des données.....	49
a.	Compensation d'observation.....	49
b.	Détermination des coordonnées altimétriques des points de cheminement	50
c.	Réduction des distances à la projection Laborde.....	51
d.	Détermination des coordonnées planimétriques des points de cheminement.....	54
4.	Calcul de surface.....	57
5.	Calcul des cubatures	57
6.	Le Modèle Numérique de Terrain (MNT)	57

7. Courbes de niveau	58
CHAPITRE 2 : ETUDE HYDRAULIQUE.....	61
I. But	61
II. Pluviométrie	61
III. Etude du bassin versant.....	61
1. Définitions.....	61
2. Types de bassin versant	63
3. Caractéristiques d'un bassin versant.....	63
IV. Etude hydrologique	66
1. Estimation de débit de crues.....	66
a.Le coefficient de ruissellement.....	67
b.Temps de concentration TC	68
c.Intensité de précipitation maximale	71
2. Canalisation d'assainissement	72
a. Géométrie des canaux	72
b. Calage hydraulique.....	73
c. Contrainte de calage des réseaux	74
CHAPITRE 3 : ETUDE URBANISTIQUE	75
I. Justification du projet	75
1. Diagnostic de la situation actuelle de la Commune Ambohimangakely	75
a. Les zones résidentielles	75
b. Les voiries et réseaux divers	75
c. Les équipements et infrastructures	77
d. Les Espaces verts	79
e. Infrastructure de transport.....	80
2. Problématique de la Commune	80
3. Solutions proposées.....	81
a. Instauration et adaptation du droit de l'Urbanisme.....	82
b. Rénovation et réhabilitation des infrastructures existantes et des VRD.....	82
c. La mise en place des infrastructures manquantes.....	82
d. La création de nouveaux quartiers.....	83
II. Conception du plans d'urbanisme	83
1. Planification.....	83
2. Elaboration du PuDi.....	84
a.Zonage.....	84
b.Répartition de la zone.....	84
c.Fonction et rôle de chaque zone d'activités.....	84
d. Emplacement de chaque zone.....	87
3. Elaboration du PuDe.....	89
a. Les zones réservées aux voies d'accès et équipements routiers	89
b. La zone résidentielle	89
c. La zone d'activités administratives.....	90
d. La zone d'activités commerciales.....	90
f. La zone d'activités sanitaires	91
g. La zone d'activités culturelles	92
h. La zone d'activités sportives et de loisirs.....	92
i. La zone verte	92
PARTIE 3: ETUDES COMPLEMENTAIRES ET ESTIMATION DU COUT DU PROJET ...	94
CHAPITRE 1 : ETUDES COMPLEMENTAIRES	95
A. Etude de la voirie et réseaux divers	95
I. Réseau routier	95
1. Eléments caractéristiques d'une route	95
2. Eléments géométriques d'une route.....	95
a.Virage	95

b. Devers.....	96
3. Stationnement	97
II. Le réseau d'adduction d'eau potable	97
III. Les réseaux d'assainissement.....	98
1. Types d'assainissement.....	98
a.L'assainissement collectif.....	98
b.L'assainissement individuel	98
C.L'ASSAINISSEMENT SEMI-COLLECTIF.....	99
2. Types de réseau d'assainissement	99
a.Le Réseau d'assainissement séparatif	99
b.Le réseau d'assainissement unitaire.....	100
3. AVANTAGES ET DESAVANTAGE DU RESEAU D'ASSAINISSEMENT UNITAIRE ET RESEAU D'ASSAINISSEMENT SEPARATIF	101
B. Analyse des impacts environnementaux	102
I. Cadre règlementaire	102
II. Définitions.....	103
1. L'environnement.....	103
2. L'impact environnemental	103
3. Etude d'Impact Environnemental.....	104
4. La gestion environnementale	104
5. L'évaluation environnementale.....	105
III. L'analyse des impacts environnementaux proprement dite	106
1. L'analyse de l'état actuel du site et son milieu environnant	106
a.Milieu physique :	106
b.Milieu biologique :	107
c. Milieu humain :	107
2. La description des phases du projet et description du milieu récepteur	107
3. L'identification des impacts probables du projet.....	108
4. La synthèse des impacts.....	111
a.L'intensité de l'impact	111
b.Durée.....	112
c. Étendue.....	112
5. Les mesures d'atténuation.....	116
CHAPITRE 2 : ESTIMATION DU COUT DE PROJET	118
I. Cout des ressources humaines	118
1. Terrain et enquête	118
2. Conception	118
II. Coût des matériels	118
III. Coût des données	119
IV. Autres dépenses.....	119
V. Récapitulation	119
CONCLUSION	120
BIBLIOGRAPHIE	I
WEBOGRAPHIE	II
ANNEXES	III
Annexe 1 : Etude du réseau électrique	III
Annexe 2 : Extrait du Règlement National de l'urbanisme » ou « RNU »	VI
Annexe 3 : Extrait du code de l'urbanisme et de l'habitat de Madagascar	VIII
Annexe 4 : Extrait du décret MECIE	XIV
Annexe 5 : PARAMETRE REGIONAL	XIX
Annexe 6 : TABLE POUR LE CALCUL DES LONGUEURS SUR L'ELLIPSOIDE ET TABLE INVERSE.....	XX
TABLE DES MATIERES.....	XXI

**« CONTRIBUTION DU GEOMETRE-TOPOGRAPHE A L'ELABORATION DE PLANS
D'URBANISME A L'AIDE DE L'ORHOPHOTOGRAPHIE, CAS DU NOUVEAU
QUARTIER SIS A ANTANAMBAO, COMMUNE RURALE AMBOHIMANGAKELY,
ANTANANARIVO AVARADRANO, REGION ANALAMANGA »**

Auteur : RASOAMBOLATIANA Harisoa Santatriniaina

Adresse : Lot G II 43 Q ter Ampatsy Soamanandrariny

Contact : 033 19 181 22 – 034 60 403 06

E-mail : santatriniaina003@yahoo.com

Informations sur l'ouvrage :

Nombre des pages : 120	Nombre des figures : 36
Nombre des tableaux : 53	Nombre des cartes : 6
Nombre des formules : 56	Nombre des plans : 5



RESUME

Le présent mémoire a pour but de proposer aux autorités une sorte de solution pour améliorer la Commune Rurale Ambohimangakely, remédiant aux problèmes socio-économique et culturel des habitants et ceux des citadins Tananariviens. Il présente les étapes nécessaires à suivre lors d'une élaboration de plans d'urbanisme, particulièrement les contributions d'un géomètre-topographe avec l'aide de l'orthophotographie. La conception des plans d'urbanisme consiste à planifier et organiser le nouveau quartier d'une manière harmonieuse et leurs mises en place permettront d'avoir une ville plus salubre et saine, appropriée à la condition de vie humaine, qui contribue largement au développement durable du pays.

Mots clés: Urbanisme, Zonage, orthophotographie, Ambohimangakely, Topographie

ABSTRACT

The purpose of this memory is to propose to the authorities a kind of solution and idea to change and ameliorate the Ambohimangakely's municipality, to resolve the people's socio-economic and cultural problems with all townspeople in Antananarivo. This memory presents the necessary steps to follow during an urban plans's elaboration, especially the contributions of a land-surveyor with the help of an orthophotography. The design of this urban plan consists to organizing on plans the new city in a harmonious manners and their achievement will allow having a healthier city, appropriate to the human life's condition, which largely contributes to the country's sustainable development.

Keywords: Urban planning, Zoning, orthophotography, Ambohimangakely, surveying

Encadreur pédagogique : Monsieur RAMALANJAONA Daniel, Architecte Urbaniste, Maître de conférences,

Encadreur professionnel : Monsieur RAKOTOARISON Max Simon, Ingénieur Géodésien au FTM, Enseignant à l'ESPA